

# Valeur économique de l'eau usée traitée

■ J. CHENOWETH<sup>1</sup>, B. DURHAM<sup>2</sup>, L. JOB<sup>3</sup>

Mots-clés : eaux usées, énergie incorporée, externalités, ressource en eau, valeur économique

## Introduction

L'eau douce est une ressource limitée et indispensable à la vie, au maintien de l'environnement et au développement économique [Dublin Statement on Water and Sustainable Development, 1992]. La valeur réelle de l'eau n'est pas nécessairement associée à son prix ou son coût mais plutôt à son rôle dans l'amélioration de l'environnement, de l'économie et de la qualité de vie de la population [NWRRI, 1999]. L'augmentation de la demande en eau, la concurrence au sujet des ressources en eau limitées et l'incertitude liée au changement climatique encouragent la recherche de nouvelles ressources en eau, mais également une utilisation de l'eau plus efficace et la réutilisation d'eau de plus faible valeur pour des usages de plus forte valeur. L'eau usée traitée constitue ainsi une ressource en eau fréquemment sous-évaluée, bien qu'elle soit facilement mobilisable dans toute région suffisamment peuplée.

De nombreux termes sont utilisés dans la littérature traitant des eaux résiduaires et des eaux résiduaires traitées, avec des différences subtiles dans leur signification et implications. Le terme « eaux usées » par exemple désigne des eaux résiduaires qui ont été utilisées par un foyer, une communauté, une ferme ou une industrie, et qui est souvent rejetée après utilisation [EIONET, 2007]. Cette description des eaux usées a aussi été adoptée par CCWater ([www.ccwater.org.uk](http://www.ccwater.org.uk)) et PUB NEWater Singapore [Expert Panel Review, 2002]. D'autres termes couramment utilisés

sont ceux d'« eau grise » et d'« eau noire ». Les eaux grises proviennent de la cuisine, de la salle de bain ou d'une lessive et ne contiennent pas de concentrations substantielles d'excréta, alors que les eaux d'égouts sont un mélange d'excrétas et de l'eau utilisée pour les évacuer, qui peut avoir été utilisée précédemment pour d'autres usages domestiques [World Health Organization, 2006]. Les eaux noires proviennent des toilettes. Parmi les autres termes concernant la réutilisation des eaux usées traitées, on peut citer « eau (usée) recyclée », « eau (usée) épurée », « eau (usée) récupérée » et « eau (usée) réutilisée » [PO et al., 2005]. L'eau récupérée a été définie comme une eau dérivée des réseaux d'égout ou des procédés industriels puis traitée selon des normes appropriées pour l'usage qu'on compte en faire [EPA Victoria, 2003]. Le terme « eaux usées » sera utilisé dans cet article pour décrire des eaux résiduaires non traitées et celui d'« eau recyclée » pour de l'eau usée traitée réutilisée.

## 1. Traitement d'un déchet ou recharge d'une ressource ?

### 1.1. Contexte

Même les pays relativement riches en eau, comme l'Europe du Nord, doivent faire face à un déséquilibre croissant entre les ressources et les demandes en eau, à la fois pour la consommation et les besoins environnementaux. Il existe de nombreux exemples illustrant cette pénurie croissante, comme la demande d'autorisation émise par la société Thames River pour la construction de la première usine de dessalement des eaux saumâtres de rivière à grande échelle, à cause du manque de ressources en eau facilement mobilisables pouvant être exploitées pour satisfaire la demande en eau croissante de la ville de Londres

<sup>1</sup> University of Surrey, Guildford, Surrey, GU2 7XH, UK.  
Mél. : [j.chenoweth@surrey.ac.uk](mailto:j.chenoweth@surrey.ac.uk)

<sup>2</sup> Veolia Eau, 52 rue d'Anjou, 75384 Paris Cedex 08, France.

<sup>3</sup> Université de Versailles Saint-Quentin-en Yvelines.  
Mél. : [Louis.job@c3ed.uvsq.fr](mailto:Louis.job@c3ed.uvsq.fr)

[Thames Water, 2007]. Un autre exemple est la décision du gouvernement chinois de diminuer la consommation d'eau de 69 milliards de m<sup>3</sup> d'ici 2010 car sur 660 villes, 400 manquent d'eau et 136 ont fait état d'une grave pénurie [WEF, 2007].

Le danger de pénurie a motivé la recherche de ressources alternatives. En Australie par exemple, [RADCLIFFE *et al.*, 2004] affirment que les agences de l'eau doivent admettre que dans un pays sec, les effluents d'eaux résiduaires (eaux traitées), les eaux d'orage et les eaux de pluie sont une ressource en eau complémentaire et non des déchets à éliminer. Le traitement des eaux usées les rend en effet aptes à une réutilisation directe ou indirecte, ce qui permettrait de réduire ce déséquilibre entre offre et demande. De façon non planifiée, l'usage potable d'eau usée traitée a déjà lieu dans la plupart des grandes villes d'Europe [BIXIO *et al.*, 2006] et à grande échelle le long du Rhin et de la Tamise, du Mississipi aux États-Unis et du fleuve Yangtze en Chine [Expert Panel Review, 2002]. L'eau recyclée constitue ainsi une part importante des ressources en eau douce utilisée à travers la plus grande partie de l'Europe.

En matière de tensions hydriques, on peut encore citer le cas de pays du bassin méditerranéen dont certains sont semi-arides, voire même arides [ANGELAKIS *et al.*, 1999 ; KHOUZAM, 2003] et pour lesquels l'eau traitée pourrait bientôt constituer une ressource en eau indispensable.

## 1.2. Réglementation existante

L'industrie de l'eau et les structures institutionnelles ont fait, à juste titre, de la santé publique et environnementale leurs priorités. En conséquence, la production d'eau potable et la gestion des eaux usées sont souvent traitées comme des secteurs indépendants. Cependant, Water UK affirme que le traitement correct des eaux résiduaires et leur retour dans l'environnement naturel (rivières et mer) est un élément clé du cycle de l'eau, car il protège la vie au sein des rivières et fait en sorte que toutes les sources d'eau soient propres et puissent être facilement utilisées pour l'approvisionnement du public [Water UK, 2006].

De même, la directive « Eaux résiduaires urbaines » (ERU) [Directive européenne 91/271/EEC du 21 mai

1991] a été établie pour éviter les impacts négatifs que pourraient avoir sur l'environnement le rejet d'eaux urbaines insuffisamment traitées dans le milieu naturel. La directive ERU déclare que :

- il est en général nécessaire de soumettre les eaux usées urbaines à un traitement secondaire,
- les itinéraires d'évacuation doivent réduire au maximum les effets négatifs sur l'environnement,
- les eaux usées traitées doivent être réutilisées lorsque cela se révèle approprié,
- les autorités compétentes ou les organes appropriés doivent veiller à ce que le rejet des eaux usées provenant des stations d'épuration (STEP) des eaux urbaines résiduaires soit soumis à des réglementations préalables et/ou à des autorisations spécifiques.

On ne peut nier que les eaux usées peuvent présenter des dangers pathogènes pour la santé et la demande en oxygène élevée peut faire suffoquer l'écosystème. Cela explique entre autres l'intérêt que lui porte le Conseil supérieur de l'hygiène. Cependant, ces eaux ne contiennent que 1 % de déchets et 99 % d'eau. Les bénéfices liés au traitement des eaux usées ne seraient-ils pas mieux compris si au lieu de parler d'un processus d'évacuation, on décrivait plutôt un processus de production de biens valorisables à partir de déchets municipaux ?

