

Études de l'OCDE sur l'eau

Bénéfices liés aux investissements dans l'eau et l'assainissement

PERSPECTIVES DE L'OCDE



Études de l'OCDE sur l'eau

Bénéfices liés aux investissements dans l'eau et l'assainissement

PERSPECTIVES DE L'OCDE

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Merci de citer cet ouvrage comme suit :

OCDE (2013), *Bénéfices liés aux investissements dans l'eau et l'assainissement : Perspectives de l'OCDE*, Études de l'OCDE sur l'eau, Éditions OCDE.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264101043-fr>

ISBN 978-92-64-10104-3 (imprimé)

ISBN 978-92-64-10103-6 (PDF)

Collection : Études de l'OCDE sur l'eau

ISSN 2224-6215 (imprimé)

ISSN 2224-6223 (en ligne)

Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem-Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

Crédits photo : Couverture © iStockphoto/Roger Whiteway, © iStockphoto/Mark Tenniswood, © iStockphoto/Carmen Martínez Banús.

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : www.oecd.org/editions/corrigenda.

© OCDE 2013

La copie, le téléchargement ou l'impression du contenu OCDE pour une utilisation personnelle sont autorisés. Il est possible d'inclure des extraits de publications, de bases de données et de produits multimédia de l'OCDE dans des documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel pédagogique, sous réserve de faire mention de la source et du copyright. Toute demande en vue d'un usage public ou commercial ou concernant les droits de traduction devra être adressée à rights@oecd.org. Toute demande d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales devra être soumise au Copyright Clearance Center (CCC), info@copyright.com, ou au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), contact@cfcopies.com.

Avant-propos

Pour préserver durablement la vie humaine, le développement économique futur et l'intégrité des écosystèmes, il est nécessaire de disposer d'une source d'eau adéquate et fiable. Environ 884 millions de personnes n'ont pas accès à de l'eau salubre (sachant que le nombre de personnes qui n'ont pas l'eau courante à domicile est bien supérieur) et 2.6 milliards n'ont pas accès à un assainissement de base (PCS, 2010). Approximativement 10% de la charge mondiale de morbidité pourraient être évitée si l'on améliorait la qualité de l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la gestion des ressources en eau. Les maladies liées à l'eau pèsent de manière disproportionnée sur les pays en développement et touchent en particulier les enfants de moins de 5 ans, chez lesquels 30% des décès sont dus à un accès inadéquat à l'eau et à l'assainissement. Les eaux usées provenant des usages industriels et domestiques sont souvent rejetées dans l'environnement sans traitement ou après un traitement insuffisant, avec des répercussions considérables sur les eaux de surface et les écosystèmes associés.

L'investissement dans les services d'eau et d'assainissement (SEA) procure un certain nombre de bénéfices économiques, environnementaux et sociaux. L'accès à une eau de boisson potable et à l'assainissement réduit les risques sanitaires, libère du temps pour l'éducation et d'autres activités productives, et accroît la productivité de la main-d'œuvre. L'évacuation sans risque des eaux usées contribue à améliorer la qualité des eaux de surface et produit des effets favorables sur l'environnement, en termes de fonctionnement des écosystèmes et de biodiversité par exemple, mais aussi sur d'autres secteurs économiques, tels que la pêche, l'agriculture et le tourisme.

Cela étant, les bénéfices de l'eau et de l'assainissement n'ont pas encore été suffisamment documentés, si bien que les questions qui s'y rapportent ne constituent pas une priorité politique et que l'investissement dans les infrastructures de l'eau est, selon toute probabilité, inférieur à ce qu'il devrait être. Lorsque des chiffres sont disponibles (mesurant les bénéfices sanitaires, par exemple), leur fiabilité est source de débats entre spécialistes. De façon plus générale, les informations sur les bénéfices de l'eau et de l'assainissement sont souvent enfouies dans divers documents techniques

et échappent aux principaux décideurs des ministères des Finances et de l'Économie.

L'objet de ce rapport est donc de réunir et de résumer les données existantes sur les bénéfices qui découlent de l'investissement dans les services d'eau et d'assainissement, et de les présenter sous une forme exploitable par les responsables des politiques.

Le document met en évidence que, globalement, les bénéfices d'un investissement dans ces services devraient être considérables, mais qu'il existe de fortes variations selon le type d'investissement réalisé le long de la chaîne de valeur correspondante et selon la situation locale (niveau de développement des infrastructures d'eau et d'assainissement, prévalence des maladies liées à l'eau, disponibilité de ressources en eau, etc.). Il éclaire également l'importance relative des bénéfices issus des différents types d'investissements, ce qui au final devrait aider, d'une part, à déterminer les domaines du secteur de l'eau et de l'assainissement dans lesquels il est nécessaire d'investir et, d'autre part, à hiérarchiser et planifier les investissements.

Ce rapport est destiné aux décideurs publics des pays membres et non membres de l'OCDE chargés des questions liées à l'eau, des politiques de l'environnement, du financement et du développement. Il s'adresse à un public averti, mais a également été conçu dans le souci d'être accessible aux lecteurs non spécialistes. À cet effet, les auteurs se sont efforcés de rédiger le document dans un langage simple et d'éviter les termes techniques.

Remerciements

Ce rapport a été rédigé par Sophie Trémolet (Trémolet Consulting, R.-U.) avec la contribution de Peter Börkey du Secrétariat de l'OCDE à Paris.

Les recherches et les premières ébauches ont été réalisées par Diane Binder (Trémolet Consulting), Verena Mattheiß et Hélène Bouscasse (ACTeon, France). Pierre Strosser (ACTeon) a apporté son expérience et ses connaissances pour la conception de l'étude initiale et la compilation des principales constatations issues des recherches.

Parmi les personnes consultées, on citera : Sandy Cairncross (London School of Hygiene and Tropical Medicine, R.-U.), Oliver Cumming (WaterAid, R.-U.), Lise Breuil (Agence française de développement, France), Barbara Evans (Université de Leeds, R.-U.), Ekin Birol (Institut international de recherche sur les politiques alimentaires [IFPRI], É.-U.), Stefanos Xenarios (International Water Management Institute, Inde), Janis Malzubris (Université de Lettonie, Lettonie), Bernard Barraqué (CIRED, France) et Jean-Philippe Torterotot (Cemagref, France). Guy Hutton (consultant indépendant, Suisse) et Sheila Olmstead (Université Yale, É.-U.) ont prêté leur concours à la révision technique du document. Des commentaires sur le projet de rapport ont été communiqués par des participants à la réunion d'experts sur l'économie de l'eau, qui s'est tenue à Paris le 17 mars 2010. Nous souhaitons remercier tout particulièrement Jamie Bartram (Université de Caroline du Nord, É.-U.), Jonathan Fisher (Environment Agency, R.-U.), Steve White (Commission européenne), Roger Schmid (Skat, Suisse), Sibylle Vermont (Office fédéral de l'environnement, Suisse), Jack Moss (Comité consultatif économique et industriel auprès de l'OCDE [BIAC]) et Alan Hall (consultant indépendant, R.-U.), pour les observations supplémentaires qu'ils nous ont transmises par écrit.

Table des matières

Abréviations et sigles	11
Résumé	13
Introduction	21
Aperçu général	21
Pourquoi est-il important d'évaluer les bénéfices des investissements dans l'eau et l'assainissement ?	23
Structure du rapport	25
Chapitre 1. Définition du contexte	27
1.1 Évaluation de l'ampleur du défi que représente l'investissement	27
1.2 Chaîne de valeur des services d'eau et d'assainissement	29
1.3 Panorama des bénéfices potentiels à tous les stades de la chaîne de valeur des SEA	32
Chapitre 2. Fourniture de l'accès aux services	37
2.1 Types d'investissements	38
2.2 Bénéfices sanitaires tirés de l'amélioration de l'accès aux services	41
2.3 Bénéfices non sanitaires	54
Chapitre 3. Investissement en aval dans l'épuration et le rejet sans risque des eaux usées	63
3.1 Investissements réalisés dans le traitement des eaux usées	64
3.2 Bénéfices tirés de l'épuration des eaux usées	66

Chapitre 4. Gestion durable de l'offre et de la demande d'eau	85
4.1 Protection de la qualité de la ressource	86
4.2 Équilibrage de l'offre et de la demande d'eau	90
Chapitre 5. Implications pour l'action des pouvoirs publics	109
5.1 Principales constatations sur les bénéfices liés aux investissements dans les SEA	109
5.2 Utilisation des informations sur les bénéfices dans l'élaboration des politiques et des décisions d'investissement.	123
5.3 Recherches supplémentaires nécessaires pour appuyer l'élaboration de politiques	127
Bibliographie	131
Annexe A. Évaluation des bénéfices : questions méthodologiques	149
A.1 Définition et évaluation des bénéfices	149
A.2 Mesure des bénéfices sanitaires	150
A.3 Estimation des bénéfices environnementaux	154
A.4 Prise en compte des bénéfices économiques.	156
A.5 Inclusion d'autres bénéfices	157
Figures	
Figure 0.1 Courbe des bénéfices que procurent l'eau et l'assainissement.	15
Figure 1.1 Chaîne de valeur de services d'eau et d'assainissement durables	32
Figure 2.1 Modes possibles de transmission féco-orale	42
Figure 3.1 Opérations et procédés d'épuration des eaux usées.	65
Figure 3.2 Principales formes d'exposition humaine à la pollution provoquée par les rejets d'eaux usées	70
Figure 3.3 Réduction estimée des quantités d'azote et de phosphore rejetées par les stations d'épuration municipales entre 1985 et 1995	72
Figure 4.1 Les trois types de périmètres de protection (France).	87
Figure 4.2 Taux d' <i>Escherichia coli</i> dans les bassins de retenue d'Australie- Occidentale.	88
Figure 5.1 Courbe des bénéfices procurés par les services d'eau et d'assainissement.	113
Tableaux	
Tableau 1.1 Prévisions de coûts d'exploitation et de dépenses d'équipement dans les pays étudiés, 2010-29 (en milliards USD)	29

Tableau 1.2	Typologie des bénéfiques à tous les stades de la chaîne de valeur de l'eau et de l'assainissement.	33
Tableau 2.1	Incidence de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la diarrhée : résultats d'études et d'examens comparatifs	47
Tableau 2.2	Principaux bénéfiques liés à la réalisation des OMD relatifs à l'eau et à l'assainissement.	55
Tableau 2.3	Bénéfiques liés à la réalisation des OMD relatifs à l'assainissement dans les pays à la traîne	57
Tableau 3.1	Principaux contaminants inclus dans les eaux usées et effets sur les eaux réceptrices	67
Tableau 3.2	Évaluation des bénéfiques sanitaires associés à l'amélioration de la qualité des eaux de loisirs	70
Tableau 3.3	Pertes économiques subies par la production piscicole en raison du manque d'assainissement.	76
Tableau 3.4	Répercussions économiques de la pollution de la rivière Bogotá qu'entraîne le déversement d'eaux usées non traitées	81
Tableau 4.1	Coûts et bénéfiques externes de la lutte contre les fuites	96
Tableau 4.2	Réductions de consommation potentielles grâce aux appareils économes en eau	99

