

LES SYNTHÈSES

de l'Office International de l'Eau

Using Water Smarter

**Economie de la ressource et
potentiel de réutilisation des eaux
usées dans le secteur agricole**

Tiphaine JABET

Janvier 2016



*O f f i c e
I n t e r n a t i o n a l
d e l ' E a u*

En partenariat avec des organismes d'enseignement supérieur, l'OIEau propose des états de l'art synthétiques sur différents sujets liés à l'eau. Ces synthèses sont rédigées par des élèves dans le cadre de leur cursus de formation.

Cette synthèse documentaire « **Using Water Smarter – Economie de la ressource et potentiel de réutilisation des eaux usées dans le secteur agricole** » a été effectuée par **Tiphaine Jabet**, élève post-master (bac+6/7) d'AgroParisTech-ENGREF en voie d'approfondissement et mastère spécialisé « Gestion de l'eau » à Montpellier.

Le contenu de ce document n'engage la responsabilité que de son auteur, il ne reflète pas nécessairement les opinions ou la politique de l'OIEau.

Toute utilisation, diffusion, citation ou reproduction, en totalité ou en partie, de ce document ne peut se faire sans la mention expresse du rédacteur, de l'Établissement d'origine et de l'OIEau.

SYNTHESE

Using Water Smarter
**Economie de la ressource et potentiel de réutilisation
des eaux usées dans le secteur agricole**

Tiphaine JABET

Janvier 2016

AgroParisTech
Centre de Montpellier
648 rue Jean-François Breton – BP 44494
34093 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. : (33) 4 67 04 71 00
Fax : (33) 4 67 04 71 01
www.agroparistech.fr

Office International de l'Eau
Service gestion et valorisation de
l'information et des données
15 rue Edouard Chamberland
87 065 LIMOGES CEDEX
Tél : (33) 5 55 11 47 74
www.oieau.org

RESUME

La réutilisation des eaux usées, plus communément désignée par le terme de REUSE, est une pratique innovante amenée à se développer dans un contexte de réchauffement climatique et de pression sur la ressource en eau douce. Dans le cadre d'un travail de synthèse, nous avons voulu étudier le potentiel de développement de cette pratique dans le secteur agricole, à travers le contexte français. Nous avons mesuré tout l'intérêt de procéder à une analyse multidisciplinaire des différents paramètres gravitant autour d'un projet de REUSE. Un tel projet est complexe puisqu'il dépend intégralement du contexte dans lequel il est mis en place et il doit répondre à un besoin bien ciblé. Encore peu développée, cette pratique fait face à certains freins, que ce soit au niveau de la réglementation, de son coût ou de son acceptabilité sociale. Aujourd'hui, le monde professionnel se mobilise pour lever ces obstacles et pour développer cette solution d'adaptation, notamment dans les régions sensibles à des pénuries en eau. Parmi les projets pilotes qui ont vu le jour, un système précurseur de REUSE en sylviculture a particulièrement retenu notre attention en raison de ses intérêts techniques, économiques et sanitaires.

MOTS CLES

Réutilisation des Eaux Usées Traitées, station d'épuration, agriculture, irrigation, approche multidisciplinaire, sylviculture.

ABSTRACT

Wastewater Reuse is an innovative practice which may become increasingly important in a context of global warming and water scarcity. Development opportunities of wastewater reuse in the French context draw our attention, especially for agricultural uses. We conducted our analysis through a multidisciplinary analysis including economic, social, institutional, legal, environmental and technical driving forces. Such projects are complex and they have to target a special need, in a specific context. However, wastewater reuse is not a widespread practice so far. Indeed, it is facing regulatory obstacles, its cost can be prohibitive and the social acceptability can be affected. Public and private stakeholders are working for a better knowledge of technical and sanitary issues, in order to lift barriers towards the development of this adaptive approach, especially for critical areas sensitive to water shortages. Among pilot projects that have emerged at the national scale, use of wastewater in forestry caught our attention because of its technical, economic and sanitary interests.

KEYWORDS

Wastewater Reuse, water treatment plant, agriculture, irrigation, multidisciplinary approach, forestry.

SOMMAIRE

TABLE DES FIGURES	4
TABLE DES ANNEXES.....	4
LISTE DES ABREVIATIONS.....	4
INTRODUCTION.....	5
LES ENJEUX LIES A LA REUSE DANS LE MILIEU AGRICOLE.....	5
LES USAGES.....	5
LES RECOMMANDATIONS SANITAIRES DE L'OMS	6
UNE RESSOURCE RICHE EN ELEMENTS NUTRITIFS POUR L'AGRICULTURE	6
QUELS TRAITEMENTS POUR LA REUTILISATION DES EAUX USEES ?	6
LA REUSE EN FRANCE	7
LE CONTEXTE FRANÇAIS.....	7
APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE DE LA REUSE EN FRANCE.....	7
Aspects règlementaires	8
Aspects sanitaires.....	9
Aspects techniques.....	10
Aspects économiques.....	10
Aspects sociaux.....	11
Aspects environnementaux.....	12
Aspects institutionnels	12
ETUDE DE CAS - L'EXPLOITATION SYLVICOLE ASSOCIEE A LA REUSE.....	13
LE POTENTIEL DE LA REUSE EN SYLVICULTURE	13
RETOURS D'EXPERIENCE SUR L'UNITE DE TRAITEMENT DES MATIERES DE VIDANGE DE LA COMMUNE NEGREPELISSE (TARN-ET-GARONNE).....	13
Le fonctionnement de la Station.....	14
Le projet expérimental	14
Les limites	15
Les perspectives de la REUSE en sylviculture.....	15
CONCLUSION	15
ANNEXES.....	17
BIBLIOGRAPHIE.....	21

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 FACTEURS DE DURABILITE LIES AU DEPLOIEMENT D'UN PROJET DE REUTILISATION DES EAUX USEES 7	
FIGURE 2 TABLEAU REPRESENTANT LES VALEURS DE LA QUALITE DES EAUX REUTILISEES EN FONCTION DE L'USAGE (LAZAROVA ET AL, 2007 ; LEGIFRANCE, 2014)	9
FIGURE 3 SCHEMAS DU FONCTIONNEMENT DE LA STATION : REUTILISATION DES EAUX USEES DES MATIERES DE VIDANGE (CCTVA, 2016)	14

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 LES NIVEAUX DE TRAITEMENT POUR UN USAGE DOMESTIQUE (SYNTEAU, 2012).....	17
ANNEXE 2 TABLEAU RECAPITULATIF : ANALYSE MULTIDISCIPLINAIRE DE LA REUSE	17
ANNEXE 3 VOLET SANITAIRES : POINTS CRITIQUES DE LA REUSE ET RECOMMANDATIONS SANITAIRES ISSUS DU RAPPORT DE L'ANSES SUR L'IRRIGATION DES CULTURES ET DES ESPACES VERTS (2012)	19
ANNEXE 4 VOLET SOCIAL (1) RESULTATS D'ENQUETE DU CGDD/IFOP « FACE AU RISQUE DE DIMINUTION DE LA QUANTITE D'EAU DISPONIBLE, LES FRANÇAIS SONT-ILS PRETS A ACCEPTER DES CHANGEMENTS DANS LEURS MODES DE CONSOMMATION, NOTAMMENT LA REUTILISATION DES EAUX USEES? ».....	19
ANNEXE 5 VOLET SOCIAL (2) OUTILS POUR ACCROITRE LA PARTICIPATION DE LA POPULATION AUX DECISIONS CONCERNANT LA REUSE (OMS, 2012).....	20

LISTE DES ABREVIATIONS

ACB : Analyse Coûts-Bénéfices

ANC : Assainissement Non collectif

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

CCTVA : Communauté de Communes en Terrasses et Vallée de l'Aveyron

DALY : Disability-Adjusted Life Years

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène

EUT : Eaux Usées Traitées

FCBA : Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement

GIEC: Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

CGDD : Commissariat Général au Développement Durable

MES : Matières En Suspension

MV : Matières de Vidange

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

REUSE : Réutilisation des Eaux Usées traitées

STEP : STation d'EPuration des eaux usées

UV : Ultra-Violet

UIE : Union Nationale des Industries et Entreprises de l'Eau

INTRODUCTION

Dans un contexte global de changement climatique et de pression croissante sur la ressource en eau douce, il est nécessaire de se tourner vers des stratégies d'adaptation et d'anticipation pour satisfaire nos besoins futurs. La réutilisation des eaux usées (REUSE) apparaît aujourd'hui comme un levier pour donner une nouvelle vie aux eaux usées. La valorisation de ces eaux est particulièrement stratégique dans des situations où il est nécessaire de pallier au manque d'eau et d'économiser la ressource en eau douce. La disponibilité des eaux usées étant proportionnelle à la croissance des besoins en eau, elle peut répondre de manière constante à ces derniers, indépendamment des événements climatiques.

A l'échelle mondiale, le recours à la réutilisation des eaux usées traitées est estimé à 20 millions de m³/jour. Ses usages peuvent être multiples : l'irrigation (agriculture, golfs, espaces verts), le secteur industriel, la réalimentation de nappes, la restauration des milieux aquatiques ou même la production d'eau potable. La réutilisation des eaux usées dans le secteur agricole est la plus répandue et concerne aujourd'hui 10% des surfaces irriguées soit 1.7% des surfaces cultivées mondiales (CGDD, 2014).