En effet, l'eau ne disparaît pas du cycle de l'eau après avoir été utilisée mais au contraire se transforme en « eau usée » qui, après un traitement approprié, est reversée dans l'environnement pour réalimenter les ressources en eau douce. Dans les bassins-versants et les régions pauvres en eau où l'utilisation de l'eau a un coût d'opportunité (lorsque l'eau est utilisée pour une certaine application, on renonce aux avantages qu'on aurait pu tirer d'un autre usage) et un coût d'évitement (pour ne pas avoir à investir dans de nouvelles ressources en eau), cette eau recyclée pourrait acquérir une importante valeur économique.

Le but de cet article est de traiter la question suivante : comment déterminer la valeur économique de l'eau traitée ? Il s'attachera à répondre à cette question en commençant par étudier brièvement les différences importantes entre coût, prix et bénéfice économique fourni par la disponibilité en eau recyclée. Il examinera ensuite les différentes approches permettant de déterminer la valeur économique de l'eau

usée traitée ou recyclée, puis proposera des axes de recherche pour développer une méthodologie.

## 2. Coût, prix et valeur économique

### 2.1. Coûts

Le coût de la maîtrise de la pollution de l'eau représente 0,8 % du PIB dans plusieurs États membres de l'Union Européenne et a absorbé plus de 50 % des investissements dans le domaine de l'environnement durant ces dernières décennies. En France, le rapport de l'investissement dans l'assainissement à la valeur de la production était de 63 % en 2004 [IFEM, 2006]. Malgré le caractère banal des eaux d'égouts par rapport à d'autres problèmes environnementaux, ces dernières peuvent donc empiéter sur d'autres besoins si elles sont mal gérées. La raison principale des retards dans l'application de la directive ERU est son coût élevé, c'est pourquoi les approches éco-efficientes permettant de minimiser les coûts méritent plus d'attention. Une plus grande importance accordée à la rentabilité économique, ainsi que des incitations économiques à réduire la production d'eaux usées à la source sont vraisemblablement les clés d'une mise en place plus rapide et économique de la directive ERU dans les États membres. On peut s'attendre à ce que la politique de cohésion, à travers les Fonds de cohésion et les Fonds structurels, continue à soutenir la construction de stations d'épuration dans les 10 nouveaux États membres, à l'aide de son budget prévisionnel de 336 milliards d'euros pour 2007-2013 [EEA, 2005].

Le coût de la gestion de l'eau est l'outil économique le plus communément utilisé pour réguler l'industrie de l'eau. L'objectif est de minimiser le coût global (intégrant l'amortissement du capital et les coûts d'exploitation) pour atteindre les standards définis par la collectivité. Des modèles de coûts ont été développés en Europe pour permettre une application équitable de la directive cadre sur l'eau et sont utilisés par des régulateurs financiers tels que l'OFWAT pour des analyses coût-bénéfice. Des études de recherche et développement financées par l'UE sont actuellement menées au sein du projet Aquamoney ([www.aquamoney.ecologic-events.de](http://www.aquamoney.ecologic-events.de)).

### 2.2. Prix

Le prix que les consommateurs paient pour l'eau est une décision en partie régulée par le gouvernement et basée sur des considérations politiques et économiques. Les économistes sont conscients que des ressources en eau sous-évaluées créent une demande en eau artificielle, que ce soit pour les usages urbains, industriels ou agricoles, c'est-à-dire que ce qui est généralement considéré comme des « besoins » en eau n'est en fait qu'un désir né d'une eau peu chère. Le recouvrement des coûts, peut-être facilité par un renforcement des structures tarifaires par blocs, a été proposé comme une solution appropriée à de nombreux problèmes de « pénurie d'eau » artificiels [YOUNG, 2005]. En effet, pour inciter à une réduction de la consommation, on peut établir des tranches de tarifs telles que le prix s'accroisse plus que proportionnellement pour des niveaux de consommation élevés. La politique de la DCE est en faveur du recouvrement des coûts par le prix du service de l'eau en Europe. Cependant, la détermination du prix de l'eau est un sujet complexe, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il s'agit d'un bien commun essentiel pour nos communautés. De plus, l'approvisionnement en eau est une industrie de réseaux à rendements croissants, ce qui signifie que l'on est en situation de monopole naturel : le prix optimum ne peut pas être obtenu en situation de concurrence libre et parfaite mais doit souvent être régulé et déterminé par les autorités publiques (ce qui est le cas actuellement). Enfin, l'eau est caractérisée par des externalités positives et négatives importantes, qui par définition ne sont pas prises en compte dans la détermination du prix de l'eau par le marché. Les externalités positives possibles sont par exemple un écrêtement des crues et la création d'espaces aquatiques récréatifs, tandis que les externalités négatives comprennent entre autres des modifications du cycle d'écoulement naturel des rivières ou une diminution de la biodiversité et de la qualité de l'eau dans le milieu naturel [HATTON MACDONALD *et al.*, 2005]. Lorsque les nappes souterraines sont une importante source d'eau douce, l'intrusion saline est une autre externalité négative potentielle liée aux prélèvements d'eau, et la plupart des systèmes d'approvisionnement consomment des quantités importantes d'énergie pour le traitement de

l'eau, la désinfection et le pompage, créant d'autres externalités négatives par la pollution associée à la production d'énergie.

Tout cela rend la détermination du prix de l'eau difficile. Mais déterminer la valeur économique des eaux usées traitées ou de l'eau réutilisée est encore plus complexe.

### 2.3. Valeur économique

La « vraie » valeur économique de l'eau est la donnée la plus importante mais aussi la plus difficile à mesurer. Elle devrait être basée sur des bénéfices environnementaux, sociaux et économiques évalués sur des critères tels que le développement durable et la rentabilité économique, qui sont de bons moyens pour évaluer les avantages tirés de l'eau. La vraie valeur de l'eau n'est pas nécessairement liée à son prix ou son coût marchand qui, par définition, n'intègre pas les externalités mais plutôt à son rôle dans l'amélioration de l'environnement, de l'économie et de la qualité de vie de la population [NWRI, 1999 ; MORGAN et HOWENS, 2001]. La valeur économique est notamment à relier au surplus des consommateurs, c'est-à-dire au bénéfice net tiré de la qualité et de la disponibilité de l'eau. Il est nécessaire de développer une méthodologie pour mesurer les différents types de surplus du consommateur pour en déduire la valeur économique de l'eau traitée.

Au sein de l'UE, la directive cadre sur l'eau (DCE) [Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000] intègre clairement les considérations économiques au sein de la gestion de l'eau. En effet, elle exige de chaque district hydrographique la réalisation d'une analyse économique des usages de l'eau, l'objectif principal étant d'évaluer l'importance de l'eau dans le développement socio-économique du bassin. Cette analyse permettra à son tour d'identifier les usages de l'eau primordiaux, qui seront présentés au public en 2007 lors de la phase de consultation prévue par la DCE, puis d'effectuer une analyse coût-bénéfice par l'étude d'arbitrages possibles entre le développement socio-économique et la protection de la ressource [WATECO, 2002]. Cela nous permettra de voir dans quelle mesure l'analyse économique permet de déterminer la valeur économique et l'importance de l'eau recyclée pour la communauté du bassin-versant.

Avant de pouvoir donner une valeur économique au traitement de l'eau, il faut d'abord analyser les bénéfices liés à ce traitement.