Encadrés

Encadré 1.1	Cycles naturel et anthropique de l'eau	30
Encadré 2.1	Baisse des taux de mortalité suite aux investissements réalisés dans l'eau et l'assainissement à Marseille	45
Encadré 2.2	Approvisionner les populations pauvres (« le bas de la pyramide ») au moyen de systèmes d'eau salubre	49
Encadré 2.3	Effet d'un programme d'assainissement mené à l'échelle d'une ville entière sur la réduction de la diarrhée chez l'enfant dans le nord-est du Brésil.	52
Encadré 3.1	Épidémies apparues en France en raison du dysfonctionnement de stations d'épuration	69
Encadré 3.2	Dégradation de la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique du Sebou au Maroc	74
Encadré 3.3	Aquaculture à Morlaix (France).	77
Encadré 4.1	Protection des captages d'eau de New York (États Unis)	89
Encadré 4.2	Plan de gestion des sécheresses de la ville de Louisville dans le Colorado (États Unis).	93
Encadré 4.3	Calcul du niveau économique de fuite (ELL, Economic Level of Leakage) en Angleterre et au pays de Galles	95
Encadré 4.4	Exemples d'élasticité des prix de l'eau.	98

Encadré 4.5	Étiquetage relatif à la consommation d'eau en Australie.	101
Encadré 4.6	Effets de la surexploitation des ressources en eaux souterraines en Tunisie	102
Encadré 4.7	Services fournis par les infrastructures aquatiques.	104
Encadré 4.8	Mise en place d'une gestion totale du cycle de l'eau à Sydney (Australie).	105
Encadré 5.1	Initiative ESI (Economics of Sanitation Initiative) : évaluation des répercussions d'un assainissement insuffisant	115
Encadré 5.2	Comparaison des bénéfices et du coût de la Directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'Union européenne.	117
Encadré 5.3	Projet Copenhagen Consensus : classement des interventions en faveur du développement selon leur rapport bénéfices/coûts . .	120
Encadré 5.4	Projet Disease Control Priorities (priorités dans la lutte contre les maladies) : estimation du rapport coût-efficacité des interventions sanitaires	122
Encadré A.1.	Transfert des bénéfices : limites et possibilités	151
Encadré A.2.	Mesure des années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) et de la charge de morbidité	153

Abréviations et sigles

ACB	analyse coût-bénéfice
ACE	analyse coût-efficacité
AICD	Africa Infrastructure Country Diagnostic (diagnostic des infrastructures nationales en Afrique)
APD	aide publique au développement
ATPC	Assainissement total piloté par la communauté
AVCI	année de vie corrigée de l'incapacité
CAD	Comité d'aide au développement (de l'OCDE)
CDC	Centres pour le contrôle et la prévention des maladies
DBO	demande biochimique en oxygène
DCE	Directive-cadre sur l'eau
ELL	niveau économique de fuite (Economic Level of Leakage)
EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis (United States Environmental Protection Agency)
ESI	Economics of Sanitation Initiative
EUR	euro
GBP	livre sterling (Grande-Bretagne)
HUF	florin (Hongrie)
IFC	Société financière internationale (International Finance Corporation)
INR	roupie (Inde)
LVL	lats (Lettonie)
MAD	dinar (Maroc)
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques

OMD	objectif du Millénaire pour le développement
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONG	organisation non gouvernementale
PCS	Programme commun de surveillance (OMS-UNICEF)
PEA	Programme pour l'eau et l'assainissement
PIB	produit intérieur brut
SEA	services d'eau et d'assainissement
UE	Union européenne
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
USD	dollar (États-Unis)

Résumé

Messages clés

La fourniture de services d'eau, d'assainissement et de traitement des eaux usées a des répercussions très favorables sur la santé publique, l'économie et l'environnement.

Les bénéfices qu'offre la fourniture de services de base en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement, tels que ceux implicitement liés aux objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), sont considérables et bien supérieurs aux coûts. Les rapports bénéfices/coûts dont il est fait état pour ces services vont jusqu'à 7 pour 1 dans les pays en développement.

Les interventions de traitement des eaux usées peuvent s'accompagner d'effets très positifs en termes de santé publique et d'environnement, ainsi que pour certains secteurs économiques tels que la pêche, le tourisme et le marché de l'immobilier, bien que ces effets soient parfois moins évidents pour les particuliers et plus difficiles à évaluer en termes monétaires.

Enfin, le fait de protéger les ressources en eau contre la pollution et de gérer l'offre et la demande d'eau de manière durable peut apporter des bénéfices clairs et non négligeables tant pour les investisseurs dans les services de l'eau que pour les utilisateurs finals. Les investissements dans la gestion des ressources en eau vont devenir de plus en plus nécessaires en raison de la raréfaction de cette ressource à l'échelle mondiale.

Les retombées favorables des services de l'eau sont rarement considérées dans leur pleine mesure pour différentes raisons. On sous-estime fréquemment les bénéfices non économiques, difficiles à quantifier, mais très précieux pour les personnes comme pour la société (valeurs hors usage, dignité, statut social, propreté et bien-être général). En outre, les valeurs associées à ces bénéfices dépendent fortement de spécificités locales (prévalence des maladies liées à l'eau ou état des masses d'eau réceptrices, par exemple) et ne peuvent pas être facilement cumulées.

Contexte

Pour préserver durablement la vie humaine, le développement économique futur et l'intégrité des écosystèmes, il est nécessaire de disposer d'une source d'eau adéquate et fiable. Environ 884 millions de personnes n'ont pas accès à

de l'eau salubre et 2.6 milliards de personnes ne disposent pas d'installations d'assainissement de base. Approximativement 10% de la charge mondiale de morbidité pourraient être évitée si l'on améliorait la qualité de l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la gestion des ressources en eau. Les maladies liées à l'eau pèsent de manière disproportionnée sur les pays en développement et touchent en particulier les enfants de moins de 5 ans, chez lesquels 30% des décès sont dus à un accès inadéquat à l'eau et à l'assainissement. Les eaux usées provenant des usages industriels et domestiques sont souvent rejetées dans l'environnement sans traitement ou après un traitement insuffisant, avec des répercussions considérables sur les eaux de surface et les écosystèmes associés ainsi que sur les activités économiques qui utilisent ces ressources.

L'investissement dans les services d'eau et d'assainissement (SEA) procure un certain nombre de bénéfices économiques, environnementaux et sociaux. L'accès à une eau de boisson potable et à l'assainissement réduit les risques sanitaires, libère du temps pour l'éducation et d'autres activités productives, et accroît la productivité de la main-d'œuvre. L'évacuation sans risque des eaux usées contribue à améliorer la qualité des eaux de surface, avec des effets favorables sur l'environnement, en termes de fonctionnement des écosystèmes et de biodiversité par exemple, mais aussi sur d'autres secteurs économiques tels que la pêche, l'agriculture et le tourisme, qui dépendent de l'eau en tant que ressource.

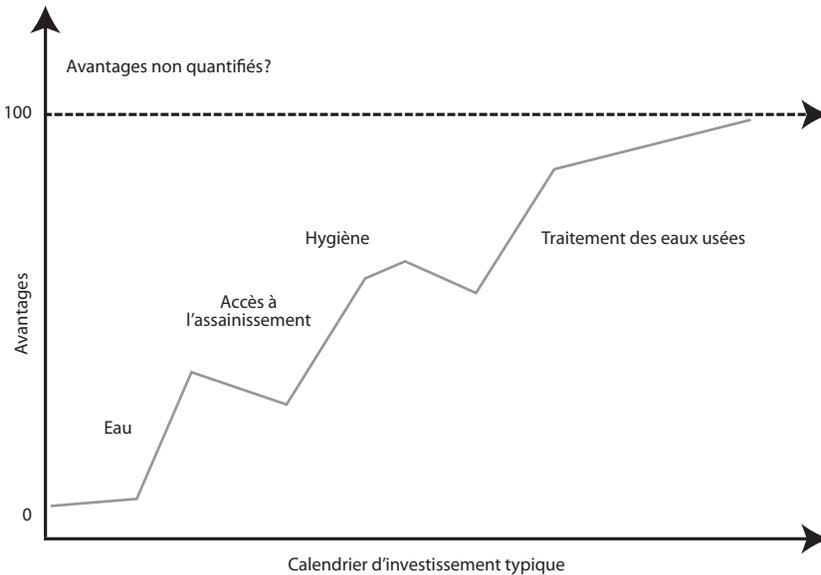
Les bénéfices de l'eau et de l'assainissement n'ont pas encore été suffisamment documentés, si bien que les questions qui s'y rapportent ne constituent pas une priorité politique et que l'investissement dans les infrastructures de l'eau est, selon toute probabilité, inférieur à ce qu'il devrait être. Lorsque des chiffres sont disponibles (en termes de bénéfices sanitaires, par exemple), leur fiabilité peut être source de débats entre spécialistes. De façon plus générale, les informations sur les bénéfices de l'eau et de l'assainissement sont souvent enfouies dans divers documents techniques et échappent aux principaux décideurs des ministères des Finances et de l'Économie. Ce rapport réunit et résume les données existantes sur les bénéfices liés à l'investissement dans les services d'eau et d'assainissement, et les présente sous une forme exploitable par les responsables des politiques.

Principales constatations

Il est difficile de formuler un message cohérent sur les bénéfices des services de l'eau, car le stade de développement des infrastructures est très différent selon les pays, comme en témoigne la courbe ci-dessous. Si les pays les moins développés ont encore besoin de réaliser des investissements considérables pour améliorer l'accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène, les pays les plus développés, qui se situent bien au-dessous de la courbe, continuent

d'investir dans le traitement des eaux usées, souvent pour se conformer aux réglementations. La figure 0.1 fait ressortir plusieurs points importants.

Figure 0.1. **Courbe des bénéfices que procurent l'eau et l'assainissement**



Tout d'abord, bien que le fait de fournir un accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène soit générateur de bénéfices substantiels, il peut aussi s'accompagner de désavantages, selon l'ordre dans lequel les investissements sont réalisés (par exemple, si l'accès à l'eau est fourni sans un accès simultané à l'assainissement). Ensuite, si le traitement des eaux usées, qui est généralement mis en place en dernier lieu, peut entraîner des bénéfices importants, ceux-ci ont toutes les chances d'aller en s'amenuisant, car les retombées favorables d'investissements supplémentaires dans la qualité de l'eau tendent à diminuer au fil du temps. Enfin, les bénéfices mesurés sont souvent sous-estimés du fait que certains bénéfices majeurs (tels que la fierté et la dignité liées à l'accès à l'eau et à l'assainissement ou la valeur d'agrément tirée du traitement des eaux usées) sont plus difficiles à quantifier en termes monétaires.

Bénéfices de l'accès aux services de base en matière d'eau et d'assainissement

La fourniture de services de base en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement, tels que ceux implicitement liés aux OMD, offre des bénéfices considérables et bien supérieurs aux coûts. Ainsi, la réalisation des OMD dans les domaines de l'eau et de l'assainissement produirait des retombées positives estimées à 84 milliards par an, avec un rapport bénéfices/coûts de 7 pour 1. Les trois quarts de ces bénéfices découlent de gains de temps, les personnes n'ayant plus à parcourir de longues distances pour aller chercher de l'eau ou à faire la queue pour se servir à la source. La plupart des autres bénéfices proviennent du recul des maladies d'origine hydrique comme la diarrhée, le paludisme ou la fièvre dengue. Des interventions en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène permettraient de réduire la charge mondiale de morbidité de près de 10%. Les enfants sont les plus touchés : 20% des années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI)¹ chez les enfants de moins de 14 ans et 30% des décès d'enfants de moins de 5 ans sont imputables à l'inadéquation de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène.