Les caractéristiques d'un projet de REUSE varient d'un contexte à l'autre ce qui rend leur mise en pratique complexe et singulière. Il est donc nécessaire d'étudier chaque projet de façon intégrée, en prenant en compte l'ensemble des aspects réglementaires, techniques, environnementaux, économiques, sanitaires, sociologiques et institutionnels. Option durable et génératrice de valeur économique, la REUSE s'inscrit parfaitement dans un schéma d'économie circulaire : l'effluent en sortie de station d'épuration (STEP) est réintégré sous forme d'intrant dans un autre système, ce qui génère ainsi de la valeur ajoutée.

Au regard des enjeux globaux de la REUSE dans le secteur agricole, nous nous demanderons comment est-elle mise en pratique actuellement en France et comment envisager son potentiel de développement.

Après avoir étudié les enjeux majeurs de la Réutilisation des eaux usées traitées (d'origine domestique) dans le milieu agricole, nous ciblerons notre étude sur une analyse multidisciplinaire de la REUSE dans le contexte français. Nous étudierons ainsi son potentiel et ses limites de déploiement au regard de ses différentes caractéristiques. Dans une dernière partie, nous réaliserons une étude de cas sur la REUSE en sylviculture.

LES ENJEUX LIES A LA REUSE DANS LE MILIEU AGRICOLE

LES USAGES

La réutilisation des eaux usées est une pratique ancienne qui s'est développée dès la fin du 19e siècle dans des pays comme l'Australie, la France, l'Allemagne, l'Inde, la Grande Bretagne et les Etats Unis. Depuis plusieurs décennies, on a pu assister au déploiement de nombreux projets de REUSE, notamment dans les zones où la ressource en eau est soumise à de fortes pressions : les régions semi-arides des pays développés ou des pays en développement. Le pourtour méditerranéen, en raison de sa vulnérabilité face au réchauffement climatique, est une zone qui concentre le plus d'initiatives autour de la réutilisation des eaux usées traitées.

La REUSE est un processus par lequel les eaux usées domestiques, au lieu d'être rejetées dans les eaux superficielles des cours d'eau en sortie de station d'épuration, sont soumises à un traitement supplémentaire pour être revalorisées. Dans le secteur agricole, les EUT peuvent être distribuées selon différentes pratiques. Il s'agit notamment de l'irrigation par submersion, infiltration, pulvérisation et aspersion, souterraine et localisée (OMS, 2006).

Ses usages sont plus ou moins stricts à l'échelle mondiale et dépendent du contexte local et réglementaire. Dans les pays en développement, ils sont majoritairement informels et ne passent pas forcément par un traitement en station d'épuration. Notons cependant que la réutilisation indirecte des eaux usées, issues de captages de rivières alimentées par des eaux issues de STEP, est mondialement et largement pratiquée (OMS, 2012).

LES RECOMMANDATIONS SANITAIRES DE L'OMS

Les usages informels de l'eau réutilisée posent un problème de santé publique en raison de leur forte concentration en pathogènes (virus, bactéries, nématodes, protozoaires...). Une mauvaise qualité sanitaire de l'eau est la cause de près de 2 millions de morts par an, majoritairement dans les pays en développement. Afin de permettre une meilleure connaissance épidémiologique et de définir des normes de qualité microbiologiques, l'OMS a mis en place des directives ciblant les aspects sanitaires de la REUSE dans l'irrigation agricole. Ces directives ont été élaborées en 1989 puis révisées en 2006 et 2012.

La mise en œuvre de programmes d'irrigation par des eaux usées doit suivre des stratégies de gestion globale portant une attention prioritaire aux risques sanitaires. Pour garantir un niveau de protection, l'OMS a fixé un seuil de risque lié aux micro-organismes pathogènes de 10^{-6} DALY par personne et par an. Le DALY mesure l'impact de de l'EUT en irrigation directe sur le temps de vie perdu à cause la maladie causée en comparaison avec un idéal de vie en bonne santé (OMS, 2012).

Tout montage de projet s'accompagne d'une étape de validation concernant la conformité du système face aux objectifs sanitaires locaux. Un réseau de surveillance opérationnel et des vérifications de la qualité de l'eau doivent accompagner les projets de REUSE pour permettre le bon fonctionnement du système et la prévention de risques sur la santé des différents utilisateurs (agriculteurs, riverains, consommateurs).

UNE RESSOURCE RICHE EN ELEMENTS NUTRITIFS POUR L'AGRICULTURE

La valorisation des ressources minérales représente aujourd'hui un enjeu majeur dans le monde agricole. L'azote représente de 25 à 45% de l'emprunte carbone d'une production agricole et le phosphore fait face à une crise sans précédent, sa réserve étant évaluée à 70-75 ans (Molle et al., 2012). Selon l'OMS, les apports en eaux usées dans le secteur agricole pourraient permettre une réduction de 30% des amendements minéraux sur l'ensemble de l'agriculture dans le monde. A titre d'information, les valeurs moyennes contenues dans les EUT s'élèvent à 50mg/l pour l'Azote, 10mg/l pour le Phosphore et 30mg/l pour le Potassium (OMS, 2012).

Une EUT présente des intérêts nutritifs non négligeables et contribue à la fertilisation et au maintien de la matière organique des sols. Elle fournit aux plantes des micro et macro éléments essentiels, sous forme de colloïdes dissous ou de solides en suspension. Elle offre aussi une plus grande diversité d'éléments nutritifs en comparaison aux engrais commerciaux (Lenica, 2013).

QUELS TRAITEMENTS POUR LA REUTILISATION DES EAUX USEES ?

Le mode de traitement des eaux usées traitées est défini après avoir déterminé :

- Quels sont les **besoins en eau** et les besoins en **capacité** de traitement ;
- Quels sont les **scénarii de développement** de la REUSE pour alimenter les usages ;
- Quels sont les **besoins de qualité**. La qualité des eaux usées traitées conditionne leur potentiel de réutilisation. En fonction de leurs caractéristiques sanitaires (proportions de pathogènes, de polluants) et de leur concentration en éléments minéraux, les eaux usées seront destinées à des usages spécifiques (Synteau, 2012). L' Annexe 1 illustre les différents modes d'épuration possibles en fonction des usages agricoles recherchés.

LA REUSE EN FRANCE

LE CONTEXTE FRANÇAIS

La France dispose globalement d'une bonne disponibilité des ressources en eau mais derrière ce constat se cachent de nombreuses disparités territoriales. En effet, certaines zones localisées font face à des situations chroniques de stress hydrique, couplées généralement à une demande importante et croissante de la ressource (liée aux besoins en irrigation, à des périodes de forte affluence...). On peut citer parmi elles les zones insulaires, les régions côtières méditerranéennes, les régions agricoles sensibles à la sécheresse... Ces situations de pénurie augmentent continuellement la vulnérabilité de ces régions face au changement climatique (GIEC, 2014).

En France, les eaux usées domestiques qui transitent dans les stations d'épuration s'élèvent à 5 milliards de m³/an (Loubier et Declercq, 2014). A ce jour, la REUSE représente à peine 1% des volumes issus des stations d'épuration. Dans ce cadre, les EUT comme ressource alternative en eau semblent avoir un potentiel de développement important pour l'agriculture dans les années à venir.

Les projets de REUSE en France sont assez marginaux et s'inscrivent majoritairement dans une démarche sur long terme de sécurisation des approvisionnements en eau, face aux périodes de forte demande ou de pénurie. Les bénéficiaires sont la sphère publique mais également privée pour des usages bien identifiés (irrigation de golfs, agriculture péri-urbaine...).

A ce jour, les ressources bibliographiques ne fournissent pas encore une représentation chiffrée, localisée et actualisée des projets de REUSE existants. Alors que certains projets sont bien implantés depuis plusieurs années (Ile de Noirmoutier, l'ASA de la Limagne à Clermont Ferrand...), de nombreuses initiatives locales et des projets pilotes voient le jour depuis quelques années.

APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE DE LA REUSE EN FRANCE

Le déploiement d'un projet de REUSE pour la valorisation agricole nécessite au préalable de caractériser les sources et les usages en termes de besoins quantitatifs et qualitatifs. La stratégie de développement combine à la fois des moteurs (augmentation de la demande en eau due à l'urbanisation et au tourisme, zones de déficit hydrique, développement de l'agriculture-périurbaine), des éléments contextuels (socio-économiques, état de la ressource, contraintes climatiques et physiques, infrastructures) et objectifs définis par les acteurs (Condom et al., 2012)