## 3. Bénéfices liés au traitement de l'eau

### 3.1. Diminution des externalités négatives liées à l'eau

L'eau recyclée peut réduire certaines externalités négatives liées au prélèvement d'eau douce dans le milieu naturel. [ANDERSON, 2006] affirme que l'eau traitée rejetée dans la rivière en aval d'une prise d'eau peut satisfaire une partie des besoins en eau de l'environnement, permettant ainsi un meilleur rendement du système. La politique de diminution des coûts a entraîné la centralisation des stations de traitement des eaux usées. En conséquence, les réseaux d'égouts peuvent éviter la rivière locale et l'eau usée alimente alors directement par gravité la station de traitement centrale. Une autre possibilité est de déplacer les points de rejet d'eaux traitées en amont du bassin pour fournir un débit plus important dans les rivières (locales) [SAGE, 2004]. Cependant, de tels projets ne correspondent pas à une politique du moindre coût et sont donc plus difficiles à justifier. Le rejet en amont du bassin aide l'environnement et la rivière à recharger les aquifères de façon à maintenir la disponibilité de la ressource. Dans certaines rivières, comme la Gipping dans la région d'East Anglia, les débits d'étiages ne sont atteints que grâce aux rejets d'effluents de STEP [HOL, 2006]. Au Royaume-Uni, le comité scientifique et technique de la Chambre des Lords a souligné le fait que, dans de nombreux cas, l'effluent traité est rejeté dans les estuaires de rivière ou dans la mer, ce qui signifie qu'il est alors inutilisable pour l'approvisionnement en eau potable (AEP). Ce comité affirme de plus son accord avec CIWEM, qui soutient que le principe de transférer de l'eau traitée de façon appropriée depuis la station d'épuration située près de la limite tidale (c'est-à-dire la limite d'influence de la marée) d'une rivière vers l'amont de cette même rivière est aujourd'hui d'actualité [HOL, 2006]. La diminution de la recharge et de la disponibilité résultant d'une politique de traitement centralisée peut-elle être mesurée en tant qu'externalité économique ? L'eau recyclée peut aussi être

parfois de meilleure qualité que l'eau de la rivière [SALA L., 2007] et serait ainsi plus appropriée pour la recharge des rivières « propres » que les rivières de moins bonne qualité.

### 3.2. Augmentation de la disponibilité

La faculté de disposer d'eau à tout moment est rarement appréciée à sa juste valeur. Pourtant, l'impact de la sécheresse ou du stress hydrique lié à la densité de population est non négligeable et peut parfois devenir très lourd à porter du point de vue économique. Durant la sécheresse de 2005 qui a touché toute l'Europe, le Portugal a ainsi vécu l'une des périodes les plus sèches de ces 100 dernières années, l'Espagne et la France ont dû mettre en place des restrictions d'eau et le secteur agricole a subi de lourdes pertes de récoltes. La perte totale a été estimée à plus de 3 milliards de dollars. Quant à la sécheresse de 2003, elle a coûté 28 euros par personne en Europe [MUNICH RE, 2006]. La Chine a subi des pertes économiques dues aux inondations et aux sécheresses s'élevant à 0,8 % et 1,2 % de son PIB respectivement.

De plus, des études récentes suggèrent qu'une augmentation de 2°C de la température globale pourrait entraîner une diminution de 20 % des ressources en eau disponibles et par conséquent des rendements agricoles en Europe du Sud [STERN, 2006].

De grandes villes comme Londres et Berlin dépendent déjà de l'eau recyclée pour recharger leur cycle de l'eau partiellement fermé (figure 1). Ainsi entre 14 et 80 % de leur production d'eau potable provient indirectement de l'eau recyclée [HEINZMANN, 2005 ; Mayor of London, 2007].

À titre d'exemple, la Tamise draine une surface de 12 000 km<sup>2</sup> et alimente une population d'environ 12 millions de personnes. Plus de 75 % de l'approvisionnement public en eau dans la vallée de la Tamise proviennent directement de la rivière et de ses affluents, et les 25 % restants des eaux souterraines. En moyenne, plus de 55 % des précipitations annuelles dans le bassin-versant sont prélevés pour l'utilisation humaine. La Tamise est utilisée comme circuit d'évacuation pour les effluents de plus de 350 STEP, dont certaines sont les plus grandes d'Europe. La réutilisation indirecte en aval des effluents traités constitue environ 12 % des ressources annuelles moyennes disponibles pour l'approvisionnement public en eau. Cependant, dans certaines parties du bassin inférieur, ce chiffre peut monter à presque 70 % durant un été sec. La disponibilité en eau dans la région de la Tamise (265 m<sup>3</sup> par personne et par an) est beaucoup plus basse que dans beaucoup de pays pourtant considérés comme chauds et secs, comme par exemple l'Espagne (2 775 m<sup>3</sup>/pers/an) [Thames Water, 2003].

[BIXIO *et al.*, 2006] remarquent que l'intérêt croissant pour l'utilisation de l'eau recyclée pour la recharge artificielle de nappe, comme moyen d'éviter ou de réduire les intrusions salines dans les aquifères des régions côtières mais aussi pour stocker l'eau pendant l'hiver pour pouvoir la réutiliser pendant l'été. En cas de pénurie d'eau, lorsque chaque goutte d'eau compte, il n'est pas logique de perdre ainsi des ressources en eau douce dans la mer alors qu'il y a une justification économique, environnementale et sociale claire à leur utilisation. La seule alternative est en effet de rejeter l'eau douce dans la mer puis de dessaler l'eau de mer

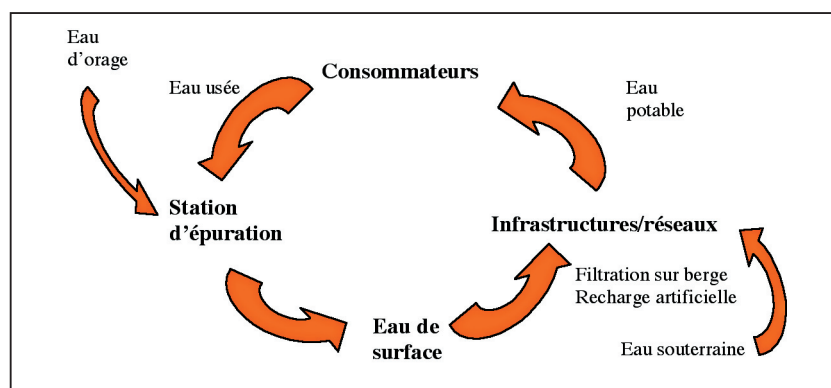


Figure 1. Le cycle de l'eau partiellement fermé de la ville de Berlin

à un coût économique et écologique élevé. Le nouveau projet de recharge de rivière et de nappe à Barcelone est un très bon exemple de cycle de l'eau partiellement fermé dans une région côtière [COMPTE, 2005].

### 3.3. Esthétique publique et privée, bénéfices liés aux habitats récréatifs et sauvages, biodiversité et préservation des écosystèmes

De plus en plus, ces bénéfices sont reconnus et considérés comme importants. Dans les pays développés, la population considère les rivières et ruisseaux comme des lieux privilégiés d'activités récréatives. Dans les pays en développement, les activités aquatiques récréatives sont souvent des activités peu coûteuses et qui de plus attirent les touristes [DE SAIGUE, LESGARDS *et al.*, 1999 ; YOUNG, 2005]. Cette valeur récréative et touristique constitue peut-être l'une des motivations principales à l'origine de la DCE européenne, qui place la protection de l'habitat comme prioritaire par rapport au prélèvement.

Jules PRETTY a effectué un rapport sur les coûts environnementaux de l'eutrophisation des masses d'eau douce en Angleterre et au Pays de Galles [PRETTY, 2003]. Il considère que l'impact économique de l'eutrophisation, du traitement supplémentaire de l'eau potable et de la réduction du prix de l'immobilier et du nombre de touristes est environ équivalent à 0,4 euro par m<sup>3</sup> et par an.

Ces bénéfices sont pour la plupart intangibles, et donc difficiles à évaluer. Cependant il existe des moyens de les mesurer en des termes quantifiables, par exemple par une comptabilité énergétique ou en ayant recours à une « Analyse du cycle de vie », méthodes présentées ci-dessous.