La plupart des pays de l'OCDE ont récolté ces avantages à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, au moment où les infrastructures de base d'eau et d'assainissement ont été étendues pour servir de vastes pans de la population. Par exemple, le recours à la chloration et à la filtration de l'eau dans 13 grandes villes des États-Unis au début du XX^e siècle a entraîné un net recul de la mortalité, avec un taux de rentabilité sociale de 23 pour 1 et une valeur par personne-année gagnée grâce à l'eau salubre de 500 USD environ en dollars de 2003.

L'expérience acquise au sein de l'OCDE laisse penser toutefois que le taux marginal de rentabilité des interventions menées dans les domaines de l'eau et de l'assainissement baisse à mesure que les mesures se perfectionnent. Ainsi, aux États-Unis, des experts ont estimé entre 500 millions et 4 milliards USD le coût moyen par cas de cancer évité de la mise en application de normes plus strictes sur les concentrations de certains pesticides et herbicides dans l'eau potable.

Il est probable que les retombées favorables sont systématiquement sous-estimées, car un certain nombre de bénéfices non économiques sont difficiles à quantifier, même s'ils sont très importants pour la dignité, le statut social, la propreté et le bien-être général des personnes concernées. Certaines études font apparaître que ce sont souvent les aspects non sanitaires et non économiques qui poussent les populations à construire des latrines familiales : disposer d'installations destinées aux personnes malades ou aux parents âgés, améliorer la sécurité la nuit ou la commodité, ou encore faciliter l'entretien.

Plus généralement, l'adéquation des services d'eau et d'assainissement semble être un moteur clé de la croissance économique (y compris des investissements par les sociétés qui ne peuvent se passer de ce type d'installations pour leurs processus de production et leurs travailleurs). Cela étant, ces liens n'ont pas encore été suffisamment observés et mesurés, et ne sont donc pas examinés en détail dans ce rapport.

Traitement des eaux usées

Contrairement aux services d'eau et d'assainissement, les bénéfices tirés du traitement des eaux usées sont moins évidents pour les individus et plus difficiles à évaluer en termes monétaires. Il a donc fallu davantage de temps pour parvenir au consensus sur la nécessité de développer ce type d'infrastructures ainsi que des systèmes d'élimination sans risques de leurs résidus, probablement aussi du fait des coûts relativement élevés de telles interventions. Aux États-Unis, le Clean Water Act (loi sur la qualité de l'eau) de 1972 a constitué une base juridique importante pour le développement des stations d'épuration. En Europe, c'est par l'adoption de la Directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, en 1991, que l'Union européenne a apporté une réponse politique au problème croissant du rejet des eaux usées non traitées dans le milieu aquatique.

Tous les effets positifs du traitement des eaux usées procèdent d'une amélioration de la qualité des eaux par l'élimination de différentes substances polluantes. Cette amélioration offre des avantages en cas de prélèvement (par exemple, pour l'alimentation en eau des communes ou encore pour l'agriculture irriguée, l'abreuvement du bétail et les processus industriels) et des avantages en cas d'utilisation du milieu aquatique même (utilisation sans consommation de l'eau au cours d'activités comme la natation, la navigation ou la pêche). Ces bénéfices peuvent avoir un impact considérable sur l'ensemble de l'économie. En Asie du Sud-Est, par exemple, le Programme pour l'eau et l'assainissement a estimé que le manque d'assainissement entraînait chaque année pour le Cambodge, l'Indonésie, les Philippines et le Viet Nam réunis 2 milliards USD de frais financiers (0.44 % du total de leurs PIB) et 9 milliards USD de pertes économiques (2 % du total de leurs PIB).

Autre exemple, les bénéfices sanitaires que procure l'amélioration de la qualité des eaux de loisirs dans le sud-ouest de l'Écosse ont été chiffrés à 1.3 milliard GBP par an. En Mer noire, la dégradation de la qualité de l'eau due à l'eutrophisation a conduit à une augmentation importante de la concentration d'algues qui a perturbé la vie aquatique. La quantité de poissons morts a été estimée à environ 5 millions de tonnes entre 1973 et 1990, soit une perte approximative de 2 milliards USD.

La qualité de l'eau est également un facteur essentiel pour certaines activités touristiques, et le traitement des eaux usées a donc un rôle à jouer à cet égard. Dans la plupart des pays, le non-respect de certaines normes applicables aux eaux de baignade entraîne la fermeture de plages et de lacs à des fins de loisirs et influe donc fortement sur l'économie locale du tourisme.

En Normandie (France), on estime que l'interdiction de la baignade sur 40 % des plages du littoral provoquerait une baisse immédiate de 14 % de l'ensemble des séjours, soit un manque à gagner de 350 millions EUR par an et la perte potentielle de 2 000 emplois locaux.

Les effets positifs sur l'immobilier se sont révélés tout aussi considérables. La valeur immobilière des biens situés aux abords de masses d'eau augmente quand des mesures de traitement des eaux usées garantissent un certain niveau de qualité de ces eaux. Plusieurs études montrent que cette plus-value est comprise entre 11 et 18 % par rapport à des biens se trouvant à proximité de masses d'eau de mauvaise qualité.

À un niveau plus global, il existe très peu d'évaluations des bénéfices, sur l'ensemble de l'économie, des améliorations apportées à la qualité de l'eau. L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis estime que les bénéfices nets découlant de la législation relative à la pollution de l'eau sur les 30 dernières années se chiffrent à 11 milliards USD par an dans le pays, soit environ 109 USD par ménage. Au Royaume-Uni, plusieurs études portant sur les bénéfices et les coûts des mesures de mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau de l'UE font apparaître un gain net de 10 millions USD en Angleterre et au Pays de Galles. Aux Pays-Bas, des analyses coût-bénéfice similaires ont montré que les retombées positives chiffrables étaient nettement inférieures aux coûts estimés (mais une grande partie des bénéfices ne pouvaient pas être évalués en termes monétaires) et que les coûts augmentaient de manière disproportionnée à mesure que croissait l'ambition environnementale, ce qui semble indiquer une diminution des bénéfices nets marginaux.

Protection de la qualité de la ressource et équilibre entre offre et demande

Pour fournir des services de l'eau de manière durable, il est essentiel de faire en sorte que la matière première, c'est-à-dire l'eau pure, soit protégée et gérée correctement. Cet aspect revêtira une importance de plus en plus grande en raison de l'augmentation des pressions qu'exercent sur la ressource les croissances économique et démographique, mais aussi du fait des répercussions potentielles du changement climatique sur le cycle de l'eau.

Le fait de protéger les captages d'eau et de réduire la pollution des ressources en eau permet aux utilisateurs finals d'obtenir des bénéfices comparables à ceux décrits pour l'accès à l'eau salubre. Protéger les ressources

en eau directement à la source en limitant la pollution dans les zones de captage offre aussi des bénéfices indirects en permettant d'éviter certains coûts (d'investissement et de traitement) et peut s'avérer globalement plus économique. De plus en plus, les pays prennent conscience de l'utilité d'aborder la gestion des ressources en eau à l'échelle d'un bassin ou d'un bassin hydrographique, en tenant compte du fait qu'il est généralement moins onéreux de diminuer la pollution à la source que de traiter l'eau avant de la distribuer aux consommateurs.

Pour assurer un approvisionnement en eau fiable, il convient d'équilibrer l'offre et la demande. Le degré de certitude de la fourniture d'eau est un facteur important pour déterminer le bénéfice que tirent les utilisateurs du service et influe grandement sur le consentement de ceux-ci à payer. Une plus grande fiabilité de l'approvisionnement en eau évite aux ménages d'avoir à constituer des stocks en prévision d'éventuelles pénuries et entraîne donc des économies. Elle constitue également un paramètre important des activités économiques (celles des industries, mais aussi de l'agriculture et des services) qui utilisent cette ressource dans leurs processus ou comme un intrant non substituable.

Utilisation de la valeur des bénéfices dans l'allocation de fonds au secteur de l'eau

Les décideurs publics demandent clairement à être informés sur les bénéfices liés au fait d'investir dans la gestion des ressources en eau en général et dans les services d'eau et d'assainissement en particulier. Des données fiables sur ce sujet seraient utiles pour appuyer les décisions importantes en matière de politiques et d'investissements, notamment en vue de mener à bien les actions suivantes :

- ***Définir des stratégies d'investissement et établir des priorités d'investissement***, de sorte que les fonds puissent être mieux ciblés quand il est probable que les bénéfices procurés concerneront la majorité des utilisateurs, la catégorie d'utilisateurs dont les revenus sont les plus faibles, ou les deux.
- ***Évaluer la façon dont les bénéfices se répartissent entre utilisateurs et éclairer l'élaboration des politiques tarifaires***. Les investissements dans les services d'eau et d'assainissement ne profitent pas à tous d'égale manière : alors que les bénéfices procurés par les services de l'eau vont généralement aux ménages, ceux liés aux services d'assainissement bénéficient à l'ensemble de la communauté. L'analyse des bénéfices peut apporter des informations sur le consentement des utilisateurs à payer pour l'amélioration de certains services, et permet de faire peser les charges supplémentaires sur ceux qui bénéficient déjà

de ces services, car il y a plus de chances qu'ils soient disposés à payer pour leur amélioration.

- ***Formuler les décisions portant sur l'organisation des services d'eau et d'assainissement.*** L'absence d'analyse cohérente des avantages qu'il y a à investir dans l'ensemble de la chaîne de valeur des SEA est due en partie à la structure fragmentée du marché de la fourniture de ces services. Bien que ce soit les ministères qui soient chargés de définir l'orientation générale des politiques, c'est souvent le principal prestataire des services d'utilité publique qui prend les décisions d'investissement, alors qu'il ne dessert parfois qu'une faible proportion de la population. Il en résulte que ce prestataire tient rarement compte des bénéfices (ou des désavantages dans le cas de services inadéquats) découlant d'autres types d'investissements, comme l'assainissement sur place ou la distribution d'eau par de petits prestataires. L'information sur les bénéfices (ou les coûts quand les services sont inappropriés) pourrait favoriser les réformes de la structure des marchés ou renforcer la coordination de l'investissement entre les parties prenantes de façon à permettre la prise en compte de l'ensemble de la chaîne de valeur des SEA.
- ***Exprimer clairement à l'attention des utilisateurs les messages faisant valoir les bénéfices individuels et collectifs que procurent les services.*** Certains utilisateurs ne connaissent tout simplement pas les principaux bénéfices associés à l'eau et à l'assainissement. Ainsi, la méconnaissance des répercussions sanitaires d'un assainissement insuffisant est souvent l'un des facteurs du sous-investissement dans les installations sanitaires sur place au niveau des ménages. Le fait d'estimer les bénéfices et d'organiser des campagnes médiatiques et des campagnes de promotion pour diffuser ces messages pourrait fortement stimuler l'investissement.

Note

1. Somme des années de vie potentiellement perdues du fait d'un décès prématuré et des années de vie productive perdues en raison d'une incapacité.

Introduction

Aperçu général

Ce rapport récapitule les informations disponibles sur les avantages qu'il y a à investir dans les services d'eau et d'assainissement (SEA), afin de permettre aux décideurs publics des pays membres et non membres de l'OCDE de les exploiter plus facilement.