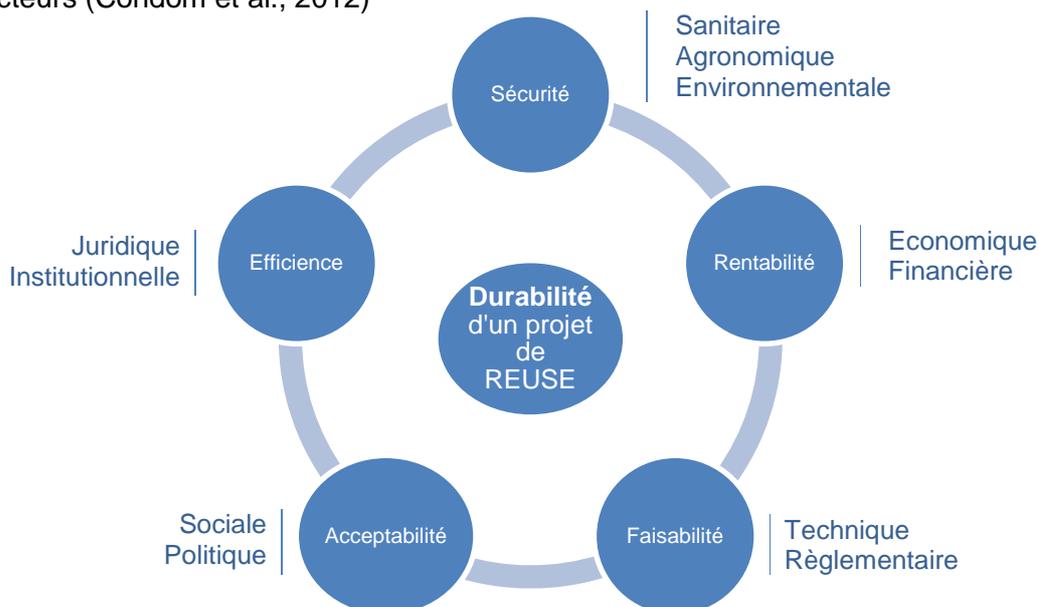


Figure 1 Facteurs de Durabilité liés au déploiement d'un projet de réutilisation des eaux usées

Les moteurs des projets sont très différents en fonction de la zone où l'on se positionne. Par exemple, sur les problématiques côtières, des projets de REUSE de la côte Atlantique se voient le jour en raison de motifs environnementaux et touristiques dans le but de préserver les zones de baignade ; tandis que sur la côte méditerranéenne, le moteur principal de ces projets sera la lutte contre le déficit hydrique et la surexploitation des ressources (Declercq, 2016). Comme l'illustre la Figure 1, la durabilité des projets de réutilisation des eaux usées en agriculture doit être évaluée globalement, de manière intégrée. On mesure alors la complexité de ces systèmes et l'intérêt de procéder à une analyse pluridisciplinaire dans le cadre de notre étude.

Aspects règlementaires

Au niveau européen, la REUT s'inscrit dans le déploiement de la DCE (directive 2000/60/CE) pour une gestion durable de la ressource. L'article 12 de la directive 91/271/CE précise des conditions relatives à la REUT. Chaque pays impose ensuite ses recommandations et directives, plus ou moins restrictives, sur les différents usages.

La réglementation est longtemps restée peu précise dans le code de l'environnement (R. 211-23). Avant la parution de l'arrêté sanitaire et technique du 2 août 2010 concernant l'utilisation des EUT pour l'irrigation (seul usage autorisé à ce jour), ce projet avait été étudié et remanié pendant quinze ans. Les normes françaises pour la réutilisation des eaux usées sont nettement supérieures à celles préconisées par l'OMS. La réglementation française a la particularité d'encadrer en plus de la qualité des effluents, les pratiques d'épandage des eaux usées traitées.

L'arrêté de 2010 a bloqué l'émergence de nouveaux projets de REUSE car seules les techniques d'irrigation gravitaire ou localisées (goutte à goutte) étaient autorisées. Or, l'aspersion est la technique la plus adaptée pour l'irrigation agricole, des espaces verts ou des golfs. De plus, une phase de six mois d'expérimentation devait être menée au préalable, pour un coût moyen estimé à 200 000 € (sans avoir la certitude que le projet soit validé) (Declercq, 2016).

L'Anses est intervenue en appui aux pouvoirs publics pour le pilotage une étude d'évaluation des risques de certains aérosols présents dans les eaux usées traitées aspergées sur la santé (Anses, 2012). Cette étude a révélé que les concentrations en contaminants chimiques contenus dans les EUT étaient largement inférieures aux concentrations maximales à ne pas dépasser (102 à 107 fois supérieures) (Condom et al., 2013). Le risque microbiologique demeure cependant, en raison de l'absence de données épidémiologiques permettant d'associer une intensité d'exposition et un risque de contamination. Des préconisations quant au risque d'exposition ont été faites. Elles concernent la qualité de l'eau, les pratiques d'irrigation (gestion des réseaux, portée des asperseurs, distances de sécurité) et l'information aux riverains (sensibilisation, prévention, restrictions d'accès) (Abs, 2012). Ces points de vigilance sont schématisés dans l'Annexe 3.

En 2014, l'arrêté de 2010 a été révisé : il a suspendu les contraintes d'expérimentation liées à l'irrigation par aspersion et les a remplacées par des prescriptions techniques. Des projets pilotes de recherche ont ainsi pu voir le jour. La réglementation devrait être revue d'ici 2016 mais il ne devrait pas y avoir de changements notables au niveau de l'évolution de pratiques (Declercq, 2016).

Le montage d'un projet expérimental d'irrigation implique aujourd'hui :

- La réalisation d'un dossier règlementaire avec justificatif technique, sanitaire et agronomique pour appuyer le projet ;
- La validation par autorisation préfectorale ;
- Une analyse de faisabilité technique et du montage du projet pilote ;
- Une évaluation de l'efficacité de la filière.

D'après l'UIE, ce cadre reste encore très restrictif et freine le développement de la filière et le maintien des projets existants. Les démarches administratives face à ces projets sont lourdes

et les responsabilités des acteurs semblent peu claires, ce qui rendrait l'interprétation de la réglementation difficile (Nedey, 2015).

Aspects sanitaires

On peut retrouver dans les eaux usées des contaminants microbiologiques (responsables d'infections, de diarrhées, d'allergies) et physico-chimiques (facteurs d'intoxications, de cancers) dont l'impact sanitaire doit être évalué en amont pour y associer un traitement adapté. Cette réutilisation doit être compatible avec les impératifs de protection de la santé publique et de l'environnement. Le risque sanitaire doit être étudié en fonction de la concentration en contaminants de l'EUT et le niveau d'exposition des usagers et riverains. En fonction du type d'usage agricole escompté, les valeurs de qualité des eaux ont été définies par le code de l'environnement. Comme nous pouvons le voir sur le tableau ci-dessous, quatre catégories sont ainsi sélectionnées, de la plus exigeante A à la moins exigeante D.

Figure 2 Tableau représentant les valeurs de la qualité des eaux réutilisées en fonction de l'usage (Lazarova et al, 2007 ; Legifrance, 2014)

		Niveaux de qualité			
		A	B	C	D
Type d'usage		- Cultures maraîchères consommées crues, non transformées par un traitement industriel adapté - Arbres fruitiers et pâturages irrigués par aspersion - Espaces verts	- Cultures maraîchères consommées après cuisson ou transformées par traitement industriel - Fleurs vendues coupées (avec irrigation localisée) - Fourrage frais et pâturage	- Cultures céréalières, - Pépinières, arbustes et autres cultures florales avec irrigation localisée (sans aspersion)	- Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public
Caractéristiques de qualité	MES (mg/L)	< 15	35 Conforme à la réglementation des rejets d'EUT pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation		
	DCO (mg/L)	< 60	125 Conforme à la réglementation des rejets d'EUT pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation		
	E.Coll (UFC/100 ml)	≤ 250	≤ 10.000	≤ 100.000	-
	Entérocoques fécaux (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	
	Phages ARN F-spécifiques (ab. en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	
	Spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ab. en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	
Restrictions de distance pour la protection des activités (m)	Plan d'eau	20	50	100	
	Bassin aquacole, pisciculture, pêche de loisir	20	50	100	
	Conchyliculture	50	200	300	
	Baignades et activités nautiques	50	100	200	
	Abreuvement du bétail	50	200	300	

D'un point de vue technique, le risque sanitaire doit être évalué à deux étapes distinctes : celle de la distribution de l'eau et celle de son absorption par le sol.

Par voie aérienne, les risques d'inhalation des aérosols peuvent poser un problème de santé publique, c'est pourquoi des études scientifiques tentent de mieux les définir dans le cadre d'une irrigation par aspersion. Au niveau épidémiologique, seuls les risques de contamination de légionellose ont été à ce jour identifiés. Il convient donc de procéder à un traitement adapté (UV, oxygénation, variation de pression...) pour réduire l'ensemble des risques de contamination microbiologique (Condom et al., 2013).

Fixées par l'arrêté du 2 août 2010¹, les contraintes de moyens associées aux risques liés à la distribution des EUT (vent, terrain, distance, matériel d'irrigation) posent des problèmes techniques en zones ventées, notamment sur les régions côtières. En effet, ces paramètres sont difficilement appréciables et applicables car une vitesse de vent supérieure à 15 km/h pendant 10 min conduit à l'arrêt automatique de l'irrigation par aspersion (Nedey, 2015). Cela implique des matériaux de surveillance pointus qui peuvent s'avérer très coûteux (Lazarova, 2016).

Aspects techniques

Tout l'enjeu dans le montage d'un projet de REUSE est d'optimiser ses aspects techniques pour en faire un système durable. Cela passe par la prise en compte des usages, des pratiques et des équipements :

▪ Optimisation des usages

La REUSE permet l'apport d'une ressource en eau fiable, dont le volume est supposé constant toute l'année et indépendant des événements climatiques. Pour faire face à la saisonnalité de la demande en irrigation (qui ne représente que quelques mois dans l'année), il faut trouver des stratégies pour combiner les usages ou trouver des moyens de stockage optimaux.

A ce jour, la diversification des usages en France est restreinte à l'agriculture, l'irrigation des espaces verts et des golfs par la réglementation. De nombreux débouchés pourraient voir le jour comme par exemple le lavage des voiries, des voitures ou l'alimentation des bornes incendie dans le milieu urbain. Lever ces verrous réglementaires pourrait contribuer à améliorer la viabilité économique des projets de REUSE (Lazarova, 2016).