## 4. Évaluation énergétique et Analyse du cycle de vie

### 4.1. Principe

L'énergie dite « incorporée » d'un matériau est l'énergie nécessaire (à la fois directement et indirectement) pour extraire, produire, utiliser et recycler le matériau [TROY *et al.*, 2007]. La mesure de l'énergie incorporée depuis le prélèvement de l'eau jusqu'à la recharge de la rivière pourrait fournir une précieuse indication de l'impact environnemental des solutions de gestion de l'eau alternatives et mettre en lumière

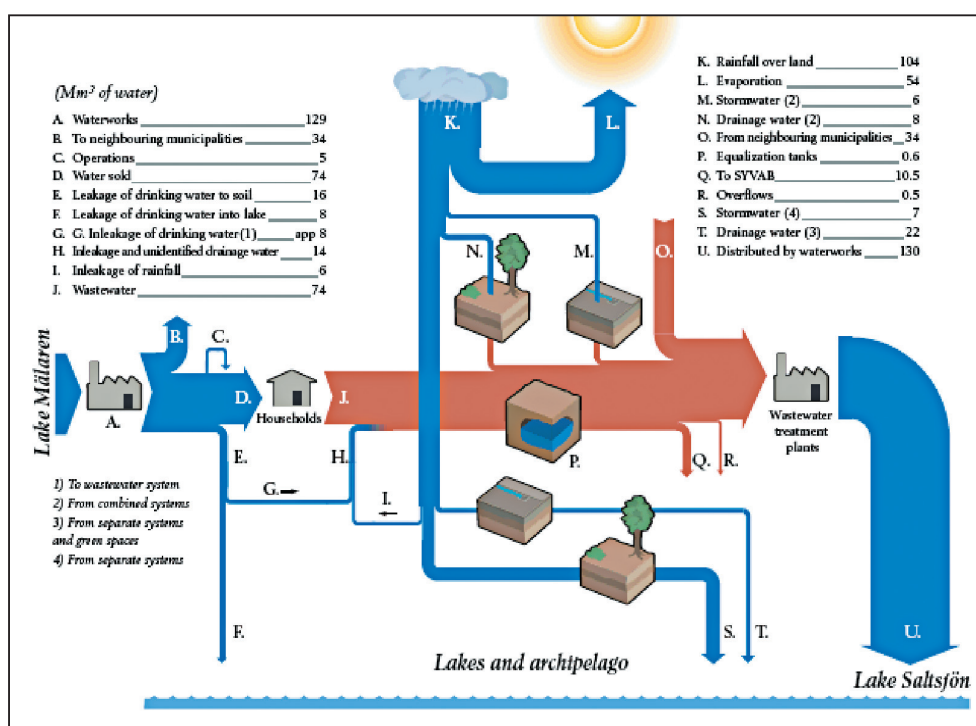
l'importance de l'eau traitée comme une ressource et non comme un déchet à évacuer. L'énergie est la valeur la plus facile à mesurer et d'autres types d'industries mesurent l'énergie incorporée dans des produits comme l'acier et le béton, de même que l'énergie totale et les coûts d'exploitation impliqués dans la production. L'avantage du calcul de l'énergie incorporée est qu'il n'est pas influencé par les subventions liées à l'eau ou les coûts de l'énergie, les taux de change ou le PIB [GEORGESCU-ROEGEN, 1971 ; PASSET, 1979 et 1990 ; AYRES et WARR, 2005].

Les industries de l'énergie, du transport et des déchets ont développé le projet « Examen des données concernant les coûts externes » (RED : "Review of Externalities Data"), mesure d'accompagnement financée par la Commission européenne dans le cadre du programme « Énergie, Environnement et Développement durable » de la direction générale pour la Recherche. Le RED évalue l'état des recherches concernant les externalités et le niveau des connaissances acquises jusqu'à maintenant dans ce domaine, en :

- effectuant une étude bibliographique de grande ampleur sur la littérature concernant les externalités en Europe et dans d'autres régions du monde,
  - développant une base de données des externalités, regroupant également les informations utiles à la compréhension du contexte de chaque étude,
  - décrivant l'étendue des questions traitées en utilisant l'analyse des externalités et en évaluant les forces et les faiblesses des différentes approches et études.
- Jusqu'à présent, ce travail a surtout concerné les externalités environnementales de la production d'énergie, des transports et des déchets. Des informations ont également été fournies concernant l'agriculture et l'industrie, bien que la littérature quantitative soit moins fournie dans ces domaines. Un résultat important de ce projet a été la création de la base de données RED, qui regroupe les données tirées de toutes les sources pertinentes relevées et analysées [RED, 2003]. L'industrie de l'eau a-t-elle besoin d'une base de données similaire évaluant les externalités de façon à ce que l'UE puisse mesurer la valeur de l'eau traitée ?

### 4.2. Résultats obtenus

Les résultats produits par SALA et SERRA en Espagne [SALA et SERRA, 2004] et les données du Global


 Figure 2. Solde massique de Stockholm Watten ([www.stochholmwatten.se](http://www.stochholmwatten.se))

Water Index (GWI) indiquent que l'énergie incorporée investie dans l'eau « de la source à la source » (extraction d'eau de surface, usage potable, traitement de l'eau usée et recharge en surface) est d'environ 4,2 kWh/m<sup>3</sup>.

Le rapport 2005-2006 « Towards Sustainability » de Water UK [Water UK, 2006] confirme que les industries de l'eau d'Angleterre et du Pays de Galles consomment 0,586 kWh/m<sup>3</sup> pour l'eau potable et 0,634 kWh/m<sup>3</sup> pour l'eau usée [Water UK 2, 2006]. La consommation moyenne totale « de la source à la source » est estimée à 1,22 kWh/m<sup>3</sup>.

Pour l'ensemble de l'Allemagne, l'énergie consommée pour les services d'eau potable est d'environ 1 kWh/m<sup>3</sup> et environ 51 kWh/équivalent habitant/an pour les services d'eaux usées. Une étude portant sur 85 STEP fournissant des services pour 3,5 millions d'équivalents habitants (EH) dans un Land allemand a obtenu la valeur de 75 kWh/EH/an [OEWA, 2007] (~1,7 kWh/m<sup>3</sup>), c'est-à-dire un total « de source à source » d'environ 2,7 kWh/m<sup>3</sup>.

Stockholm Water estime que l'énergie électrique et calorifique nécessaire à la production d'eau potable est

de 1,5 kWh/m<sup>3</sup> et que l'énergie totale pour les eaux potable et traitée (traitement, distribution et collecte) est de 110 kWh/EH/an, c'est-à-dire environ 2,15 kWh/m<sup>3</sup> « de la source à la source ».

La moyenne énergétique sur ces quatre exemples « de la source à la source » est de 2,56 kWh/m<sup>3</sup> (figure 2). Si l'on effectue un calcul énergétique concernant le procédé de recyclage des eaux usées traitées, on constate que malgré les importants besoins en énergie des traitements des eaux potable et usée, la production d'eau recyclée potable peut permettre des économies d'énergie. De plus, une analyse du cycle de vie (ACV) montre que le traitement d'eau recyclée potable demande moins d'énergie que le dessalement d'eau de mer (malgré le fait que l'eau dessalée puisse être injectée directement dans le réseau potable), mais qu'il demande plus d'énergie que la production à partir d'eau douce. En effet, les STEP sont souvent situés dans des endroits de faible altitude, et l'eau recyclée produite doit donc être pompée pour être réutilisée [STOKES *et al.*, 2006].

Il faut noter que les coûts d'énergie et donc l'analyse économique dépendent beaucoup du lieu. Par exemple, lorsque l'augmentation de l'approvisionnement

ment en eau douce nécessite des pompes importants à partir de nouvelles sources, l'eau recyclée peut alors demander beaucoup moins d'énergie en réduisant en même temps les externalités négatives [ANDERSON, 2006].