Les principales questions de fond examinées sont les suivantes :

- Que sait-on des bénéfices produits par les SEA ?
- Les niveaux actuels d'investissement semblent-ils suffisants au regard des bénéfices potentiels ?
- Faut-il accorder une priorité plus grande aux SEA dans l'allocation des budgets publics que ce n'est le cas actuellement ?

Aux fins de cette étude, on entend par services d'eau et d'assainissement (SEA) les services assurés au moyen de ressources créées par l'homme pour fournir de l'eau potable et des services d'assainissement. Les clients des SEA comprennent les ménages mais aussi les utilisateurs commerciaux et industriels. Dans certains cas, les utilisateurs industriels peuvent investir dans leurs propres systèmes d'alimentation en eau ou de traitement des eaux usées, ce qui revient de fait à assurer leur auto-approvisionnement.

Cette étude examine les investissements nécessaires le long de la chaîne de valeur des SEA pour fournir durablement ces services. Bien que l'accès aux services d'eau et d'assainissement soit généralement considéré comme une priorité (comme en témoigne la place qui lui est accordée à travers les objectifs du Millénaire pour le développement), il est nécessaire d'investir aussi bien en aval qu'en amont de cet accès pour assurer des services viables. Le présent rapport pose la question de la pertinence d'une allocation de fonds à l'ensemble du secteur et cherche à déterminer les éléments de la chaîne de valeur des SEA susceptibles de produire les bénéfices les plus importants.

En aval de la fourniture d'accès, il est nécessaire d'investir dans la collecte, le stockage sans risque ou encore le traitement et l'évacuation des eaux usées, pour faire en sorte que leur rejet dans l'environnement soient contrôlé de manière adéquate et pour préserver la qualité des ressources en eau. Cet aspect est lié au fait que les ressources en eau sont pour la plupart des ressources renouvelables, qui peuvent être recyclées à condition d'être correctement gérées et de ne pas être dégradées. Le recyclage et la réutilisation des eaux usées traitées peuvent réduire la quantité d'eau consommée et déboucher sur des produits dérivés susceptibles d'être utilisés pour l'agriculture ou la production d'énergie.

L'investissement en amont dans la gestion des ressources, qui a pour but d'assurer durablement la fourniture d'une eau de qualité en quantité suffisante tout en limitant les effets défavorables sur d'autres utilisations de l'eau, est également déterminant et le deviendra même bien plus à mesure que la concurrence pour disposer de la ressource s'intensifiera. Il est possible d'équilibrer l'offre et la demande en protégeant et en augmentant les ressources en eau exploitables, mais aussi en gérant la demande (par exemple, en investissant dans des programmes de réduction des fuites ou des techniques d'économies d'eau au niveau des ménages).

En outre, la présente étude souligne qu'il importe de réaliser des investissements cohérents le long de la chaîne de valeur. En effet, si les investissements consistent uniquement à fournir des services d'eau et de collecte des eaux usées adéquats sans assurer le traitement correct des eaux résiduaires avant leur déversement dans le milieu aquatique, certains des bénéfices présentés ici risquent de ne pas se concrétiser.

Cette étude envisage les investissements dans une acception relativement large, qui comprend les investissements dans les infrastructures (investissements matériels) et les mesures accompagnatrices (investissements immatériels). Bien que ce rapport soit davantage axé sur les investissements matériels qui peuvent être réalisés le long de la chaîne de valeur des SEA (raccordements, stations de traitement de l'eau et d'épuration, réseaux d'acheminement, etc.), les bénéfices que procurent les investissements immatériels nécessaires au fonctionnement durable de l'ensemble du secteur (planification et mise en œuvre des réformes institutionnelles et tarifaires, promotion des efforts de gestion de la demande, éducation à l'hygiène ou gestion efficace des écosystèmes) doivent aussi être pris en compte, même s'ils sont en règle générale plus difficiles à quantifier.

Pour préserver durablement les bénéfices liés aux investissements initiaux, il est indispensable d'investir dans la maintenance et d'assurer ainsi la viabilité à long terme des équipements. De fait, les investissements dans l'eau et l'assainissement ne se révéleront rentables que si les installations sont correctement exploitées, entretenues et renouvelées. Trop souvent,

les aspects liés à la maintenance sont délaissés, comme en témoigne, par exemple, le fait que près de la moitié des pompes manuelles de prélèvement d'eau sont hors service en Afrique subsaharienne. Aux États-Unis, certaines données recueillies dernièrement ont fait apparaître une dégradation des normes de traitement des eaux usées, qui pourrait être due en partie à un investissement insuffisant dans la maintenance des équipements. Le présent rapport aborde donc notamment la question des investissements nécessaires pour assurer le bon fonctionnement des installations.

Les bénéfiques de tous ces investissements sont examinés de façon générale, sans chercher à distinguer ceux issus du secteur public de ceux provenant du secteur privé. D'autres rapports de l'OCDE ont recensé les sources potentielles (tarifs, taxes et transferts) destinées à combler le déficit de financement, ainsi que les financements remboursables reposant sur le marché destinés, eux, à assurer le relais (OCDE, 2009a; OCDE, 2009b). Les budgets publics pourraient de manière générale être utilisés pour résorber en partie le déficit de financement ou comme levier pour attirer des ressources financières vers le secteur. Les fonds privés seraient plutôt alloués soit pour préfinancer des infrastructures partagées, soit pour réaliser des équipements privés (plomberie intérieure, latrines familiales ou réseaux utilisés par des entreprises industrielles ou un groupe de ménages). La présente étude ne cherche pas à déterminer quelle serait la combinaison idéale de fonds publics et privés pour couvrir les coûts de tels investissements.

Les bénéfiques découlant des services d'eau et d'assainissement sont de façon générale examinés du point de vue des ménages qui les utilisent. Or, il est important de prendre conscience que ces services ont des effets positifs non négligeables sur d'autres types d'utilisateurs, tels que les entreprises commerciales et industrielles, avec des répercussions substantielles sur la croissance économique, en particulier dans les zones urbaines et périurbaines. Les utilisateurs agricoles peuvent aussi en tirer des bénéfiques considérables, surtout en cas de mise en place de systèmes multi-usages dans les zones rurales.

Pourquoi est-il important d'évaluer les bénéfiques des investissements dans l'eau et l'assainissement ?

La nature des bénéfiques que procurent les investissements et leur répartition entre les groupes de parties prenantes peuvent servir de base à l'allocation des fonds publics au secteur. Le financement public est particulièrement nécessaire quand les effets externes de l'investissement peuvent intéresser un grand nombre de bénéficiaires, en atténuant le risque épidémique par exemple. Approfondir la question des bénéfiques est donc essentiel pour élaborer les politiques à appliquer au secteur de l'eau.

Les décideurs publics demandent clairement à être informés sur les bénéfices liés au fait d'investir dans la gestion des ressources en eau en général et dans les services d'eau et d'assainissement en particulier. Ainsi, s'agissant de la gestion des ressources en eau en Europe, la conduite d'une analyse économique et la collecte de données sur les bénéfices (et les coûts) économiques sont explicitement mentionnées parmi les objectifs de la Directive-cadre sur l'eau de l'UE. Pour la première fois, des données relatives aux coûts et bénéfices associés à l'investissement dans l'eau et l'assainissement dans les pays en développement ont été présentés à des hauts responsables des ministères de l'Eau et des Finances à la réunion de haut niveau sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène qui s'est tenue à Washington en avril 2010.

Des données fiables sur ces bénéfices seraient utiles pour appuyer les décisions en matière de politiques et d'investissements, notamment en vue de mener à bien les actions suivantes :

- ***Définir des stratégies d'investissement et établir des priorités d'investissement***, de sorte que les fonds puissent être mieux ciblés quand il est probable que les bénéfices procurés concerneront la majorité des utilisateurs ou ceux dont les revenus sont les plus faibles (ou encore ces deux catégories, selon le contexte et les priorités globales).
- ***Évaluer la façon dont les bénéfices se répartissent entre utilisateurs et éclairer l'élaboration des politiques tarifaires***. Les investissements dans les services d'eau et d'assainissement ne profitent pas à tous d'égale manière : alors que les bénéfices procurés par les services de l'eau vont généralement aux ménages, ceux liés aux services d'assainissement bénéficient à l'ensemble de la communauté. L'analyse des bénéfices peut apporter des informations sur le consentement des utilisateurs à payer pour l'amélioration de certains services, et permet de faire peser les charges supplémentaires sur ceux qui bénéficient déjà de ces services, car il y a plus de chances qu'ils soient disposés à payer pour ces améliorations.
- ***Formuler les décisions portant sur l'organisation des services d'eau et d'assainissement***. L'absence d'analyse cohérente des avantages qu'il y a à investir dans l'ensemble de la chaîne de valeur des SEA est due en partie à la structure fragmentée du marché de la fourniture de ces services. Bien que ce soit les ministères qui soient chargés de définir l'orientation générale des politiques, ce sont souvent les pouvoirs publics locaux ou le principal prestataire des services d'utilité publique qui prennent les décisions d'investissement, alors qu'ils ne desservent parfois qu'une faible proportion de la population (c'est le cas dans bon nombre de grandes villes des pays en développement où le principal prestataire ne parvient pas à faire face à la croissance démographique

et où une partie importante de la population est desservie par de petits prestataires indépendants). Il en résulte que ces acteurs tiennent rarement compte des bénéfices (ou des désavantages dans le cas de services inadéquats) découlant d'autres types d'investissements, comme l'assainissement sur place ou la distribution d'eau par de petits prestataires. L'information sur les bénéfices (ou les coûts quand les services sont inappropriés) pourrait favoriser les réformes de la structure des marchés ou renforcer la coordination de l'investissement entre les parties prenantes de façon à permettre la prise en compte de l'ensemble de la chaîne de valeur des SEA.

- *Exprimer clairement à l'attention des utilisateurs les messages faisant valoir les bénéfices individuels et collectifs que procurent les services.* Certains utilisateurs ne connaissent tout simplement pas les principaux bénéfices associés à l'eau et à l'assainissement. Ainsi, la méconnaissance des répercussions sanitaires d'un assainissement insuffisant est souvent l'un des facteurs du sous-investissement dans les installations sanitaires sur place au niveau des ménages. Le fait d'estimer les bénéfices et d'organiser des campagnes médiatiques et des campagnes de promotion pour diffuser ces messages peut fortement stimuler l'investissement.

Il existe souvent un décalage entre les bénéfices supposés de l'investissement dans les SEA et les moteurs réels de ces investissements. Dans les pays en développement par exemple, les investissements de cette nature sont souvent justifiés par des raisons de santé publique, alors qu'en fait la majorité des bénéfices provient des gains de temps ainsi réalisés et qu'il serait possible d'encourager les ménages eux-mêmes à investir au moyen d'incitations immatérielles telles que le prestige, la honte ou l'amélioration de la qualité de vie en général. Le fait d'examiner les bénéfices (et les coûts) de manière plus systématique et de mieux comprendre les moteurs réels de l'investissement pourrait contribuer à améliorer la qualité de la prise de décisions.

Structure du rapport

Le rapport comporte les six chapitres suivants :

Le *chapitre 1* définit le cadre général dans lequel s'inscrit le reste du document. Il fournit des informations de fond sur l'ampleur du défi que représente l'investissement dans l'approvisionnement en eau et l'assainissement, et détermine à quels stades de la chaîne de valeur cet investissement devrait procurer des bénéfices.