▪ Optimisation des pratiques et gestion des équipements

Les exploitations sont tributaires de l'évolution potentielle de la qualité de l'eau issue des STEP. A cet effet, les techniques de contrôle s'affinent en amont et en aval de la filière.

Au niveau agronomique, les eaux usées traitées, chargées en éléments, ont un effet sur le vieillissement prématuré du matériel d'irrigation. Cela est dû aux phénomènes de colmatage, dont les causes peuvent être multiples (Molle et al, 2014) :

- Sédimentation de particules agrégées dans des zones pièges ;
- Formation de biofilms ralentissant la vitesse du fluide. Ils sont provoqués par une agrégation de micro-organismes tels que les bactéries, les champignons et les algues.
- Précipitation chimique de sels minéraux créant des dépôts qui peuvent obstruer le système.
- Création de « bouchons » au niveau des distributeurs d'arrosage.

La gestion des équipements demande donc un entretien régulier et des contrôles plus fréquents afin de prévenir toute détérioration de matériel.

Les travaux de recherche couplés à l'évolution des technologies et des techniques d'irrigation représentent un gros potentiel pour le développement de la REUSE dans le secteur agricole. Dans ce cadre, les technologies doivent répondre à une demande bien spécifique et adaptée (Savary, 2016).

Aspects économiques

Les normes de qualité sont exigeantes et les traitements associés sont complexes, ce qui se répercute automatiquement sur le coût de production. Un traitement excessif pour un usage nécessitant une moindre qualité affecte la rentabilité du projet. Il faut donc adapter à moindre coût l'usage recherché, sans que cela ait un impact négatif sur les aspects sociaux

¹ 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

et environnementaux. L'acquisition d'une expérience française plus large devrait permettre une baisse des coûts de traitement dans les années à venir.

En raison du coût que représente la mise en place des réseaux de distribution, on mesure aussi toute l'importance d'une demande à proximité de l'offre en EUT valorisant les eaux usées traitées. L'éloignement peut représenter un frein majeur au déploiement d'un projet. Au regard de ce facteur limitant, les projets de REUSE se développent en général dans le cadre de rénovations (réseaux), d'agrandissement de STEP ou de projets de construction neufs, si le contexte le permet (Declercq, 2016).

Les ACB permettent d'évaluer la rentabilité sur du long terme des projets pour la collectivité (porteurs de projets, usagers, financeurs, Etat). Elles étudient le rapport entre les coûts et les bénéfices générés (en intégrant les externalités environnementales et sociales) pour l'ensemble des usagers, en comparaison avec une situation de référence. Les ACB permettent de mettre en exergue la répartition du bénéfice collectif entre les acteurs dans un objectif d'équité (Loubier et Declercq, 2014).

Coupler une ACB avec une analyse financière (qui étudie la rentabilité uniquement pour le porteur de projet) permet d'étudier la faisabilité et la pérennité des projets au niveau du territoire. Cela permet également d'évaluer si des mesures de compensation sont à mettre en place pour parvenir à une situation de « gagnant-gagnant » (Condom et al, 2012).

De nombreuses analyses économiques ont souligné que l'émergence de projets de REUSE est possible grâce à une combinaison de trois facteurs (Loubier et Declercq, 2014) :

- des opportunités techniques ;
- un contexte territorial favorable ;
- des liens sociaux ou économiques privilégiés entre les usagers et les fournisseurs de la ressource en EUT.

Aspects sociaux

La REUSE a des effets bénéfiques sur l'amélioration de la qualité de vie (ex. Entretien des espaces verts) et des services pour le tourisme (Irrigation des golfs en zones sèches, réduction des rejets dans l'océan/la mer). En mettant l'agriculture à contribution de l'assainissement, la REUSE permet de dynamiser l'agriculture dans les zones péri-urbaines et de sécuriser les ressources tout en contribuant à la rentabilité de la production. Elle a globalement un rôle à jouer dans le maintien ou la création d'emplois (Molle et al., 2012)

Le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) a mené une étude sur un échantillon de 4000 individus représentatifs de la population en France pour analyser l'acceptabilité sociale des solutions alternatives de gestion de la ressource en eau pour l'adaptation au changement climatique. D'après cette étude, 68% des français seraient prêts à consommer des produits maraîchers issus de l'irrigation d'eaux usées traitées (Annexe 4). Paradoxalement, l'eau disponible est perçue comme globalement suffisante et les régions aux plus fortes pressions en eau ne semblent pas plus sensibilisées à cette problématique (CGDD, 2014). L'acceptabilité sociale de programmes de REUT semble assez modérée, pourtant beaucoup ignorent que des produits maraîchers importés sont issus de pays où l'irrigation avec des eaux usées est fréquente (cas de l'Espagne par exemple).

L'acceptation des projets est variable en fonction de l'usage prévu des EUT et de la proximité au risque de contact (Charland, 2014). Au stade de la planification de projets, il est indispensable de prendre en compte le cadre socio-culturel pour évaluer l'acceptabilité de la mise en place d'un système de REUSE. Ces pratiques étant peu connues par les agriculteurs, les consommateurs et les riverains, le frein psychologique peut être important et susciter des craintes ou des interrogations. Il est primordial de communiquer autour du sujet et d'accompagner les acteurs pour répondre aux inquiétudes et faire évoluer leur perception de ces pratiques. Cela passe par des actions de vulgarisation, de communication, mais aussi par des formations adaptées aux besoins des exploitants, des irrigants, des décideurs pour leur

permettre de participer au déploiement des projets (se référer aux outils préconisés par l'OMS en Annexe 5).

Aspects environnementaux

D'un point de vue environnemental, la REUSE permet une économie significative de la ressource en eau claire et limite les pollutions du milieu. Appliquées à la juste dose, les eaux usées traitées mettent à contribution le sol qui joue un rôle épuratoire.

Dans des situations de surexploitation de la ressource, cette technique évite de puiser dans les nappes ou les cours d'eau superficiels. Pour l'activité agricole, elle peut être un moyen de palier les restrictions de consommation d'eau en période estivale (Molle et al., 2014).

L'impact environnemental de la REUSE est plus faible que d'autres techniques alternatives comme le dessalement de l'eau ou les transferts d'eau interrégionaux. En France, les projets de REUT n'ont jusque-là posé aucun problème environnemental notable. Cependant, en fonction des caractéristiques et de la sensibilité des milieux, une attention doit être portée sur l'impact que cette pratique induit sur l'eutrophisation, la pollution des nappes et comment sont valorisés les coproduits du traitement (boues). La concentration des eaux en sels peut être néfaste pour la structure du sol et la productivité agricole, il faut donc veiller par des analyses régulières à ce que les EUT ne soient pas trop chargées (Charland, 2014).

Par ailleurs, il faut s'assurer que les usages de l'EUT n'affectent pas le débit des cours d'eau à étiage sévère, car les sorties des eaux d'épuration sont des ressources supplémentaires déversées dans les cours d'eau. Il n'est pas envisageable de retirer les rejets d'une STEP dans des conditions où le débit d'objectif d'étiage est difficilement atteint (Loubier et Declercq, 2014).

Aspects institutionnels

Le secteur de la réutilisation des eaux usées est encore très peu institutionnalisé. Parvenir à associer usages et ressources tout en associant les multiples acteurs de l'eau est un challenge pour le développement de la REUSE en France. Il est intéressant favoriser une réflexion multi-acteurs de l'aval à l'amont de la chaîne de l'eau. De nombreux exemples en France ou à l'étranger ont montré que la volonté politique des élus a une influence forte dans l'appui et la dynamisation de ces projets. La REUSE est en effet un levier pour une approche intégrée des ressources et du territoire (Charland, 2014).

Les acteurs de la filière de l'eau ont un rôle majeur à jouer dans les années à venir en France. Ils disposent d'un savoir-faire technique et d'un potentiel d'innovation dans les procédés d'épuration qu'ils peuvent mettre à profit pour le traitement et le contrôle de la qualité des EUT.

De nombreuses initiatives collaboratives, à différentes échelles, voient le jour afin de promouvoir les projets pilotes ayant recours à la REUSE. Les retours d'expériences sont essentiels pour une meilleure communication autour de ses projets auprès des élus et des usagers, encore peu familiers à ces pratiques. Cela peut également contribuer à engager des concertations dans le but d'assouplir les contraintes réglementaires.

Parmi les initiatives qui se sont développées, voici quelques exemples notables :

- HotSpot Reuse est une plateforme collaborative développée par le bureau d'études Ecofilae. Elle a pour but de partager un savoir-faire, des outils d'aide à la décision et d'étudier les opportunités ou les potentiels de développement de la REUSE.
- Nowmma (soutenu par le Pôle-Eau) est un projet démonstrateur de Recherche et Développement pour l'étude de la REUSE sur l'ensemble du bassin méditerranéen. Il résulte d'un partenariat public/privé multi-acteurs. Nowmma étudie la REUSE pour les eaux de toutes origines et les moyens de diversification de ces usages (Jauzein et al, 2014).
- ALERA : ce nouveau projet réunit 4 régions françaises et espagnoles pyrénéo-méditerranéennes. Le but de ce cadre coopératif est de favoriser l'échange de connaissances. Ce projet est porté par la région de Granollers, la municipalité de

Migjorn Gran (Espagne), Ecofilae et Communauté de Communes en Terrasses et Vallée de l'Aveyron (CCTVA, 2016a). Le projet de REUSE de la CCTVA a particulièrement retenu notre attention comme initiative prometteuse dans le domaine sylvicole. Nous avons voulu y consacrer la dernière partie de notre étude.