Le calcul énergétique n'est pas le seul moyen de donner une valeur à l'eau traitée. Nous allons maintenant nous intéresser à d'autres méthodes d'évaluation possibles.

## 5. Autres méthodes d'évaluation de l'eau traitée

### 5.1. Difficulté de la mise en œuvre

Donner une valeur à l'eau est complexe car ce bien peut en fait constituer plusieurs produits différents, avec des attributs qui varient dans le temps, l'espace et la forme. Il est clair que les caractéristiques uniques de l'eau en font une ressource réellement inhabituelle : pour de nombreuses raisons physiques, économiques, sociales et économiques, elle présente des défis particuliers que ce soit pour la mesure des bénéfices (économiques) ou des coûts ou pour la mise en place d'institutions appropriées [YOUNG, 2005]. Comme il a déjà été mentionné, le marché de l'eau n'est pas un marché de biens « normal », étant donné que la plupart des systèmes d'approvisionnement en eau sont assimilables à des monopoles naturels, laissant peu de marge au consommateur quant au choix de leur fournisseur, sans compter le fait que l'eau est une nécessité absolue pour la vie humaine et l'hygiène. Du fait de ces caractéristiques uniques, au lieu d'attribuer directement une valeur à l'eau, les économistes s'intéressent à cette ressource ont tendance à développer des évaluations hors marché des préférences des individus concernant les conséquences de certains événements ou politiques [YOUNG, 2005]. Toute évaluation de la valeur de l'eau ne peut être que spécifique au lieu et au service d'eau considérés. Les facteurs climatiques, la qualité et la quantité de l'eau ont une influence sur la partie « offre » de l'évaluation de l'eau, tandis que la population, le revenu et la structure économique influencent la partie « demande » [YOUNG, 2005]. De plus, cette évaluation variera selon qu'elle est effectuée à la source d'eau ou au site d'approvisionnement, qu'elle considère la valeur privée ou sociale de l'eau, ou que l'estimation se fait à court ou long terme [YOUNG, 2005].

La planification et la construction d'infrastructures dans le secteur de l'eau peuvent s'étaler sur des dizaines d'années, et les infrastructures sont souvent utilisées pendant plusieurs dizaines d'années après leur construction. Par exemple, la plus grande partie du système de distribution d'eau de Londres date de l'époque victorienne. De telles échelles de temps, couplées aux limitations des infrastructures, rendent les adaptations à court terme difficiles et réduisent les possibilités pour le futur.

Lorsqu'il s'agit d'évaluer l'utilisation de l'eau par l'industrie, il est important de noter que les dépenses liées à l'eau, bien qu'essentielles, ne constituent généralement qu'une faible partie du coût total de production dans la plupart des manufactures. En effet, les coûts liés au capital, aux charges salariales, à l'énergie et aux autres matières brutes sont généralement beaucoup plus importants que dans de nombreux secteurs d'activité, même quand l'industrie en question utilise de grandes quantités d'eau [YOUNG, 2005]. C'est pourquoi, bien que les usines ne puissent pas fonctionner sans eau, beaucoup de gens considèrent que l'eau ne coûte que ce qu'ils paient pour en être approvisionnés. Ils oublient les coûts liés au traitement, à l'énergie dépensée pour le pompage, à la maintenance, au traitement et au rejet des effluents, à la dépréciation du capital, ainsi que la valeur du temps de production perdu en cas de manque d'eau. Certains auteurs soutiennent que le vrai coût de l'eau pourrait être jusqu'à trois fois plus élevé que ce qui est facturé pour l'approvisionnement et le rejet, et représenter plus de 1 % du chiffre d'affaire de l'industrie [Envirowise, 2001]. L'eau ultrapure, utilisée pour la production de vapeur sous haute pression ou la fabrication de composés microélectroniques, peut coûter 5 à 10 fois plus cher que le prix payé pour recevoir de l'eau potable et évacuer les eaux usées. Un arrêt de la production ou une pollution accidentelle concernant ce bien à bas prix mais essentiel peut affecter la rentabilité et l'image de marque de façon dramatique.

### 5.2. Exemples de méthodes utilisées

D'après [DUPONT et RENZETTI, 2001], la meilleure façon de modéliser l'économie de l'eau est de la considérer comme une donnée d'entrée variable, avec l'utilisation de l'eau comme substitut à l'énergie, le tra-



vail, le capital. Comme pour l'utilisation agricole, l'hypothèse de départ est qu'une compagnie de manufacture va choisir sa consommation d'eau de façon à ce que la valeur marginale de la production soit égale au coût marginal des données d'entrée [YOUNG, 2005]. Cependant, comme l'eau ne constitue généralement qu'une faible part des coûts de production, la courbe de demande en eau de l'industrie est située très au-dessus de celle de l'agriculture, rendant la consommation d'eau industrielle beaucoup moins dépendante du prix de l'eau.

Pour une évaluation des investissements liés à l'approvisionnement en eau, c'est la valeur de l'eau à sa source qui est utilisée. Les planificateurs de la ressource doivent estimer la demande en eau brute et la mettre en balance avec d'autres demandes pour la ressource, comme les besoins environnementaux ou agricoles, car l'eau a un coût d'opportunité [YOUNG, 2005].

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour estimer la valeur de biens non marchands [BRADEN et KOLSTAD, 1991]. Par exemple, le consentement à payer (CAP), qui conduit à la fonction de demande compensée, mesure ce que les gens sont prêts à payer pour un bien ou un service spécifique. Cette approche est basée soit sur la préférence révélée, qui utilise l'information générée par le marché de ce bien ou service soit, lorsqu'il n'existe pas de marché libre et opérationnel pour le bien ou service considéré, sur la préférence déclarée, par l'intermédiaire de questionnaires qui relèvent de la méthode d'évaluation contingente [VLOERBERGH *et al.*, 2007]. Pour les biens non marchands, particulièrement pour un bien environnemental tel qu'une ressource à usage récréatif ou un habitat naturel, la préférence déclarée permet d'évaluer la ressource par évaluation contingente. Les participants à l'étude doivent indiquer combien ils seraient prêts à payer pour un nouveau bien ou service, ou un changement dans la qualité d'un bien ou service existant. Il faut cependant noter la présence possible de plusieurs types de biais, et donc la nécessité d'utiliser cette méthode avec prudence. Une autre technique de préférence déclarée est la méthode des « choix forcés », où les participants à l'étude choisissent leur option préférée parmi un petit nombre d'alternatives [VLOERBERGH *et al.*, 2007].

En se référant à la notion de CAP, certains auteurs estiment que la valeur sur site est plus mesurable, sachant que la qualité de l'eau et la fiabilité de l'approvisionnement sont des composantes importantes de ce consentement à payer. Les valeurs au niveau de la source et du site d'utilisation reflètent la différence des produits considérés, puisque d'importantes ressources sont consacrées au prélèvement, stockage, traitement et à la distribution de l'eau. Ces services doivent être déduits du consentement à payer (CAP) pour l'eau avant de pouvoir en déduire la valeur de l'eau à la source [YOUNG, 2005].

Dans le cas de la réutilisation des eaux usées, plusieurs méthodes de calcul de CAP peuvent être adoptées. Des questionnaires et des interviews s'appuyant sur l'évaluation contingente peuvent servir à identifier le montant maximum que les consommateurs d'une région sont prêts à payer pour de l'eau recyclée de qualité variable. Par exemple, une telle méthodologie pourrait être appropriée dans le cadre d'une étude de faisabilité concernant la viabilité d'un double système de réseaux. Cependant, il faut noter que le CAP est très souvent plus bas pour l'eau recyclée que pour de l'eau douce potable [HATTON MACDONALD *et al.*, 2005]. Enfin, sur le plan méthodologique, il convient de préciser que les résultats obtenus avec cette méthode dépendent étroitement du protocole formel mis en œuvre.