Le *chapitre 2* porte sur les bénéfices découlant de l'accès aux services d'eau et d'assainissement, qui est le principal cheval de bataille pour réaliser les objectifs du Millénaire pour le développement dans les pays en développement. Lorsque des informations rétrospectives sont disponibles, les bénéfices liés à l'expansion des services dans les pays développés sont également passés en revue dans ce chapitre.

Le *chapitre 3* explore les bénéfices de l'investissement en aval, dans l'épuration et le rejet sans risque des eaux usées, qui vise à atténuer au maximum les effets nocifs potentiels du déversement d'eaux résiduelles non traitées dans l'environnement.

Le *chapitre 4* décrit les avantages qu'il y a à investir dans la gestion des ressources en eau pour garantir durablement la fourniture d'une eau de bonne qualité en quantité suffisante, et limiter le plus possible les éventuels effets défavorables sur d'autres besoins concurrents (y compris environnementaux) auxquels ces ressources doivent répondre. Y sont également examinés les bénéfices que présente l'investissement dans les mesures visant à réduire l'écart entre l'offre disponible et la demande. Du côté de la demande, le chapitre porte essentiellement sur les effets favorables qui découlent de la mise en œuvre de mesures techniques (diminution des fuites, dispositifs permettant d'économiser l'eau au niveau des ménages, etc.), mais examine aussi les mesures prises pour modifier les comportements (y compris la tarification et les campagnes de sensibilisation).

Le *chapitre 5* rapproche les analyses réalisées sous différents axes afin de déterminer les investissements dans les domaines de l'eau et de l'assainissement qui procurent les bénéfices les plus substantiels. Cette synthèse sert de base à la formulation des implications pour l'action des pouvoirs publics, en termes de justification des investissements dans les services d'eau et d'assainissement et de définition des priorités d'investissement le long de la chaîne de valeur des SEA.

Pour finir, l'*annexe A* expose diverses approches méthodologiques de mesure des bénéfices et l'*annexe B* donne la liste des principales références exploitées dans ce rapport.

Chapitre 1

Définition du contexte

Ce chapitre fournit des informations de fond sur l'ampleur du défi que représente l'investissement dans l'approvisionnement en eau et l'assainissement, et détermine à quels stades de la chaîne de valeur cet investissement devrait procurer des bénéfices. Il peut s'agir de bénéfices sanitaires, environnementaux et économiques, mais aussi d'autres types, plus difficiles à quantifier, de l'ordre de la dignité et du bien-être. L'annexe A donne un cadre méthodologique général permettant d'évaluer de tels bénéfices.

1.1 Évaluation de l'ampleur du défi que représente l'investissement

Les énormes besoins d'investissement dans les services d'eau et d'assainissement (SEA) sont dictés par un certain nombre de facteurs, en particulier le retard dû à un sous-investissement dans ce secteur par le passé, la croissance démographique, l'évolution des attentes, le durcissement des normes environnementales et les incertitudes climatiques. L'OCDE a réalisé une évaluation des besoins d'investissement dans les infrastructures d'ici à 2030 dans le domaine des télécommunications, du transport terrestre, de l'eau et de l'électricité. Cette initiative a permis de constater que les investissements requis dans les services d'eau et d'assainissement étaient sans commune mesure avec ceux d'autres secteurs. Comme indiqué dans le rapport OCDE (2006a), la projection des besoins d'investissement moyens dans les pays de l'OCDE et dans plusieurs autres grands pays (dont la Russie, l'Inde, la Chine et le Brésil) s'élève à environ 780 milliards USD par an d'ici à 2015 et à 1 037 milliards USD par an d'ici à 2025, alors que l'estimation actuelle de la dépense dans les infrastructures de l'eau est de 576 milliards USD par an. Toujours selon l'OCDE (2007a), ces projections sont bien supérieures aux estimations comparables pour les routes (160 milliards USD par an d'ici à 2020) ou pour le transport et la distribution d'électricité (environ 80 milliards USD par an d'ici à 2025).

Toutefois, le rapport OCDE (2006a) a mis en évidence la grande disparité des estimations des besoins annuels de dépenses dans le secteur de l'eau selon les méthodes d'évaluation utilisées. Ce rapport soulignait les grands écarts d'une région à l'autre, reflets de niveaux très différents d'accès aux infrastructures et de capacités économiques (ou de volonté politique) de tenir compte des pressions exercées sur l'environnement. Les principaux chiffres étaient estimés à partir de l'examen des besoins d'investissement d'un certain nombre de pays membres et non membres de l'OCDE, examen qui permettait de conclure que, dans l'avenir, le niveau des dépenses consacrées aux services de l'eau dans les pays à revenu élevé devrait être de l'ordre de 0.75 % du PIB (entre 0.35 % et 1.2 %) et pourrait atteindre 6 % dans certains pays à faible revenu qui devaient rattraper leur retard d'investissement dans ce secteur. Pour finir, il était indiqué que la plupart des estimations étaient plutôt axées sur les investissements et ne tenaient pas compte de la nécessité de couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance.

En ce qui concerne les pays en développement, Hutton et Bartram (2008) ont évalué les dépenses nécessaires pour atteindre les cibles des OMD à 42 milliards USD pour l'eau et 142 milliards USD pour l'assainissement (sur la période 2005-14), soit au total 18 milliards USD par an. Le coût de maintenance des services existants s'élève à un total supplémentaire de 322 milliards USD pour l'approvisionnement en eau et de 216 milliards USD pour l'assainissement (pour 2005-14), soit au total 54 milliards USD par an. En outre, il a été estimé qu'une mise en œuvre efficace entraînerait des coûts d'administration, supportés en dehors des lieux de fourniture des services, compris entre 10 % et 30 %.

Les estimations réalisées récemment par un grand nombre de pays, développés et en développement, ont été compilées par Lloyd Owen (2009). Ce rapport a mis en évidence sept moteurs fondamentaux d'investissement dans les SEA pour les deux prochaines décennies, à savoir : élargir l'accès à ces services pour atteindre les OMD d'ici à 2015 ; relever les défis de la croissance démographique et de l'urbanisation ; fournir à l'industrie, dans le contexte de la croissance économique mondiale, des services de distribution d'eau et de traitement des eaux usées ; appliquer les directives de l'OMS relatives à la qualité de l'eau de boisson ; se conformer aux normes environnementales nationales et internationales ; garantir la sécurité d'approvisionnement et prendre des mesures pour faire face aux précipitations exceptionnelles liées au changement climatique ; et remettre en état les équipements existants. Lloyd Owen (2009) a estimé que les investissements nécessaires pour relever ces défis s'élèveraient à environ 2 880 milliards USD sur les vingt prochaines années (soit quelque 144 milliards USD par an) dans les 67 pays étudiés, avec des coûts d'exploitation associés pouvant atteindre le double des dépenses d'équipement, comme le montre le tableau 1.1. Ce rapport a également fait apparaître un important déficit de financement, les sources de revenu actuelles

(tarifs inclus) ne pouvant apporter que 631 à 1 381 milliards USD, soit un manque compris entre 1 049 et 2 297 milliards USD.

Tableau 1.1. Prévisions de coûts d'exploitation et de dépenses d'équipement dans les pays étudiés, 2010-29 (en milliards USD)

	Coûts d'exploitation	Dépenses d'équipement			% des dépenses d'équipement par région
		Faibles	Moyennes	Élevées	
Amérique du Nord	1 821	525	630	940	23%
Europe	2 133	642	838	991	28%
Pays développés d'Asie	1 018	461	550	640	19%
Amérique latine	796	119	164	194	5%
Reste du monde	992	472	713	1 027	24%
Total	6 760	2 213	2 880	3 792	100%

Source : Thomson Reuters dans Lloyd Owen (2009).

La publication OCDE (2006a) se referme sur une note prudente : « Même si les avantages risquent de plus que compenser les coûts, il n'est pas dit que les dépenses projetées seront effectivement réalisées. En réalité, si l'on en croit l'expérience passée, il est certain qu'elles ne le seront pas. »

De fait, dans le contexte de la crise économique mondiale et du resserrement des budgets publics, le financement des services d'eau et d'assainissement est souvent insuffisant, ce qui conduit à différer des investissements essentiels, avec au final un report des bénéfices associés et une augmentation des futurs coûts d'investissement. Ce constat accentue la nécessité de remettre en avant les bénéfices liés à l'investissement dans ces services, mais également de définir les domaines d'investissement prioritaires, en tenant compte de l'importance des bénéfices attendus et du rapport coût-efficacité des interventions.

1.2 Chaîne de valeur des services d'eau et d'assainissement

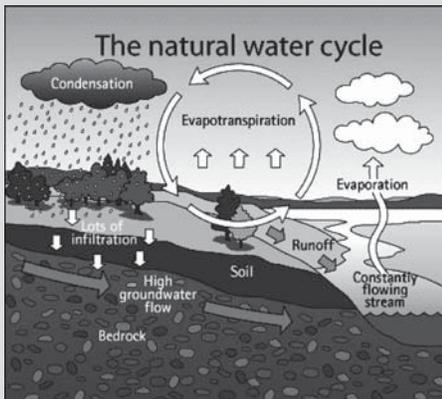
Comme pour tout processus de production, il est possible de dégager une « chaîne de valeur » des SEA, qui part de la protection, de la collecte et du prélèvement de l'eau (de surface ou souterraine), se poursuit avec l'acheminement de la ressource jusqu'à son point de consommation (ménages et clients industriels ou institutionnels dans le cas des services d'eau et

Encadré 1.1. Cycles naturel et anthropique de l'eau

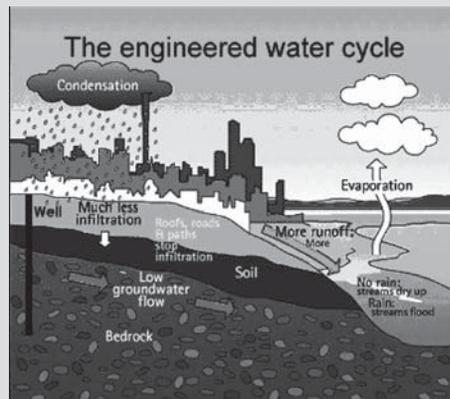
Le *cycle naturel de l'eau* est représenté à la figure ci-dessous. L'eau atteint la surface de la terre sous forme de précipitations de pluie et de neige. Une partie de ces précipitations ruisselle pour rejoindre rapidement les cours d'eau, formant le débit de crue. Une autre partie s'accumule dans des cavités, tandis qu'un volume important s'infiltré dans le sol où il reste stocké pour servir à la croissance des plantes. Par percolation, une partie des infiltrations descendent plus bas que les racines des plantes pour venir recharger les réserves d'eau souterraine appelées nappes phréatiques. Ces nappes alimentent les cours d'eau à un faible débit appelé « débit de base ». Débit de crue et débit de base forment le débit des cours d'eau qui rejoignent la mer la plus proche. De l'eau retourne dans l'atmosphère par transpiration des plantes et évaporation à partir du sol, des masses d'eau et des mers, et rafraîchit la terre.