ETUDE DE CAS - L'EXPLOITATION SYLVICOLE ASSOCIEE A LA REUSE

LE POTENTIEL DE LA REUSE EN SYLVICULTURE

Parmi la diversité des projets de REUSE pouvant se développer en France, celle de la valorisation des EUT dans la production sylvicole avec des taillis à courte rotation (TCR) apparait comme une option intéressante en raison de ses avantages combinés :

- La REUSE en milieu forestier est un système fermé au public et contrôlé, ce qui permet dans un premier temps une bonne maîtrise des risques sanitaires ;
- En mettant à contribution le sol forestier pour dégrader les eaux usées cette pratique permet également une bonne maîtrise des enjeux environnementaux en se rapprochant d'un rejet zéro dans le milieu. On parle de « filtre vert » pour qualifier le rôle épuratoire naturel et la forte capacité d'abattement des forêts (Frayssé, 2016).
- Enfin, les apports d'eau et de nutriments par les EUT vont favoriser la croissance des arbres et la production de biomasse ;
- Cette solution est simple, facile à mettre en œuvre et économique car elle ne nécessite pas de grosses infrastructures.

Adaptée aux pays tempérés, cette solution convient particulièrement aux petites-moyennes stations d'épurations en zones rurales (Declercq, 2016). Les débouchés de ces essences forestières peuvent se trouver dans la production de biomasse (production de bois énergie et de fibres), l'industrie papetière et l'industrie du bois. Cette production est avantageuse dans le sens où l'offre est globalement inférieure à la demande (CCTVA, 2016b).

RETOURS D'EXPERIENCE SUR L'UNITE DE TRAITEMENT DES MATIERES DE VIDANGE DE LA COMMUNE NEGREPELISSE (TARN-ET-GARONNE)

La STEP de Nègrepelisse se trouve au carrefour de deux problématiques: d'une part, elle est implantée au sein d'une région agricole qui subit des pressions hydriques chroniques en été ; d'autre part la ville fait face à une croissance démographique. La problématique de la pression climatique, agricole et urbaine sur les ressources hydriques s'avère être un enjeu local important.

La STEP possède une filière classique d'épuration raccordée au réseau, fonctionnant sur des procédés extensifs (4000EH). Dans un contexte local de déficit des infrastructures d'assainissement, une filière extensive annexe a été construite pour le traitement de matières de vidange (MV) en provenance du Nord Est du département (Assainissement Non Collectif). Ce dernier système est unique en France puisqu'il a la particularité de recourir à la REUSE pour l'irrigation d'une production forestière (TCR issus d'essences d'eucalyptus et de peupliers). La biomasse ainsi créée sera valorisée dans la production de plaquettes-énergie pour alimenter les chaudières municipales à bois de la Communauté de Communes (Astee, 2013).

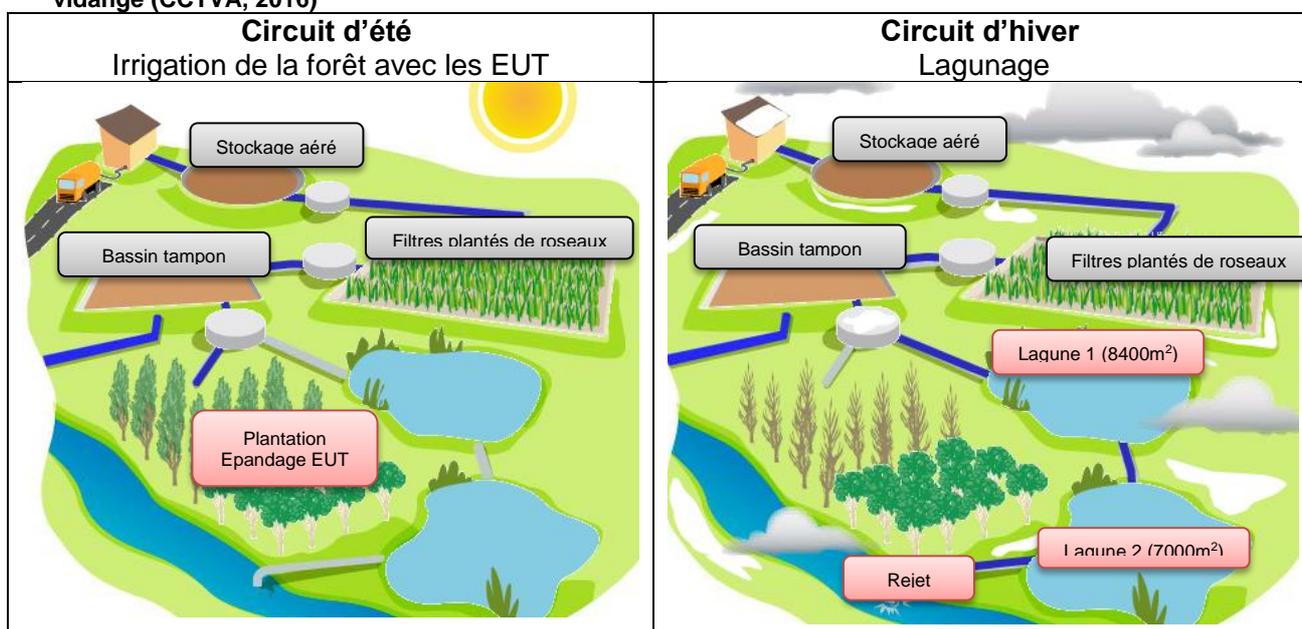
Ce projet de REUSE dans le cadre du traitement de MV été dynamisé par la sensibilité environnementale des élus, désireux de développer un projet associant génie végétale et innovation (Bel, 2016). Il réunit de nombreux acteurs puisqu'il reçoit un appui technique en provenance de la recherche (Irstea), du Satese et de l'institut technologique FCBA. Encore au stade expérimental, il s'inscrit dans une gestion durable et intégrée des ressources et du territoire (Frayssé, 2016).

Le fonctionnement de la Station

Après un prétraitement et un passage par lit de séchage planté de roseaux, les EUT sont acheminées jusqu'à un filtre planté de roseaux. La destination du filtrat dépend ensuite de la période de l'année, en fonction des besoins forestiers. Deux filières ont été mises en place, afin de faire face à la saisonnalité de la demande en EUT (Figure 3) :

- Une filière « d'été » : de mars à octobre. Les eaux en sortie de filtre sont acheminées par pompage jusqu'à la plantation forestière pour une irrigation à petit débit (et non par bâchées). La charge des eaux usées est naturellement dégradée par le sol de la plantation. Un bassin tampon sert également de réserve pour l'irrigation (Astee, 2013).
- Une filière « d'hiver » : d'octobre à mai, le filtrat est récupéré dans des lagunes, l'irrigation de la plantation étant exclue pendant son repos végétatif. Les lagunes jouent un rôle tampon (abattement de N et P) pour améliorer la qualité du rejet dans le cours d'eau. La durée d'un parcours dans les lagunes s'élève à plus d'un an (Bel, 2016).

Figure 3 Schémas du fonctionnement de la station : Réutilisation des eaux usées des matières de vidange (CCTVA, 2016)



La production de TCR se trouve à mi-chemin entre l'agriculture et la production forestière. Les essences sont plantées à forte densité sur une parcelle de 5 ha et sont récoltées tous les sept ans. La plante repoussera au niveau de la souche après leur coupe (semblable à une moisson mécanique).

3.2ha de la plantation sont irrigués avec les EUT sortant de la STEP, à hauteur de 5000m³/an. Les plantations bénéficient d'une irrigation riche en nutriments, ce qui permet de couvrir les besoins en éléments minéraux et organiques nécessaires à leur croissance. L'eau épandue est par ailleurs très peu polluée (DBO5 filtré < 25 mg/l ; DCO filtré < 125 mg/l ; MES < 150 mg/l) (CCTVA, 2016). L'irrigation est possible par ajutage pour les parcelles à proximité des habitations et par micro-aspersion pour les parcelles les plus éloignées (Bel, 2016).

Le projet expérimental

Le projet expérimental de la station a pour vocation de déterminer l'impact environnemental de l'utilisation des eaux usées traitées (ainsi que des cendres et boues). Afin d'optimiser la gestion de l'irrigation et de maximiser la production maximale, on étudie l'effet des doses et de la fragmentation des apports en EUT, ainsi que l'efficacité du matériel d'irrigation (ajouteurs vs asperseurs) (Frayssé, 2016).

La fin des expérimentations aura lieu l'an prochain. Il sera alors possible de faire le bilan de la biomasse produite et faire des analyses quant à la qualité de l'eau et des caractéristiques de

filtration. Après 4 ans, les premiers constats sont positifs, notamment sur la production de biomasse qui aurait presque doublé (particulièrement avec l'eucalyptus, bien adapté au contexte pédoclimatique). On estime que les apports de biomasse devraient couvrir 1/3 du besoin annuel de la collectivité pour l'alimentation des chaudières d'ici 3 ans, date de la première récolte (Bel, 2016).

Les limites

Au cours de cette étude, quelques limites au système de REUSE en sylviculture ont pu être identifiées. Elles concernent les aspects fonciers, sociaux, techniques et agronomiques. Dans un premier temps, les problématiques liées au terrain pour la mise en place de tels projets ne sont pas toujours évidentes : des surfaces doivent être disponibles à proximité, le prix du foncier doit être abordable, les habitations doivent être relativement éloignées...