Dans de nombreux cas (en Australie et aux États-Unis), le coût de production de l'eau recyclée dépasse ce que les consommateurs sont prêts à payer [HATTON MACDONALD *et al.*, 2005 ; MILLER, 2006]. Cependant, tout dépend de la façon dont les coûts sont répartis et en particulier sur la part des coûts de traitement payée par les utilisateurs d'eau douce par rapport à la part payée par les utilisateurs d'eau recyclée. Le coût marginal de l'amélioration du traitement de l'eau de façon à pouvoir réutiliser les eaux usées pour l'agriculture et l'irrigation des espaces verts va vraisemblablement devenir compétitif face au coût de développement de nouvelles ressources [FREDERICK, 1995], sans compter que la réutilisation permettra de retarder davantage les opérations d'augmentation de la capacité de distribution d'eau potable ou des infrastructures d'eaux usées.

## 6. Tentatives d'évaluation de l'eau traitée

Plusieurs travaux de ce type ont été entrepris (par exemple : [HERNANDEZ *et al.*, 2006]). Le Programme des Nations unies pour l'environnement (UNEP) affirme que les dommages économiques associés à un traitement insuffisant des eaux usées sont les suivants :

- une augmentation des coûts directs et indirects dus à une augmentation des maladies et de la mortalité,
- des coûts de production d'eau potable et industrielle plus élevés, avec pour conséquence une augmentation des tarifs,
- des pertes de revenu pour les pêcheries et l'aquaculture,
- une baisse des revenus liés au tourisme, car une mauvaise qualité de l'eau décourage les touristes,
- une perte de biodiversité,
- une diminution des prix de l'immobilier quand la qualité de l'environnement se détériore, particulièrement importante pour les habitants des bidonvilles, pour qui l'habitation est le bien principal,
- le fardeau mondial des maladies dues à la pollution des eaux côtières par les eaux d'égout, est estimé à 4 millions « d'années de travail » perdues chaque année, ce qui correspond à une perte économique annuelle d'environ 16 milliards de dollars,
- GESAMP a estimé l'impact global lié à la baignade dans des eaux polluées et à la consommation de fruits de mer contaminés à environ 12-24 milliards de dollars par an,
- la perte de revenus et les coûts médicaux supplémentaires engendrés par l'épidémie de choléra de 1992 au Pérou ont été estimés à dix fois le budget national annuel consacré à l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement,
- les bénéfices annuels agrégés de l'amélioration de la qualité de l'eau de East Lake, une aire récréative de la région de Wuhan, en Chine, qui était affectée par les rejets quotidiens d'effluents provenant des industries et des foyers, ont été évalués à 230 à 340 millions de dollars par la méthode du coût de circulation, et à 42 à 112 millions de dollars par la méthode d'évaluation contingente,

- le coût annuel de la pollution de l'eau le long de vingt plages de la côte Estoril au Portugal, fréquentées par un million de personnes chaque année, a été estimé à 68 millions [UNEP, 2004 et 2006].

Ces impacts économiques sont un problème important dans les pays méditerranéens où 60 % des eaux usées sont rejetées sans traitement dans une région touristique qui attire 218 millions de visiteurs (32 % du marché mondial) [UNEP Plan Bleu, 2006]. Or le tourisme deviendra bientôt l'industrie de services la plus importante dans l'UE, générant plus de 13 % du PIB et 6 % des emplois [EEA, 2001].

Un certain nombre d'exemples d'évaluation sont disponibles dans la littérature académique, mais presque tous font référence aux coûts et prix de distribution plutôt qu'aux bénéfices économiques pour la communauté. [ANDERSON, 2006] propose pour la ville de Sydney, une valeur économique de 0,16 \$(US)/m<sup>3</sup> pour l'eau recyclée utilisée pour l'irrigation et attribue une valeur de 0,67 \$(US)/m<sup>3</sup> aux usages urbains de l'eau recyclée. En s'appuyant sur ces calculs, l'auteur estime ensuite les bénéfices nets à 928 millions de dollars tandis que les valeurs nettes actuelles du capital et des coûts d'exploitation du projet sont estimées entre 560 et 650 millions de dollars, à un taux d'actualisation de 7% [ANDERSON, 2006]. Le taux de rentabilité de ce projet a été estimé à plus de 13 %, ce qui dépasse les objectifs des projets publics liés à l'eau.

[MARKS, 2006] note que dans le cas du double réseau de Rouse Hill (Australie), les tarifs sont de 0,22 \$(US)/m<sup>3</sup> pour l'eau recyclée non potable, et de 1 \$/m<sup>3</sup> pour l'eau potable. À Newington, le prix, plus réaliste, est de 0,65 \$(US)/m<sup>3</sup> [MARKS, 2006]. Cependant, ces prix sont le reflet d'une politique volontariste du gouvernement australien : en effet, les prix de l'eau potable ont été augmentés pour refléter le bénéfice apporté par l'eau et éviter une surconsommation due à une politique de faible prix de l'eau. Il s'agit donc d'un prix administré, qui ne reflète pas les réalités de l'offre et de la demande.

Aux États-Unis, [MILLER, 2006] affirme que le prix de l'eau potable à San Diego en 2001 était de 0,52 \$/m<sup>3</sup> alors que l'eau recyclée coûtait 90 % moins cher (environ 0,47 \$/m<sup>3</sup>). En Floride, le prix de l'eau recyclée varie entre 0,10 \$/m<sup>3</sup> et 0,13 \$/m<sup>3</sup>, ce qui est

beaucoup moins que le prix facturé pour l'AEP. Mais comme pour l'Australie, cela ne serait pas possible sans l'intervention de l'État, qui subventionne fortement le recyclage de l'eau.

Cependant, ces exemples ne s'intéressent qu'au coût de production et au prix de l'eau, et pas au bénéfice économique que la disponibilité en eau fournit à la communauté.

À l'heure actuelle, la majorité des eaux usées en Europe ne sont pas réutilisées directement ou par l'intermédiaire de doubles réseaux, mais sont traitées avant d'être rejetées dans l'environnement. Dans les villes européennes dont la population dépasse les 150 000 habitants et pour lesquelles il existe des statistiques, 20 % fournissent un traitement tertiaire à leurs eaux usées, 56 % un traitement secondaire seulement, et 24 % ne fournissent qu'un traitement primaire, voire aucun traitement [NIXON *et al.*, 2003]. La plus grande partie des eaux traitées rejetées dans une rivière est réutilisée en aval, et possède donc une valeur économique en tant que source d'eau recyclée indirecte et non planifiée. Lorsque cette eau n'est pas prélevée pour d'autres usages, elle a tout de même une valeur économique en tant que soutien d'étiage.

## 7. Un exemple de bénéfice : le recyclage des eaux traitées

### 7.1. Exemples de la quantité d'énergie consommée par des ressources en eau alternatives

Une étude récente a été menée concernant la consommation énergétique de différentes étapes du cycle de l'eau (collecte ou prélèvement d'eau potable, traitement et distribution, collecte et traitement des eaux usées, et recyclage des eaux usées traitées) dans différentes villes de la Costa Brava [SALA et SERRA, 2004]. Il a été conclu que le recyclage et la réutilisation des eaux usées apparaissaient comme une ressource à faible coût énergétique lorsque l'eau potable nécessitait une forte consommation d'énergie, au moment soit du prélèvement (forages profonds), du traitement (dessalement) et/ou du transport (lorsqu'il est nécessaire de pomper sur de longues distances ou vers de hautes altitudes entre la station de traitement et les bassins de stockage municipaux) (*tableau I*).