Le *cycle anthropique de l'eau* est représenté à la figure ci-dessous. Au cours des deux derniers siècles, le cycle naturel de l'eau a été considérablement modifié par l'activité humaine, avec de profondes répercussions sur l'hydrosphère. De grandes étendues de terre ont accueilli des constructions, ont été converties en terres agricoles ou ont été notablement remaniées. Dans les zones urbaines, les sols ont été tassés et revêtus. De grands volumes d'eau de mer et d'eau douce sont utilisés pour le refroidissement dans les centrales électriques. Les compagnies des eaux effectuent des prélèvements dans les eaux de surface et les eaux souterraines pour des utilisations domestiques et commerciales. Les eaux usées sont ensuite rejetées dans l'environnement, généralement loin du point d'extraction d'origine. Les réseaux de distribution acheminent l'eau pour en faciliter l'utilisation, mais la déplacent ainsi à de nombreux kilomètres de sa source. L'irrigation des cultures, l'arrosage des jardins et les phénomènes d'évaporation entraînent également des pertes d'eau.

Le cycle naturel de l'eau



Le cycle anthropique de l'eau



Source : Pickering, N (date inconnue).

d'assainissement) et se termine par l'évacuation des eaux usées en vue d'un traitement et d'un rejet sans risque¹. Toutefois, l'eau n'est pas un bien comme les autres, car elle se « recycle » naturellement, comme le montre l'encadré 1.1.

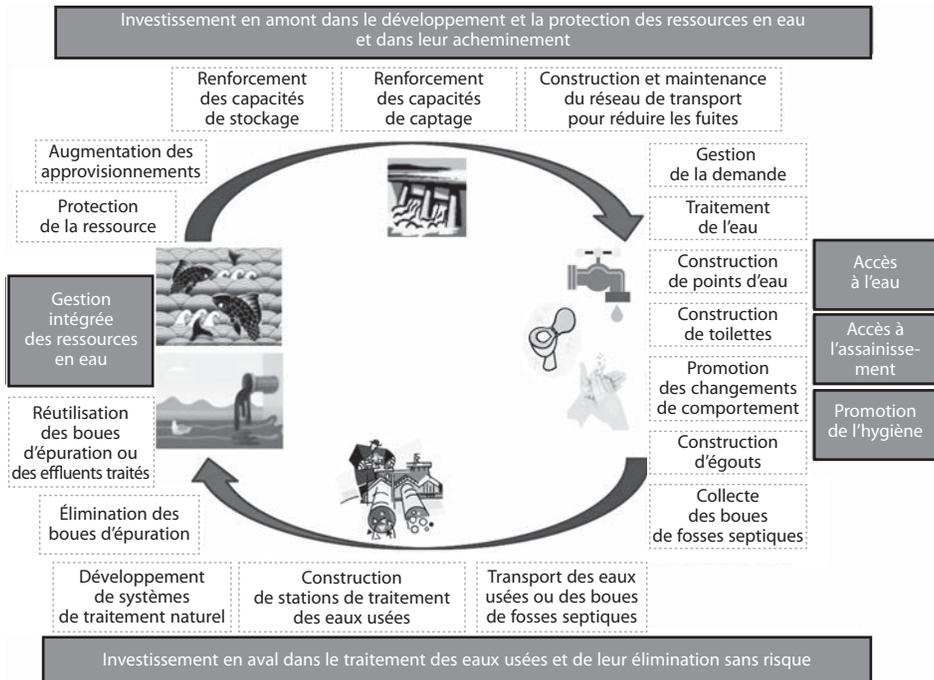
La fourniture durable de services d'eau et d'assainissement requiert un certain nombre d'investissements pour installer, puis exploiter et maintenir les équipements nécessaires, à tous les stades de la chaîne de valeur. Compte tenu des transformations imposées par l'activité humaine au cycle de l'eau, il est devenu encore bien plus essentiel d'investir dans un approvisionnement adéquat en eau sur la durée et dans un traitement des eaux usées conforme aux normes requises pour permettre le rejet de ces effluents dans l'environnement avec le moins possible d'effets néfastes.

La chaîne des investissements et activités à réaliser pour fournir durablement des services d'eau et d'assainissement est illustrée à la figure 1.3. Bien que le gros des efforts vise généralement à donner accès aux SEA (comme cela apparaît dans les objectifs du Millénaire pour le développement, par exemple), cette figure montre que des investissements supplémentaires sont nécessaires en amont et en aval pour garantir la pérennité des services.

En amont de la fourniture d'accès, la gestion des ressources hydriques fait partie intégrante de la mise à disposition durable de SEA. Les ressources en eau pouvant être utilisées à de multiples fins (consommation domestique, mais aussi agriculture, industrie ou environnement), la « gestion intégrée des ressources en eau » va au-delà des investissements et activités réalisés dans le seul but d'assurer des services d'eau et d'assainissement². En cas de mauvaise gestion intégrée des ressources en eau, les prestataires de SEA peuvent être pénalisés par une hausse de leurs coûts. La déforestation, par exemple, peut réduire le volume d'eau absorbé par le sol, imposant d'investir dans des capacités de stockage supplémentaires.

En aval, il est essentiel de gérer les eaux pluviales et les eaux usées de manière durable pour préserver la santé de la population (évacuation des excréments, en particulier) et protéger l'environnement. De tels résultats peuvent être concrétisés de différentes manières, selon les solutions techniques utilisées. Les solutions d'assainissement sur place consistent généralement à collecter et à stocker les flux de déchets sur le site même. Les déchets sont extraits et stockés définitivement sur site si la superficie de terrain disponible est suffisante, ou sont transportés et traités sur un autre site avant d'être rejetés dans l'environnement. Les solutions externes consistent à évacuer les effluents par des réseaux d'égouts, puis à les rejeter, après épuration ou directement. Bien que l'épuration réduise les effets nocifs sur l'environnement, elle n'est pas toujours effectuée. Le dernier stade est la réutilisation des boues ou des effluents traités à des fins de production, dans le domaine de l'agriculture ou de l'énergie, par exemple.

Figure 1.1. Chaîne de valeur de services d'eau et d'assainissement durables



1.3 Panorama des bénéfices potentiels à tous les stades de la chaîne de valeur des SEA

Les investissements et activités nécessaires pour fournir des services sûrs et durables à tous les stades de la chaîne de valeur génèrent divers bénéfices, sanitaires, environnementaux, économiques ou encore immatériels, comme le montre le tableau 1.2.

L'exposition détaillée des types d'investissements et d'activités indispensables pour fournir des services d'eau et d'assainissement durables, ainsi que des catégories de bénéfices découlant de ces investissements, est l'objet des quatre prochains chapitres. Dans chaque cas, nous avons réalisé un examen approfondi de la documentation traitant de notre sujet (l'annexe B fournit la liste complète des références) pour expliquer comment les bénéfices se concrétisent et présenter les estimations disponibles permettant de les quantifier. Notre rapport expose les résultats de plusieurs études d'experts et, chaque fois que possible, cherche à déterminer comment ces études ont été utilisées dans l'élaboration des politiques, afin de faire apparaître de quelle manière les faits et les chiffres peuvent appuyer ce processus dans le secteur de l'eau.

Tableau 1.2. Typologie des bénéfices à tous les stades de la chaîne de valeur de l'eau et de l'assainissement

Types d'investissements	Types de bénéfices
Chapitre 2 – Fourniture de l'accès à une eau salubre et à l'assainissement	
<p>Accès à une eau salubre à proximité/à l'intérieur de l'habitation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Créer des points d'accès à l'eau • Construire et étendre des réseaux (de distribution d'eau et d'égouts) • Construire et exploiter des stations d'épuration • Fournir des méthodes de traitement des eaux au point d'utilisation <p>Accès à l'assainissement et à l'hygiène</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construire des installations d'assainissement et des installations sanitaires • Promouvoir l'adoption de pratiques d'hygiène <p>Collecte et transport des eaux usées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Collecter les eaux usées à l'aide de réseaux d'égouts • Collecter les boues des latrines et les transporter hors des habitations 	<p>Bénéfices sanitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'incidence de maladies, en particulier les maladies d'origine hydrique et celles dues au manque d'hygiène <p>Bénéfices économiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gain d'un temps qui peut être consacré à des activités productives • Augmentation de la productivité • Diminution des coûts supportés pour pallier l'absence des installations et services nécessaires • Utilisation de l'urine et des fèces comme intrant économique • Effets sur le tourisme de l'amélioration des agréments <p>Autres bénéfices</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la propreté, renforcement de la fierté et de la dignité • Augmentation de la fréquentation scolaire (notamment des filles)
Chapitre 3 – Investissement en aval dans l'épuration des eaux usées en vue d'un rejet et d'une réutilisation sans risque	
<p>Épuration des eaux usées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construire et exploiter des stations d'épuration des eaux usées • Recourir à des procédés d'épuration naturels • Rejeter sans risque les boues d'épuration 	<p>Bénéfices sanitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bénéfices supplémentaires pour la santé, tels qu'une meilleure qualité des eaux de loisirs <p>Bénéfices environnementaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'eutrophisation <p>Bénéfices économiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminution des coûts de traitement préalable en aval (pour l'eau de boisson et l'eau utilisée par l'industrie) • Protection des stocks de poissons commerciaux et de l'aquaculture • Renforcement des activités de tourisme • Augmentation de l'approvisionnement en eau d'irrigation • Économies d'engrais grâce à l'utilisation des boues <p>Autres bénéfices</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des agréments • Augmentation de la valeur des propriétés

Tableau 1.2. **Typologie des bénéfices à tous les stades de la chaîne de valeur de l'eau et de l'assainissement** (*suite*)

Chapitre 4 – Investissement en amont dans la gestion durable de l'offre et de la demande	
Protection des ressources en eau <ul style="list-style-type: none"> • Créer des périmètres de protection des captages • Conclure des accords volontaires • Mettre en place une réglementation 	Bénéfices environnementaux <ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la pression sur les ressources disponibles et amélioration de la gestion du débit des cours d'eau • Incidences économiques sur l'utilisation d'eau pour des activités économiques (agriculture, hydro-électricité)
Augmentation et garantie de l'offre <ul style="list-style-type: none"> • Créer une capacité de stockage • Créer une capacité de prélèvement • Développer d'autres sources, telles que la recharge des nappes aquifères, le dessalement, la réutilisation des effluents traités • Adopter des plans de gestion des sécheresses et des inondations 	Bénéfices économiques <ul style="list-style-type: none"> • Réduction des coûts de traitement préalable de l'eau • Alimentation continue des processus de production • Réduction des coûts supportés pour pallier le manque de fiabilité de l'approvisionnement en eau • Réduction de la taille des installations • Diminution des besoins de dessalement
Gestion de la demande <ul style="list-style-type: none"> • Réduire les fuites (sur le réseau et dans les locaux des clients) • Mettre en place une tarification incitative • Installer des dispositifs permettant d'économiser l'eau • Sensibiliser, éduquer le public 	Autres bénéfices <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la qualité de vie grâce à la fiabilité de l'approvisionnement en eau • Bénéfices indirects : activités de loisir sur des bassins de retenue ou des réservoirs

Note : les investissements du tableau 1.2 sont présentés dans l'ordre dans lequel ils sont examinés dans les chapitres du présent rapport, et non en fonction de la chaîne de valeur des SEA.

Les méthodes permettant d'évaluer de tels bénéfices sont présentées plus en détail à l'annexe A. Cette annexe souligne également les limites, résumées ci-après, d'une telle analyse.