Au niveau social, la proximité d'une station ayant recours aux techniques de REUSE n'a pas très bonne presse et peut susciter un certain mécontentement. Cet aspect a été identifié comme un frein pour la station de traitement de Nègrepelisse, même si les habitations sont en général relativement éloignées (plus de 250m, excepté une à une cinquantaine de mètres). Il faudrait envisager une réunion publique pour parler du projet et rassurer les riverains.

En raison d'une eau très chargée en nutriments, on peut rencontrer quelques aléas techniques au niveau des infrastructures, tels que la prolifération d'algues dans les bassins de stockage ou le colmatage des réseaux d'irrigation. Des contrôles préventifs et des opérations de décolmatage sont à prévoir dans le cadre de l'exploitation.

Enfin, dans le cas d'une mauvaise gestion du système de TCS (effluents trop chargés, sol non adapté, doses non ajustées aux besoins), on peut rencontrer à l'échelle de la parcelle des problèmes de saturation du sol en azote et d'augmentation de la salinité.

Par ailleurs, il faut veiller au suivi des réseaux d'irrigation (en particulier d'ajutage) qui peuvent parfois se retrouver enfouis en raison de leur disposition au ras du sol (Bel, 2016).

Les perspectives de la REUSE en sylviculture

Conscients de ces limites, la REUSE en sylviculture appliquée aux stations d'ANC présente cela dit des perspectives de développement important, que ce soit au niveau national ou international. C'est une solution alternative de type extensif, qui consomme peu d'énergie et qui crée de la biomasse pour alimenter d'autres usages. Les boues prélevées sur les filtres pourront également être valorisées en agriculture. Elle s'intègre parfaitement dans un schéma d'économie circulaire.

En outre, ces systèmes sont moins coûteux en infrastructures et en exploitation que les systèmes intensifs. Dans des contextes économiques difficiles, la mise en place de ces aménagements permet de répondre aux besoins d'assainissement de manière efficace et à moindre coût.

Enfin, la REUSE peut être un appui à l'assainissement non collectif, dont le développement est à prévoir en Europe comme à l'échelle du monde. Ce savoir-faire peut être exporté dans les pays en voie de développement (avec d'autres essences d'arbres adaptées aux contextes locaux) en raison de son faible coût, de sa fiabilité et de sa simplicité d'exploitation. Les perspectives sont grandes dans ces pays, au regard des enjeux gravitant autour de l'assainissement (latrines, gestion de boues de vidange...)

CONCLUSION

En s'intégrant dans le principe d'une économie circulaire, la Réutilisation des Eaux Usées représente un levier face aux défis climatiques et hydriques à venir. Contribuant au développement et la sécurisation de l'agriculture en zones péri-urbaines ou rurales, la REUSE s'insère dans le cadre de projets de construction, de rénovation ou d'agrandissement de STEP.

Malgré ses fortes potentialités de déploiement à l'échelle du territoire français, la REUSE reste une solution alternative représentée par quelques projets pilotes et expérimentaux. Les

raisons de son extension modérée s'expliquent par des facteurs de plusieurs origines. Premièrement, tout projet appuyé par les élus locaux doit répondre à un besoin dans un contexte bien spécifique (pénurie durable en eau, compétition avec les besoins en eau potable...). On constate une certaine réticence face à la contrainte financière que la REUSE impose par rapport à des prélèvements directs dans le milieu naturel et certaines opportunités peuvent être manquées en raison d'un manque de projection sur du long terme. Par ailleurs, la réglementation représente à ce jour une contrainte forte et fait l'objet de nombreuses controverses auprès des experts. Tandis que certains soutiennent que les normes trop strictes anéantissent la faisabilité et la rentabilité des projets ; d'autres pensent que les pratiques de REUSE doivent s'adapter à la législation en raison des risques de santé publique qu'elles représentent.

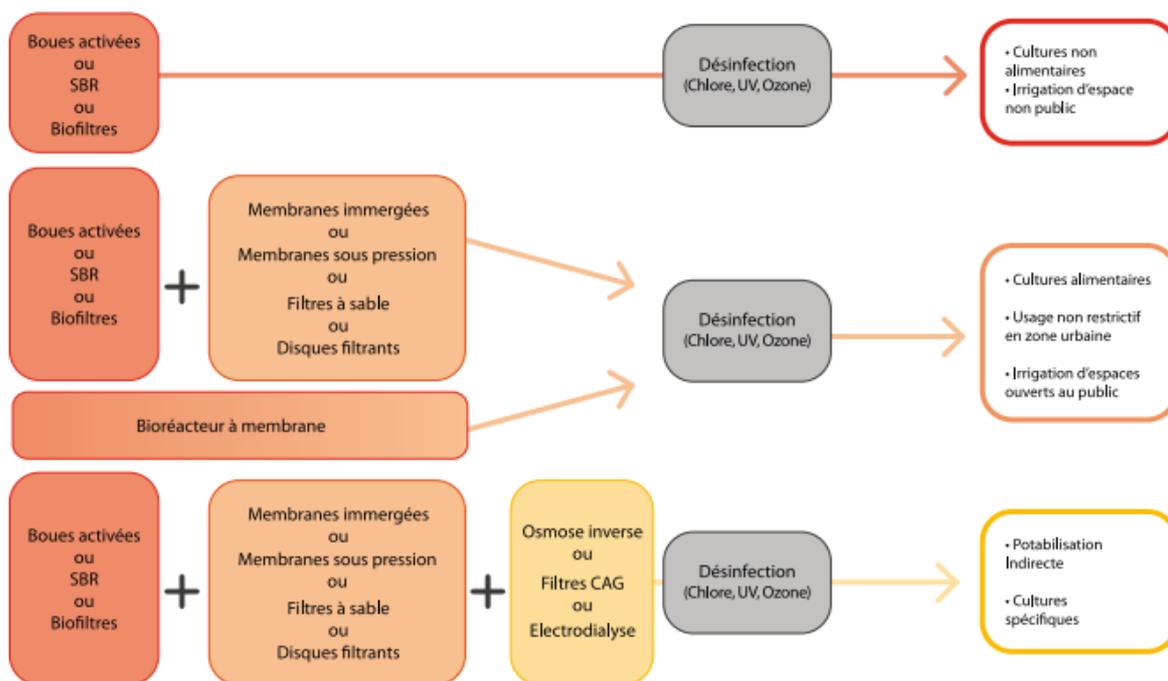
A l'échelle nationale, de nombreux acteurs publics et privés se mobilisent pour une transition vers la REUSE. Des initiatives locales se développent pour concevoir des projets innovants, des partenariats multi-acteurs se développent et des démarches de vulgarisation et de diffusion de connaissance voient le jour. On peut supposer que les retours d'expérience probants issus de projets expérimentaux pourront contribuer à assouplir la réglementation française et l'adapter aux contraintes inhérentes à la REUSE. Les experts préconisent également d'articuler l'approche « ressource-usage » à l'approche « usage-ressource ». Aujourd'hui, on a besoin d'étudier l'usage final avant de dimensionner un projet de valorisation des eaux usées traitées.

En raison ses fortes potentialités, de nombreux experts sont amenés à penser que la REUSE a un bel avenir devant elle. Les besoins en ressources en eau alternatives étant croissants, un développement de cette filière est à prévoir d'ici quelques années si les connaissances sur les risques sanitaires et les techniques s'affinent. Les modes de valorisation des EUT sont par ailleurs assez diversifiés dans le secteur agricole. Notre cas d'étude en production sylvicole est l'illustration d'un système de REUSE durable, économique, techniquement simple et dont les risques sanitaires et environnementaux sont relativement restreints.

Enfin, au niveau plus global, on peut légitimement supposer que la REUSE représente une opportunité pour créer de la richesse sur les territoires, notamment dans les pays faisant face à des pressions hydriques fortes.

ANNEXES

Annexe 1 Les niveaux de traitement pour un usage donné (Synteau, 2012)