C'est pourquoi, ce genre de calculs pourrait devenir essentiel pour déterminer quelles mesures auront le meilleur effet sur l'environnement.

Type et origine de l'eau	Plage de consommation d'énergie (kWh/m <sup>3</sup> )
<b>AEP (transport vers le bassin de stockage principal inclus)</b>	
Eau de surface	0,0002 - 1,74
Eau souterraine	0,37 - 1,32
Dessalement	4,94 - 5,41
<b>Traitement biologique des eaux résiduelles</b>	
Boues activées	0,43 - 1,09
Aération prolongée	0,49 - 1,01
Stabilisation des eaux usées	0,05
<b>Traitement de recyclage pour l'élimination des pathogènes (a)</b>	
Lits filtrants + désinfection UV	0,18
Filtration directe + désinfection UV	0,50 - 1,21
Traitement type "Titre 22" + désinfection UV	0,20 - 0,63

(a) la consommation liée à la distribution de l'eau recyclée n'a pas été incluse, à cause de sa grande variabilité selon la localisation de l'utilisateur

**Tableau I. Comparaison de la consommation en énergie de différentes étapes du cycle de l'eau dans les communes situées sur le territoire de l'agence de l'eau de la Costa Brava (adapté de [SALA et SERRA, 2004])**

Bien qu'il ne mesure pas directement la consommation énergétique, [FREDERICK, 1995] obtient les mêmes conclusions et affirme qu'aux États-Unis, une grande partie du coût du recyclage des eaux usées est due au traitement de dépollution (nécessaire pour pouvoir rejeter les effluents dans les masses d'eau sans effet néfaste), alors que les coûts marginaux du traitement nécessaire pour utiliser sans restriction les eaux traitées pour l'agriculture, et du stockage et de la distribution de l'eau réhabilitée à l'usage, sont compétitifs avec les ressources alternatives en eau dans de nombreuses régions [SALA et SERRA, 2004].

### 7.2. Les expériences françaises de recyclage d'eaux traitées

19 projets de réutilisation des eaux usées ont été mis en œuvre en France depuis 1981. La quasi-totalité de ces projets concerne le secteur agricole [BRISSAUD, 2001 ; ORS - Île-de-France, 2004]. Le projet de Clermont-Ferrand, autorisé en 1995 sous réserve d'un suivi épidémiologique, est le cas le plus important de réutilisation des eaux usées épurées en France. La

STEP de Clermont-Ferrand a une capacité de 400 000 EH et pendant l'hiver, ses effluents traités sont rejetés directement dans la rivière. Mais pendant la saison d'irrigation (juin-octobre), les eaux usées subissent un traitement supplémentaire par lagunage puis sont utilisées pour irriguer les terres avoisinantes. Ainsi, en 1998, 400 000 m<sup>3</sup> d'effluents domestiques ont été utilisés pour irriguer 700 ha [ORS-Ile de France, 2004].

En plus de l'utilisation agricole, la réutilisation des eaux usées traitées concerne l'arrosage des espaces verts urbains et des parcours de golfs. Dans le cas du golfe de Pornic par exemple, le bénéfice économique du traitement des eaux usées est clair, puisque l'arrosage du golf avec de l'eau conventionnelle reviendrait à 0,9 €/m<sup>3</sup> alors que l'eau usée, après un traitement tertiaire, revient à 0,4 €/m<sup>3</sup>. De plus, l'utilisation de l'eau recyclée permet d'éviter de rejeter les effluents de la STEP directement dans le port de plaisance de Pornic, comme cela était le cas auparavant, ce qui apporte une valeur esthétique supplémentaire à ce lieu touristique [BRISSAUD, 2001].

On peut également mentionner des utilisations industrielles et en zone urbaine, d'une façon générale, les eaux usées traitées sont (ou pourraient être) utilisées pour le lavage de voiries ou l'alimentation de réservoirs anti-incendies.

## Conclusions

L'eau usée traitée est une ressource précieuse dont dépendent les communautés des bassins-versants développés économiquement pour maintenir la disponibilité en eau douce. Les gouvernements et leurs régulateurs tendent à réglementer le traitement des

eaux usées pour une évacuation sans dangers des déchets et la protection de l'environnement, mais sans insister clairement sur le fait que ce traitement est essentiel pour maintenir la disponibilité en eau dans les régions d'Europe soumises au stress hydrique.

Les régulations économiques ont eu tendance à se focaliser sur la réduction des coûts tout en maintenant une protection environnementale adéquate, au lieu de se concentrer sur le bénéfice économique apporté à la communauté. Une des difficultés de l'évaluation de l'intérêt économique du procédé de traitement des eaux usées et de leur recyclage réside dans le fait que cet exercice relève de plusieurs champs de l'analyse économique, tels que les outils du choix des techniques, de la théorie de la production jointe, de la théorie du taux d'actualisation, de l'économie du développement durable appliqué aux ressources naturelles et à l'environnement et enfin à l'économie du financement public. Cependant, nous avons d'ores et déjà montré que le traitement des eaux usées avait un impact très bénéfique sur des domaines aussi divers que la santé humaine, le développement économique et l'environnement.

Cependant, il manque encore une méthodologie complètement stabilisée pour mesurer le bénéfice économique découlant de la disponibilité de l'eau traitée. Un tel modèle pourrait être utilisé pour justifier le traitement des eaux usées, au lieu d'utiliser seulement la législation pour protéger l'environnement.

Les bénéfices économiques du traitement des eaux usées doivent être mesurés de la même manière que Nicolas STERN a souligné l'impact économique du changement climatique en termes de PIB.

## Bibliographie

ANDERSON J. (2006) : "Integrating recycled water into urban water supply solutions." *Desalination* 187: 1-9.

ANGELAKIS A.N, MARECO DO MONTE M.H.F. et al. (1999) : "The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines", *Water Research*, Vol.33 N°10, pp.2201-2217.

AYRES R.U & B.WARR (2005) : "Accounting for growth : the role of physical work, Structural Change and Economic Dynamics", 16 (2005) : 181-209.

BIXIO D., THOEYE C. et al. (2006) : "Wastewater reuse in Europe." *Desalination* 187: 89-101.

BRADEN J., KOLSTAD C. (1991) : "Measuring the demand for environmental quality", Ed. North Holland.  
BRISSAUD F. (2001) : "Wastewater reclamation and reuse in France". Université Montpellier II.

COMPTE J., CAZURRA T. (2004) : "Water reuse of Barcelona's wastewater plant". *Workshop on Implementation and Operation of Municipal Wastewater reuse plants. Thessaloniki, Greece.*