- **Les spécificités locales influent fortement sur la mesure des bénéfices procurés par les investissements dans les SEA.** D'un côté, les estimations de la valeur des bénéfices varient en fonction d'un certain nombre de facteurs locaux, tels que la prévalence des maladies d'origine hydrique (pour l'accès aux services), la qualité des eaux réceptrices (pour l'épuration des eaux usées) ou le niveau de mise en valeur des ressources hydriques existantes (pour l'augmentation et la protection des ressources en eau). De l'autre, la valeur des bénéfices dépend fortement du niveau général de revenu et d'autres facteurs macroéconomiques, tels que les taux de change, de sorte que son transfert entre des pays parvenus à des niveaux de développement différents peut être trompeur (voir l'annexe A sur les types de problèmes que pose le transfert de valeurs de bénéfice).

- ***L'ordre de réalisation des investissements peut être source de problèmes.*** Du fait de la nature cyclique de l'eau en tant ressource et des liens réciproques entre les diverses interventions dans ce secteur, des désavantages peuvent se manifester en chemin, selon l'ordre de succession des investissements. L'exemple le plus courant est celui des investissements destinés à fournir un accès à l'eau, qui, s'ils ne sont pas associés à un investissement adéquat dans l'évacuation et le traitement des eaux usées, peuvent être sources de problèmes sanitaires.
- ***Les bénéfices procurés par les investissements dans l'eau et l'assainissement ne sont pas toujours mesurés en termes monétaires, ce qui peut compliquer les comparaisons.*** Étant donné la nature pluridimensionnelle des bénéfices générés par l'investissement dans l'eau et l'assainissement, nul n'est encore parvenu à définir une méthode de mesure commune permettant de comparer les effets produits par les différentes interventions (à la manière des AVCI, ou années de vie corrigées de l'incapacité, utilisées pour comparer l'efficacité d'un large éventail d'interventions dans le domaine de la santé). Nombre d'études des bénéfices n'ont pas cherché à exprimer ces derniers en termes monétaires. Lorsqu'ils l'ont été, l'indication de l'échelle de mesure manque souvent (une méthode simple consisterait à exprimer les bénéfices en USD par ménage bénéficiaire ou en USD par ménage dans la zone, même si tous les ménages n'en profitent pas directement).
- ***Il n'est pas évident de déterminer le taux d'actualisation approprié.*** Comme l'ont noté Whittington *et al.* (2009), la valeur actuelle de la série de bénéfices dépend fortement du taux d'actualisation choisi, en raison de l'importance des dépenses d'investissement initiales et de la durée de vie économique exceptionnellement longue des actifs³. Les services d'eau et d'assainissement étant principalement considérés comme des investissements sociaux qui profitent à l'économie dans son ensemble et à l'environnement, le taux d'actualisation devrait être celui utilisé pour les projets publics et sociaux, tel que défini par l'État.
- ***Les bénéfices potentiels ne se concrétisent pas toujours.*** Il est donc important d'user de prudence en matière d'estimation monétaire des bénéfices. Le temps que les personnes ne passent plus à marcher sur de longues distances pour aller chercher de l'eau ni à faire la queue au point d'eau le plus proche, par exemple, n'est pas toujours employé à des tâches productives, alors qu'en fait, la plupart des méthodes d'estimation valorisent le temps ainsi gagné en fonction d'un taux de rémunération potentiel. De même, alors qu'il est bien établi que la mauvaise qualité des installations d'approvisionnement en eau

et d'assainissement a des répercussions importantes sur la santé, l'amélioration de l'accès à ces services n'est pas nécessairement suffisante pour concrétiser tous les bénéfices sanitaires, car d'autres facteurs peuvent y faire obstacle, comme la pollution de l'air ou de mauvaises pratiques d'hygiène.

- ***La distribution des bénéfices peut être tout aussi importante que leur ampleur.*** Les bénéfices découlant des investissements dans l'eau et l'assainissement ne se répartissent pas de manière égale. Les bénéfices procurés par les services de l'eau vont généralement aux ménages qui bénéficient de ces services, tandis que ceux associés à l'assainissement s'étendent à l'ensemble de la communauté et au-delà. Ainsi, l'installation de latrines améliorées en environnement urbain peut non seulement améliorer l'état de santé de la population et limiter le risque d'épidémies, mais aussi stimuler le tourisme et réduire les coûts de traitement de l'eau. Il faudrait donc estimer la valeur de ces bénéfices économiques généraux afin de définir la stratégie de financement la plus appropriée pour les investissements initiaux. Certains d'entre eux auraient une incidence directe sur les finances publiques (par une diminution des budgets consacrés à la santé, par exemple), tandis que d'autres pourraient être plus difficiles à quantifier (renforcement de la fierté et de la dignité, par exemple).

Notes

1. S'agissant des eaux usées, les excréments et les déchets extraits des eaux d'égouts peuvent également être stockés sur site sans traitement.
2. La gestion intégrée des ressources en eau peut se définir comme la pratique consistant à prendre des décisions et des mesures en considérant la gestion de l'eau selon plusieurs points de vue. Ces décisions et mesures concernent notamment la planification des bassins versants, l'organisation des équipes opérationnelles, la planification de nouveaux équipements, le contrôle des lâchures à partir des réservoirs, la régulation des zones inondables et l'élaboration de nouvelles lois et réglementations. Les bénéfices découlant de ces activités élargies ne sont pas examinés spécifiquement dans ce rapport, mais sont envisagées dans un rapport complémentaire de l'OCDE.
3. Ainsi, les canalisations d'eau installées à Londres à l'époque victorienne, vers la fin du XIX^e siècle, ne sont remplacées que maintenant.

Chapitre 2

Fourniture de l'accès aux services

L'accès à l'eau et à l'assainissement a permis d'apporter des améliorations majeures aux conditions de vie et s'est accompagné d'un recul tout aussi considérable de la mortalité et de la morbidité, d'abord dans le monde développé, puis aujourd'hui dans le monde en développement. La fourniture de cet accès est souvent perçue comme la fonction essentielle des services d'eau et d'assainissement, et par là même considérée comme le domaine où la plupart des bénéfices se concrétisent. C'est en partie pour cette raison qu'elle se retrouve au cœur de la cible C de l'objectif 7 du Millénaire pour le développement, dont l'énoncé est le suivant : « Réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas d'accès à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base. »¹

Toutes les données recueillies jusqu'ici prouvent que l'amélioration de l'accès aux services d'eau salubre et d'assainissement, conjuguée à une meilleure hygiène, a des effets très favorables sur la santé. En outre, cet accès peut produire de nombreux bénéfices supplémentaires, certains faciles à recenser et à quantifier, comme le temps gagné par les personnes qui vont chercher l'eau plus près de leur domicile ou qui disposent de latrines familiales et ne vont plus déféquer dans la nature, d'autres immatériels et difficile à mesurer, comme la commodité et le bien-être. Les bénéfices liés à ce dernier type sont collectivement qualifiés de « non sanitaires ».

En termes monétaires, on estime que les bénéfices non sanitaires sont plus importants que les bénéfices sanitaires. Cette estimation tient notamment au fait que l'incidence sur la santé des interventions menées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène est difficile à mesurer et dépend grandement de spécificités locales. D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les bénéfices économiques tirés de la réalisation de l'OMD relatif à l'assainissement pour les pays les plus à la traîne s'élèveraient au total à 35 milliards USD, dont 90 % proviendraient du temps gagné en raison des longs trajets et de l'attente évités pour obtenir de l'eau ou déféquer (Hutton et Haller, 2004).

Ce chapitre commence par exposer les divers investissements nécessaires pour donner accès aux services d'eau et d'assainissement, et décrit les mesures d'hygiène associées (bien que celles-ci ne soient pas l'objet principal de ce rapport). Sont ensuite examinés les différents types de bénéfices découlant de ces investissements, qu'ils fassent l'unanimité ou provoquent encore la controverse. Ainsi, alors que les spécialistes reconnaissent les bénéfices considérables que procure la fourniture de l'accès à l'eau et à l'assainissement, la question de savoir quel est le facteur d'amélioration sanitaire le plus déterminant, entre la quantité d'eau et la qualité de l'eau, continue d'être âprement débattue.

2.1 Types d'investissements

Fournir un accès durable à l'eau salubre et à l'assainissement demande des investissements ainsi que des mesures d'accompagnement pour promouvoir l'hygiène.

L'accès à l'eau et à l'assainissement peut être fourni de multiples façons, ce qui se traduit par d'importantes variations du niveau de service assuré. Comme l'indiquent Cairncross et Valdmanis (2006), « un approvisionnement en eau parfaitement acceptable pour certains consommateurs donnera à d'autres l'impression de ne pas être desservis : dans une grande partie de l'Afrique rurale, une pompe manuelle située à 500 m du foyer est un luxe, alors que l'attente minimum de la plupart des habitants des villes d'Amérique latine est un raccordement par maison ».

Dans une certaine mesure, les personnes concernées peuvent assurer toutes seules chacun de ces services. Elles peuvent se procurer elles-mêmes de l'eau, en creusant un puits, en se rendant au cours d'eau le plus proche ou en collectant les eaux de pluie. De même, pour déféquer, elles peuvent creuser un trou au fond de leur jardin et le déplacer quand il est plein. Cela étant, cet « auto-approvisionnement » est surtout possible pour les populations qui vivent dans des zones rurales où l'eau est relativement abondante et où la disponibilité de la terre n'est pas une contrainte. Avec la croissance démographique globale, l'accélération de l'urbanisation et la pression grandissante sur les ressources en eau, la fourniture de services spécialisés (ainsi que des investissements et coûts d'exploitation associés) va devenir de plus en plus nécessaire.

L'accès à l'eau désigne l'alimentation en eau à des fins domestiques (en excluant donc toute adduction destinée à l'irrigation ou à l'élevage). Cet accès peut être fourni à la communauté au moyen d'un puits ou d'une pompe manuelle, ou encore par l'intermédiaire d'un réseau. Dans ce dernier cas, l'eau peut être distribuée par un raccordement au niveau du foyer (dans la maison ou dans la cour) ou un raccordement public, sous forme de

bornes-fontaines ou de robinets publics. Les investissements nécessaires vont du creusement d'un puits et de son maintien en bon état de fonctionnement, à la construction de réseaux d'acheminement et de distribution d'eau, et des installations d'épuration associées².

Pour que l'eau fournie réponde aux normes de qualité adéquate (définies à partir des directives de l'OMS pour l'eau de boisson), il convient de la traiter de façon à en éliminer les matières en suspension, les bactéries, les algues, les virus, les champignons, les substances minérales et les polluants chimiques dus à l'activité humaine, en particulier les engrais. Le traitement n'est généralement pas réalisé sur place, mais à la source, bien qu'il puisse aussi être nécessaire au point d'utilisation (au niveau des foyers, par exemple), car l'eau peut être contaminée pendant le transport ou le stockage. Entre autres exemples de techniques de traitement de l'eau, citons la filtration, la chloration, la floculation, la désinfection solaire, l'ébullition et la pasteurisation.

L'assainissement est défini par le PCS³ comme correspondant aux « méthodes de gestion sûre et durable des excréments humains, ce qui comprend la collecte, le stockage, l'épuration et l'élimination des matières fécales et des urines ». Cette définition exclut d'autres interventions d'hygiène du milieu comme la gestion des matières en suspension et le drainage des eaux de surface. Les deux principaux types d'installations de collecte des excréments humains sont les suivants : systèmes d'assainissement sur place (toilettes sèches, latrines améliorées à fosse ventilée ou latrines avec chasse d'eau rudimentaire) et systèmes d'assainissement utilisant un réseau, avec ou sans épuration des effluents collectés. Les systèmes d'assainissement sur place sont souvent construits et gérés par les ménages eux-mêmes, avec un appui limité de la part des pouvoirs publics. Dans bien des cas, les politiques qui consistaient à faire appel à des fonds publics pour construire des latrines ont échoué quand aucune campagne préalable visant à créer la demande correspondante n'avait été menée⁴.