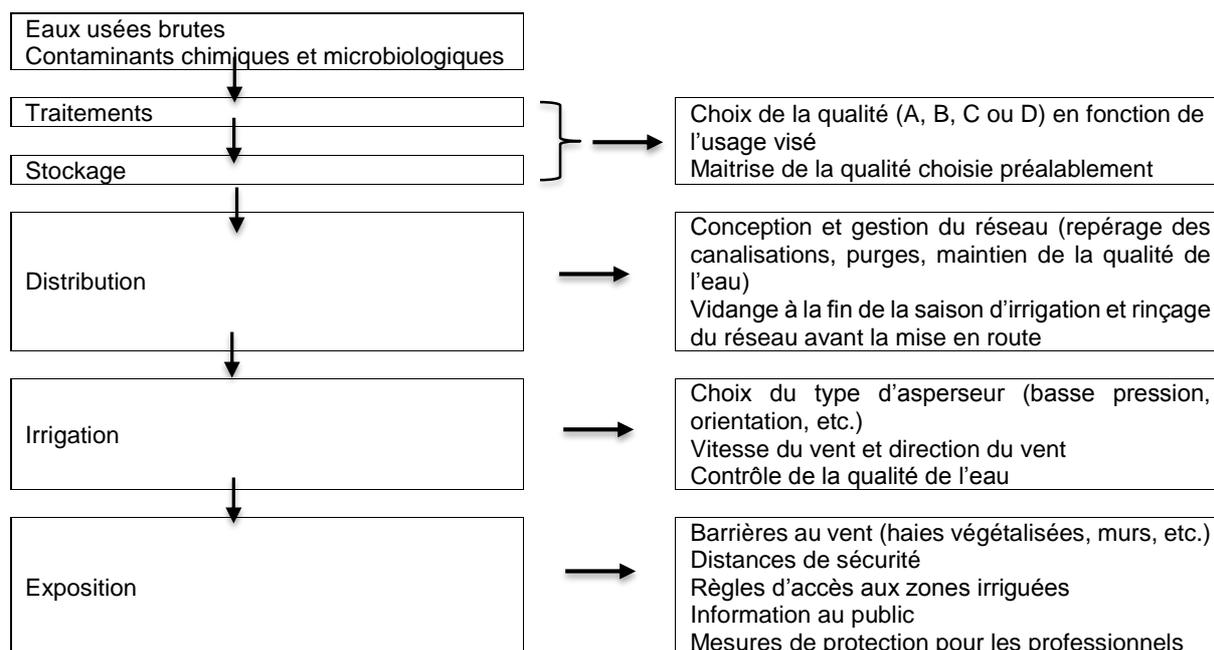


Annexe 2 Tableau récapitulatif : Analyse multidisciplinaire de la REUSE

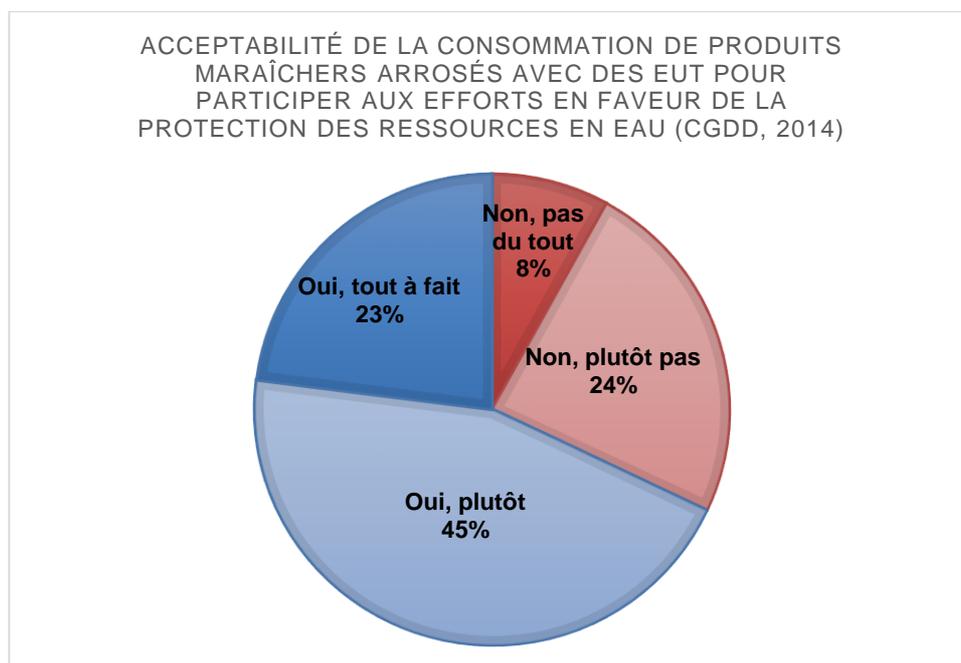
	AVANTAGES ET PERSPECTIVES	LIMITES ET ENJEUX
Niveau global	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion intégrée du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté d'intégrer tous les différents paramètres d'un projet de REUSE pour élaborer un projet adapté au contexte local - Manque de données pour l'analyse du secteur : méthodes encore peu répandues et domaine assez confidentiel/concurrentiel
Aspects réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> - Normes de l'OMS : catégories d'usages plus ou moins exigeantes en fonction de la production visée - Encadrement de la REUSE par des normes européennes pour le traitement des eaux - Réglementation du code de l'Environnement de 2014 en voie de révision 	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementation forte qui freine le développement de projets - Normes parfois peu adaptées aux différents contextes (facteur vent trop restrictif dans les zones côtières par exemple)
Aspects sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de moduler la qualité des eaux à l'usage - Zones contrôlées en fonction de la qualité utilisée - Les campagnes sanitaires n'ont pas soulevé des problèmes en lien avec la REUSE en France 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de contamination/exposition aux polluants associés : nitrates, phosphates, polluants organiques métaux lourds (surtout le Cadmium), agents pathogènes (bactéries, virus, parasites) - Méthode d'évaluation du risque sanitaire : choix de la méthode peut influencer les résultats
Aspects techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Spécificité propres des sites : variabilité des techniques de traitement en fonction de la zone étudiée, de la production, du contexte - Apport d'une ressource en eau fiable, dont le volume est constant toute l'année et indépendant des événements climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Complexité de mise en œuvre - Problèmes de vieillissement accéléré des réseaux de distribution par colmatage - Proximité indispensable de l'offre en eaux usées pour limiter les investissements en réseaux de distribution pour l'optimisation des coûts

	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité temporelle (ressource fiable et disponible toute l'année – peu de saisonnalité) et spatiale (proximité indispensable de la zone irriguée) - Traitement naturel des pollutions par le sol, si l'activité biologique le permet 	<ul style="list-style-type: none"> - Les projets reliés à la REUSE sont tributaires de l'évolution potentielle de la qualité et de la quantité de l'eau disponible
Aspects économiques	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de l'agriculture dans des zones sensibles (manque d'eau, ex dans les zones insulaires, les zones isolées ou éloignées des ressources en eau) - Ressource moins chère que celle issue du dessalement - Dynamisation d'une filière agricole ou sylvicole - Rendement supplémentaire possible par la valeur nutritive de l'eau - Apport d'une ressource en eau fiable, dont le volume est constant toute l'année et indépendant des événements climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Traitements associés complexes, ce qui augmente le coût de production d'eau réutilisable. Rentre en concurrence avec les prélèvements directs dans le milieu - Coûts et bénéfices environnementaux difficilement monétarisables d'un point de vue économique - Consommation d'énergie
Aspects sociaux	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien d'une agriculture péri-urbaine, maintien des paysages 	<ul style="list-style-type: none"> - Perception différentes en fonction des contextes, peuvent être fortement négatives et être un frein au développement des projets - Campagnes de communication à développer sur les enjeux quantitatifs de la ressource et rassurer la population sur ce type de pratiques
Aspects environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> - Economie significative de la ressource en eau claire, réduction de sa sur-exploitation dans les zones sensibles, réduction des déchets à l'amont - Conséquences favorables en termes de pollution du milieu, réduction des rejets de polluants, limite des pollutions dans un milieu récepteur sensible (réduction de l'eutrophisation etc.) - Contribution à une gestion active des aquifères côtiers pour maîtriser l'intrusion saline dans certains cas - Amélioration du cadre de vie pour certains usages (arrosage des terrains de loisirs, des golfs et des espaces verts) 	<ul style="list-style-type: none"> - Conséquences hydrauliquement défavorables pour les cours d'eau à étiage sévère (les sorties des eaux d'épuration sont des ressources supplémentaires déversées dans les cours d'eau : cet aspect peut être problématique en période d'étiage – conflits direct avec les agences de l'eau par exemple) - Sol et eaux : excès d'éléments trace éventuels - Substances à haute concentration de polluants : risques de modification de l'équilibre naturel de l'écosystème
Aspects institutionnels	<ul style="list-style-type: none"> - Approche concertée entre les différents acteurs - Développement de partenariats pour l'évolution des connaissances et le développement de projets 	<ul style="list-style-type: none"> - Problèmes d'interprétation de la réglementation au niveau des services de l'Etat (tendance à la prise de risque sanitaire minimum) - Vision encore « descendante » : l'aval a peu d'influence sur l'amont - Fort besoin d'encourager le partage et la diffusion de connaissances, les données restant encore très confidentielles. - Encourager les efforts de concertation multi-acteurs - Notions de responsabilité, d'éducation, d'autonomie à développer sur ces projets

Annexe 3 VOLET SANITAIRES : Points critiques de la REUSE et recommandations sanitaires issus du rapport de l'Anses sur l'irrigation des cultures et des espaces verts (2012)



Annexe 4 VOLET SOCIAL (1) Résultats d'enquête du CGDD/IFOP « Face au risque de diminution de la quantité d'eau disponible, les Français sont-ils prêts à accepter des changements dans leurs modes de consommation, notamment la réutilisation des eaux usées? »



Cette analyse repose sur une méthode des quotas sur les critères de sexe, d'âge, profession, catégorie d'agglomération, de région, statut d'occupation du logement, sur la base du recensement de la population de 2010 (INSEE).

Annexe 5 VOLET SOCIAL (2) Outils pour accroître la participation de la population aux décisions concernant la REUSE (OMS, 2012)

Finalité	Outil
Éducation et information	Articles de journaux, programmes de radio et de télévision, discours et présentations, déplacements sur le terrain, expositions, dépôts d'informations, programmes scolaires, films, brochures et lettres d'information, rapports, lettres, conférences
Examen et réaction	Réunions d'information, réunions publiques, auditions publiques, enquêtes et questionnaires, tableau questions/réponses, « hotlines » faisant l'objet d'une publicité pour les enquêtes par téléphone
Dialogue interactif	Ateliers, groupes de travail spéciaux, entretiens, comités consultatifs, contacts informels, discussion en groupes d'étude, séminaires

Source : adapté de Crook et al. (1992).