- DE SAIGUE B., LESGARDS V., LISCIA D. (1999) : "La valeur de l'eau à usage récréatif : application aux rivières du Limousin". *Valeur économique des Hydrosystèmes*, Ed. Economica.
- Dublin Statement on Water and Sustainable Development (1992). Dublin, United Nations International Conference on Water and Sustainable Development.
- DUPONT D., RENZETTI S. (2001) : "The role of water in manufacturing." *Environmental and Resource Economics* 18: 411-432.
- EEA (2001) : "Indicator Fact Sheet Signals 2001 - Chapter Tourism".
- EEA (2005) : "Effectiveness of urban wastewater treatment policies in selected countries: an EEA pilot study". EEA report No 2/2005. ISSN 1725 9177.
- EIONET (2007) : "European Environment Information and observation network". Gemet thesaurus. [www.eionet.europa.eu/gemet](http://www.eionet.europa.eu/gemet)
- Environment Agency (2004) : "Economic elements associated with implementation of the WFD in England & Wales".
- Envirowise (2001) : "Water bills. Are you splashing out too much?" EN302. [www.envirowise.gov.uk](http://www.envirowise.gov.uk)
- EPA Victoria (2003) : "Guidelines for Environmental Management: Use of reclaimed water", ISBN 0730676226
- Expert Panel Review (2002) : Singapore Water Reclamation Study: Expert Panel Review and Findings. Singapore, Public Utilities Board and Ministry of the Environment.
- FREDERICK K. (1995) : "America's Water Supply: Status and Prospects for the Future." *Consequences* 1(1).
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1971) : "The Entropy Law and the Economic Process", Harvard University Press, Cambridge MA.
- GWJ 2005 : "Water reuse markets 2005-2015 report".
- HATTON MACDONALD D., LAMONTAGNE S., et al. (2005) : "The economics of water: taking full account of first use, reuse and the return to the environment." *Irrigation and Drainage* 54: pp.93-102.
- HEINZMANN B. (2005) : "Berlin's Water Supply System with Partial Water Cycles".
- HERNANDEZ F., URKIAGA A., DE LAS FUENTES L., BIS B., CHIRU E., BALAZS B., WINTGENS T. (2006) : "Feasibility studies for water reuse project: an economical approach". *Desalination* 187.
- HOL (2006) House of Lords, Scientific and Technology Committee. *Water Management Volume I : report*. Paragraph 5.49 & 5.52. [www.parliament.uk/hlscience/](http://www.parliament.uk/hlscience/)
- IFEM (2006) : "Eaux usées et déchets: l'effort porte sur l'investissement", n°111, juin 2006.
- JOCE du 30 mai 1991 : "Directive européenne 91/271/EEC du 21 mai 1991 Eaux résiduaires urbaines".
- JOCE du 22 décembre 2000 : "Directive 2000/60/CE du Parlement Européen établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau".
- JOLLY M. (2007) : "Turning up the heat". *Water & Wastewater Treatment February 2007* [martin.jolly@eu.earthtech.com](mailto:martin.jolly@eu.earthtech.com)
- KHOUZAM R.F (2003) : "Economic Aspects of WasteWater Reuse Study Case : The Arab Nation", ERF 10<sup>th</sup> Annual Conference.
- MARKS J. (2006) : "Taking the public seriously: the case of potable and non-potable reuse." *Desalination* 187: 137-147.
- Mayor of London (2007) : "Water matters, the Mayor's Draft Water Strategy". paragraph 4.15 page 24.
- MILLER G. (2006) : "Integrated concepts in water reuse: managing global water needs." *Desalination* 187: 65-75.
- MORGAN C., HOWENS N. (2001) : "Benefits of water policies: the Chesapeake Bay" *Ecological Economics*.
- MUNICH RE (2006) "Topics Geo, Natural catastrophes 2005". ref 302-04772 Munich Re Group 2006 [www.munichre.com](http://www.munichre.com)
- NIXON S., TRENT Z. et al. (2003) : "Europe's Water: an indicator based assessment". Copenhagen, European Environment Agency.
- NWRI (1999) "The value of water: recognizing the full potential of your water supply". Ed. NWRI. ISBN: NWRI-99-01.
- OEWA (2007) personal email from Christophe Sardet.
- Ors - Île-de-France (2004) : "Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France".
- PASSET R. (1979) : "L'économie et le vivant", Payot, Paris.
- PASSET R. (1990) : "Environnement et biosphère", in *Encyclopédie Economique*, X. Greffe, J. Mairesse & J.-L. Reiffers (eds), Economica, Paris.
- PO M., NANCARROW B. et al. (2005) : "Predicting community behaviour in relation to wastewater reuse: What drivers decisions to accept or reject?" *Perth, CSIRO Land and Water*.
- PRETTY J. et al. (2003) : "Environmental cost of freshwater eutrophication in England and Wales". Vol 37, No2, 2003 *Environmental Science and Technology* P 201.
- RADCLIFFE J.C. (2004) : "Water recycling in Australia", for the Australian Academy of Technological Sciences and Engineering. ISBN 1875618805.
- RED (2003) : "Review of externality data". [www.red-externalities.net](http://www.red-externalities.net)
- SAGE R.C. (2004) : "The Impact of declining groundwater quality on public water supply".
- SALA L., SERRA M. (2004) : "Towards sustainability in water recycling", *Water Science&Technology*, Vol. 50 n°2, pp.1-7.

SALA L., 2007 : "Slide showing faecal coliform comparisons from Blanes reclamation plant with Ter river quality in the Costa Brava".

STERN N., 2006. "The economics of climate change". The Stern Review Cambridge University press Eds. [www.hm-treasury.gov.uk](http://www.hm-treasury.gov.uk)

STOKES J., HORVATH A. (2006) : "Life Cycle Energy Assessment of Alternative Water Supply Systems." International Journal of LCA 11(5): 335-343.

Thames Water (2003) : "Planet Water, Liquid thinking, practical solutions".

Thames Water (2007) : "Thames Water." Retrieved 14 November, 2007, from <http://www.thames-water.com/>  
TROY P. et al. (2007) : "Addendum to The management of Water in Australian Cities". 03/07/07.

UNEP (2004) : "Financing wastewater collection and treatment in relation to the millenium development goals and World summit on sustainable development tragets on water and sanitation". UNEP/GCSS.VIII/INF/4 page 6.

UNEP (2006). "Water and wastewater reuse. An environmentally sound approach for sustainable urban water management".

UNEP Plan Bleu (2006) A sustainable future for the Mediterranean. [www.planbleu.org](http://www.planbleu.org)

VLOERBERGH I., KELAY T. et al. (2007) : "Measuring customer preferences for drinking water treatment: methods for water utilities". Utrecht, TECHNEAU.

WATECO (2002) : "Economics and the Environment - The implementation challenge of the Water Framework Directive, a guidance document". European Commission.

Water UK (2006) : "Wastewater treatment and recycling".

Water UK 2 (2006) : "2005-2006 Towards Sustainability".

WEF (2007) : "News China aims to save 69 Bln cubic meters of water by 2010". 15-02-2007. [www.wef.org](http://www.wef.org)

World Health Organization (2006) : "Wastewater use in agriculture". Geneva, World Health Organization.

YOUNG R. (2005) : "Determining the economic value of water: concepts and methods". Washington DC, Resources for the Future.

## Résumé

**J. CHENOWETH, B. DURHAM, L. JOB. Valeur économique de l'eau usée traitée**

Les gouvernements et les agences de l'eau prennent de plus en plus conscience du fait que dans un pays sec, les effluents d'eaux usées, les eaux d'orage et les eaux de pluie sont des ressources supplémentaires et complémentaires plutôt que des problèmes à éliminer [RADCLIFFE *et al.*, 2004]. Le traitement de nos eaux usées et leur retour dans l'environnement (rivières et mers) est une étape clé du cycle de l'eau, qui protège la vie au sein des rivières et permet de s'assurer que les sources d'eau restent pures et facilement utilisables pour l'approvisionnement public [Water UK, 2006]. La gestion des eaux usées ne devrait pas être considérée comme la production d'une ressource précieuse à partir d'eaux

urbaines usées tout en protégeant la santé publique et l'environnement, plutôt que comme un processus d'élimination de déchet ?

Cet article s'intéresse au problème de la détermination de la valeur économique de l'eau ainsi traitée. Il tentera de répondre à cette question en étudiant brièvement les différences cruciales entre coût, prix et bénéfice économique résultant de la disponibilité de l'eau traitée. Il examine ensuite les différentes approches permettant de déterminer la valeur économique de l'eau usée traitée ou recyclée, puis propose des axes de recherche pour développer une méthodologie. Les bénéfices économiques du traitement des eaux usées devraient être mesurés de la même manière que Nicolas STERN a souligné l'impact économique du changement climatique en termes de PIB.