BIBLIOGRAPHIE

Abs, E., 2012. L'Anses propose de nouvelles recommandations pour l'irrigation par aspersion avec les eaux usées traitées. Disponible sur internet : <http://www.actu-environnement.com/ae/news/anses-eau-usee-traitee-irrigation-aspersion-16177.php4>, [consulté le 08/12/2015].

Anses, 2012. Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. Rapport d'expertise collective. p. 150.

ASTEE, 2013. Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques. L'épuration extensive des eaux usées et des matières de vidange : cas de Nègrepelisse. Fiche 6, pp 8-12.

Bel, T., 2015. Traitement des matières de vidange par lits de séchage plantés de roseaux et valorisation des percolats en bois énergie : une approche écologique. 94^e Congrès de l'ASTEE.

CCTVA (Communauté de Communes Terrasses et Vallées de l'Aveyron), 2016a. La STEP du CCTVA, La station MV. Disponible sur internet : <http://www.epuration-negrepelisse.com/fr/> [consulté le 24/01/2016].

CCTVA (Communauté de Communes Terrasses et Vallées de l'Aveyron), 2016b. Les stations d'épuration de Nègrepelisse. La station MV82, la plantation. Disponible sur Internet : http://www.epuration-negrepelisse.com/fr/dossier_station_MV_82_plantation.php, [Consulté le 06/01/2016]

Charland K., 2014. Analyse des perspectives de réutilisation des eaux usées municipales au Québec. Maîtrise en Environnement. Canada, Université de Sherbrooke, p. 78.

CGDD (Commissariat général au développement durable), 2014. *La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation : une solution locale pour des situations critiques à l'avenir*. Le point sur, n°191. 4p.

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. Valbonne, Plan Bleu Les cahiers du Plan Bleu 11.

Condom N., Molle B., Tomas S., Olivier Y., Audouard M., Granier J., 2013. La réutilisation maîtrisée des eaux usées : approfondir les connaissances pour lever les freins et relever les défis. Sciences Eaux & Territoires, pp. 54-57.

GIEC, 2014. Changements climatiques 2014. Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs. 40p.

Jauzein, V., Perot J., Clerc JM., Nauleau F., 2014. Une plateforme R&D dédiée au développement de la Réutilisation des eaux usées traitées en France et dans le Bassin Méditerranéen : NOWMMA. 4p.

Lazarova V., Brissaud F., 2007. L'eau, l'industrie, les nuisances. *Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France*, (N°299), p. 11.

Legifrance, 2014. 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

Lenica, A., 2013. Utilisation des eaux non conventionnelles dans l'agriculture méditerranéenne : enjeux socio-économiques et environnementaux. AgroParisTech, SICMed, 30p.

Loubier, S., Declercq, R., 2014. Analyses coûts-bénéfices sur la mise en œuvre de projets de réutilisation des eaux usées traitées (REUSE). Application à trois cas d'études français. Rapport final. IRSTEA, Ecofilae, 37p.

Nedey, F., Octobre 2015. Utilisation d'eau Non potable. Le blocage français. Hydroplus, n° 230, pp 20-26

Molle B., Brelle F., Bessy J., Gatel D., 2012. Which water quality for which uses? Overcoming over-zealous use of the precautionary principle to reclaim waste water for appropriate irrigation uses. Irrig. and Drain, (n°61), pp. 87-94.

Molle B., Tomas S., Audouard M., Condom N., Labails, JD., 2014. Can Waste Water Be Reused for Irrigation? Irrigazette, n° 145, 5p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2006. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume I : Aspects politiques et réglementaires. Genève. 114p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume II : Utilisation des eaux usées en agriculture. Genève. 254p.

Synteau, 2012. Les fiches Synteau. *Réutilisation des eaux usées traitées : REUSE*, (n°5), p5.

ENTRETIENS

Bel, T., 2016. Communauté de Communes Terrasses et Vallée de l'Aveyron. Interview le 20/01/2016.

Declercq, R., 2016. Chargé de projets chez Ecofilae. Interview le 13/01/2016.

Fraysse, J.Y., 2016. FCBA, Pôle de Biotechnologie et Sylviculture Avancée. Interview le 11/01/2016.

Lazarova, V., 2016. Chef de projet Suez Environnement, Experte dans la Réutilisation des Eaux Usées. Interview le 08/01/2016.

Molle, B., 2015. Chercheur à l'IRSTEA, Responsable de PRéSTI (Plateforme de Recherche et d'expérimentation en Sciences et Techniques d'Irrigation). Interview le 18/11/2015.

Savary, P., 2016. Gérant du bureau d'Etudes « Etudes Conseils Eau ». Interview le 08/01/2016.

AUTRES RESSOURCES UTILES

Boutin C., Héduit A., Helmer J., 2009. Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) - Rapport final. France, ONEMA, CEMAGREF

Mara D.D., Cairncross S., 1991. Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture: mesures pour la protection de la santé publique. Genève, Weltgesundheitsorganisation (Éd.), 205p.

Molle, B., Garnaud, S., 2010. Réutilisation des eaux usées : technologies disponibles pour l'épandage et premiers retours d'expérience. Pollutec 2010, Résumé des interventions. ONEMA, Cemagref, 4p.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2011. Produire plus avec moins guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne. Rome, FAO.

Winpenny J.T. (Éd.), 2010. *The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 129 p. FAO water reports.

Autres synthèses disponibles

Titre	Année de parution
Adaptation technique des villes méditerranéennes au risque inondation en contexte de changement climatique	2015
Retour d'expériences sur les mesures d'adaptation liées à la gestion de la ressource en eau aux changements climatiques au travers des SRCAE et des PCET des grandes collectivités	2015
Les énergies renouvelables : une alternative pour la production et l'économie d'énergie dans le domaine de l'eau et de l'assainissement	2015
Agroforesterie et ressources en eau : les pratiques anciennes en réponse aux problématiques modernes	2015
La compétence communale « gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations » Quel dispositif de création pour quelle mise en œuvre ?	2015
Caractérisation et évaluation des dommages environnementaux liés à l'eau en France	2015
La loi Oudin-Santini, dix ans après	2015
Vers une économie circulaire dans le domaine de l'eau	2015
Changement de mode de gestion des services d'eau : les transferts de personnels et de moyens techniques entre DSP et régie	2014
Eau et économie verte : enjeux, risques et opportunités autour de la Méditerranée	2014
L'accès au financement pour les acteurs locaux africains pour investir dans les services d'eau et d'assainissement	2014
Prix de l'eau et recouvrements des coûts : quelles pratiques et retours d'expérience en Europe ?	2014
La mise en place d'un contrat d'objectifs entre autorité et exploitant publics comme outil pour améliorer les performances des services d'eau	2014
Réutilisation des eaux usées et des excréta	2014
Nouvelles pollutions médicamenteuses : Quels risques ? Quelles solutions ?	2014
La place de l'hydromorphologie dans l'atteinte du « bon état »	2013
Analyse critique des stratégies de gestion et de mobilisation de la ressource en eau pour s'adapter au changement climatique	2013
La gestion intégrée des eaux littorales : Quelle stratégie française ?	2013
Villes durables. Eau, énergie et urbanisme	2013

Retour d'expérience sur la valorisation du biogaz : Contraintes techniques et réglementaires	2013
La réforme de la Politique Agricole Commune pour 2014-2020 et la Gestion de l'eau»	2013
Les marchés publics dans la gestion des services d'eau et d'assainissement collectif en France	2013
Les stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse en agriculture en Méditerranée	2012
Les conséquences hydrologiques et hydrogéologiques de l'exploitation des gaz de schiste	2012
Quelles structures locales de gestion de l'eau pour la mise en oeuvre de la DCE ? Application au bassin Rhône Méditerranée à partir d'expériences acquises et d'innovations proposées en France	2012
Application de la DCE à la gestion quantitative des ressources en eau	2012
Les effluents liquides hospitaliers	2012
Capacité d'acceptation de la pollution domestique résiduelle par des zones naturelles	2012
Les Normes de Qualité Environnementale de la Directive Cadre sur l'Eau Historique, définition et Modalités de mise en oeuvre en France	2012
Les impacts de l'application française de la politique agricole commune et de la fiscalité française sur les zones humides	2011
La gestion durable du risque inondation. Cas des polders de la vallée du Rhin	2011
Irrigation - Les marchés de l'eau : quels impacts ?	2011
Les techniques alternatives d'assainissement : quelle efficacité en termes de lutte contre les inondations ?	2011
Nouvelles sources d'appoint en eau potable Etude de trois prototypes	2011
Retours d'expérience européens sur l'application de la Directive Cadre sur l'Eau : Quelles difficultés ? Quels enseignements ?	2011
Les impacts de l'application française de la politique agricole commune et de la fiscalité française sur les zones humides	2011
Gestion quantitative conjointe des eaux souterraines et des eaux de surface	2010

Retrouvez tous les titres disponibles :
<http://documentation.oieau.fr/publications/syntheses-techniques>



648 rue Jean-François Breton – BP 44494
34093 MONPELLIER CEDEX 5

Tél. : (33) 4 67 04 71 00

Fax. : (33) 4 67 04 71 01

www.agroparistech.fr



*Office
International
de l'Eau*

15 rue Edouard Chamberland
87065 Limoges Cedex

Tél. (33) 5 55 11 47 80

Fax. (33) 5 55 11 47 48

www.oieau.org