La promotion de l'hygiène est essentielle pour que l'accès aux services d'eau et d'assainissement puisse procurer des bénéfices. Elle comprend la fourniture de points d'eau pour se laver les mains, l'éducation à l'hygiène et à la santé et l'encouragement à l'adoption de certaines pratiques telles que le lavage des mains aux moments importants, l'exclusion des animaux de la cuisine, une gestion adéquate des excréments des enfants et un stockage correct de l'eau de boisson du ménage. Si ces activités ne sont pas menées correctement, il est fort probable que les installations sanitaires ne seront pas utilisées et que l'argent public sera gaspillé.

Il est possible d'assurer différents niveaux de service pour chacune de ces prestations et activités. Le choix des interventions est généralement guidé par des facteurs locaux, notamment le contexte socioéconomique et les options en présence. Le PCS, dirigé conjointement par l'OMS et le Fonds

des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), recueille des informations permettant de comparer les données sur l'accès à l'eau et l'assainissement dans les pays en développement⁵. Il établit une distinction entre les installations sanitaires « améliorées » et « non améliorées ». Les sources d'eau de boisson sont dites améliorées si elles sont protégées de la contamination extérieure, en particulier des matières fécales : eau courante dans un bâtiment, sur un terrain ou dans une cour ; robinet public ou borne-fontaine publique ; puits tubé ou forage ; puits creusé protégé ; source protégée ; et collecte d'eau de pluie. Sont considérées comme installations sanitaires améliorées celles construites selon des règles d'hygiène permettant d'éviter tout contact des humains avec leurs excréments : chasse d'eau rudimentaire ou mécanique vers un système d'égouts avec canalisations, une fosse septique ou des latrines à fosse, latrines améliorées à fosse ventilée, latrines avec couvercle et toilettes à compostage. D'après le PCS, toutes les autres options sont « non améliorées », ce qui signifie qu'elles ne procurent pas les bénéfices escomptés, sont onéreuses et non durables (eau en bouteille ou eau livrée par camion-citerne). Ces solutions ne seraient donc pas comptabilisées dans les statistiques du PCS mesurant les progrès accomplis vers la réalisation des OMD.

Les définitions du PCS ont été critiquées, car elles ne rendent pas toujours bien compte de la réalité de l'accès aux services sur le terrain. Ainsi, dans les bidonvilles où l'espace, le régime foncier et le coût par rapport aux moyens disponibles constituent autant de contraintes majeures, les latrines partagées ou publiques sont parfois le seul niveau de service qu'il est possible d'assurer.

Selon le PCS, ces systèmes ne sont pas « améliorés », alors que des blocs sanitaires payants correctement gérés peuvent offrir un très bon service à un prix abordable (les « toilettes Sulabh » en Inde sont un bon exemple de latrines publiques hygiéniques et bien gérées). Le PCS révisé actuellement les définitions qu'il utilise, en partie pour répondre à ces critiques.

Bien qu'en théorie, les services de l'eau et les services d'assainissement doivent être fournis en parallèle pour maximiser les bénéfices générés, ce n'est absolument pas le cas en pratique puisqu'ils sont souvent assurés par des prestataires différents. Cette situation découle du fait que ces deux types de services ne relèvent pas toujours de la même entité, les services d'assainissement incombant généralement aux collectivités locales qui disposent de peu de moyens financiers pour les assurer correctement. Si les services de l'eau sont fournis sans l'assainissement correspondant ni le drainage adéquat, ils peuvent engendrer des désavantages, car une plus grande quantité d'eau sale est déversée au même endroit sans évacuation, ce qui crée des étendues d'eau souillée stagnante.

2.2 Bénéfices sanitaires tirés de l'amélioration de l'accès aux services

2.2.1 Comment les bénéfices sanitaires se concrétisent : les liens entre l'eau, l'assainissement et la santé

L'inadéquation de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène est connue pour être la cause d'un grand nombre de maladies, dont certains exemples sont décrits ci-après. Ces maladies sont habituellement regroupées en quatre catégories : les maladies d'origine hydrique, ou maladies véhiculées par l'eau, qui sont provoquées par l'ingestion d'un agent pathogène avec l'eau de boisson (diarrhée, par exemple); les maladies liées au manque d'hygiène (trachome); les maladies d'origine aquatique, qui sont transmises par le biais d'organismes invertébrés aquatiques (schistosomiase); et les maladies transmises par des insectes liés à l'eau, quand les insectes vecteurs de la maladie se reproduisent dans ou près de l'eau (paludisme ou fièvre dengue)⁶.

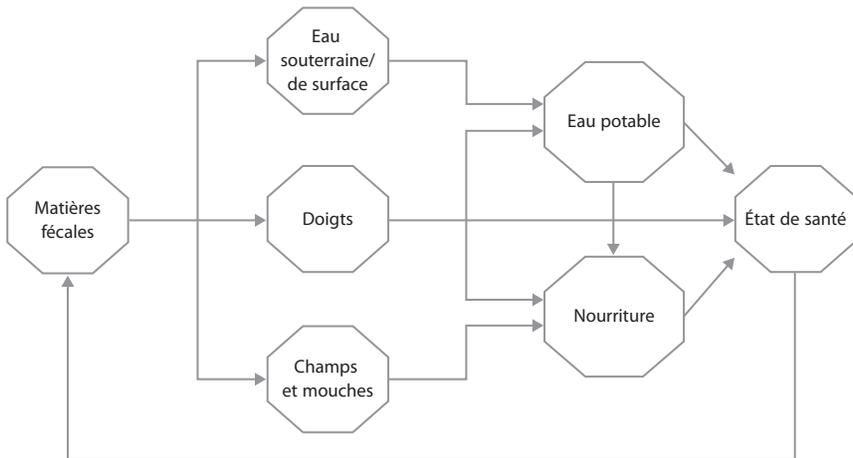
En tant que telle, la diarrhée est un symptôme qui peut être associé à diverses maladies, dont le choléra, la typhoïde et la dysenterie. Elle est due principalement à l'ingestion d'agents pathogènes présents notamment dans de l'eau non potable ou des aliments contaminés, ou encore sur des mains sales. Un assainissement inadéquat et une hygiène insuffisante favorisent le développement de ces agents. L'exemple type de maladie liée au manque d'hygiène est le trachome, qui est une pathologie des yeux contagieuse pouvant entraîner la cécité. Cette maladie résulte du manque d'eau. Elle se transmet, en particulier chez les jeunes enfants, par les mouches, les doigts et les vêtements qui, entrés en contact avec des yeux infectés, propagent ensuite l'infection aux yeux d'autres personnes. La prévalence du trachome peut être diminuée par le lavage du visage, l'accès à l'eau salubre et la mise en place d'installations sanitaires appropriées.

D'autres maladies liées à l'eau sont provoquées par les helminthes (vers), qui sont des parasites déposant leurs œufs sous la peau. Ces pathologies apparaissent en cas d'absorption d'eau contaminée ou de contact avec de la terre souillée par des matières fécales. Il est tout à fait possible de les éviter au moyen d'un assainissement adéquat, et les résultats obtenus sont renforcés par une bonne hygiène. Pour lutter contre la transmission du paludisme par les moustiques, on peut réduire l'habitat propice au développement de ces derniers, ce qui demande d'assécher les masses d'eau stagnantes, de réaménager les abords des réservoirs, de mettre en place un système de drainage et d'améliorer la gestion des périmètres d'irrigation. De nombreuses maladies respiratoires peuvent être associées aux problèmes d'assainissement, en particulier certaines pathologies apparues récemment, comme le syndrome respiratoire aigu sévère (SARS), même si les recherches sur le sujet se poursuivent. Enfin, la malnutrition chez l'enfant peut être liée à des épisodes répétés de diarrhée qui altèrent sa capacité d'assimilation des éléments nutritifs.

Bien que la plupart de ces maladies aient été éradiquées dans les pays développés, d'autres problèmes peuvent se faire jour en raison des cryptosporidies, des perturbateurs endocriniens, des métaux lourds et de la pollution due aux composés organiques persistants.

Il peut être difficile de dissocier les effets sur la santé provenant de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène respectivement, car ces facteurs de risque sont liés entre eux à divers titres. Comme l'ont étudié Prüss *et al.* (2002), les agents pathogènes peuvent être transmis par les vecteurs suivants : *i*) l'eau de boisson de mauvaise qualité (qui provoque des maladies issues d'agents pathogènes féco-oraux ou des maladies dues à des produits chimiques, comme l'arsenic); *ii*) le manque d'eau conjugué à une hygiène personnelle inadéquate (sources de maladies telles que le trachome); *iii*) une hygiène personnelle, domestique ou agricole déficiente (l'utilisation d'une eau contaminée aux fins d'irrigation ou de nettoyage, pouvant entraîner la transmission entre humains d'agents féco-oraux ou la transmission de germes féco-oraux par les aliments); et *iv*) le contact, à l'occasion d'une baignade, avec une eau contenant des organismes tels que le schistosome et des vecteurs proliférant dans les réservoirs d'eau ou d'autres eaux stagnantes (qui peuvent être à l'origine du paludisme ou de la filariose lymphatique). Les interventions menées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène peuvent faire obstacle à la transmission entre l'environnement et l'homme, car elles limitent la dissémination par contact avec les doigts, les aliments, les mouches ou les fluides. La figure 2.1 fait apparaître la façon dont les agents pathogènes

Figure 2.1. Modes possibles de transmission féco-orale



Source : Waddington *et al.* 2009. Les flèches représentent les voies de transmission des agents pathogènes.

et contaminants inclus dans les matières fécales et l'eau de boisson peuvent altérer l'état de santé.

L'inadéquation de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène peut avoir des répercussions à long terme qui vont au-delà des cas de maladies, en particulier chez l'enfant. D'après Hutton *et al.* (2008), la spirale délétère liée à la déficience de l'assainissement commence très tôt : « les infections de la petite enfance contribuent à la malnutrition, au retard de croissance, à la contraction ultérieure de maladies infantiles, aux faibles niveaux d'énergie et d'activité, aux moins bons résultats scolaires et à une productivité du travail inférieure ». Le document de la Banque mondiale (2008) propose une analyse approfondie de l'incidence des facteurs environnementaux sur la santé infantile et souligne qu'il est crucial de disposer de services d'eau et d'assainissement adéquats pour améliorer les chances de survie des enfants. Il relève qu'une grande majorité des deux millions de décès d'enfants enregistrés chaque année peuvent être attribués aux insuffisances de l'eau et de l'assainissement.

Bien que les interventions menées dans ces deux secteurs procurent des bénéfices distincts, il est parfois difficile de mesurer ceux-ci de façon dissociée, pour diverses raisons. Les interventions réalisées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sont souvent conduites en parallèle, et l'on ne cherche donc pas à évaluer leurs effets respectifs. En outre, les bénéfices sanitaires qu'offrent les interventions menées en matière d'eau et d'assainissement sont relativement complexes à estimer de façon sûre et scientifique, bien que certaines méthodes aient été mises au point dernièrement pour remédier à ces problèmes. Comme l'indiquent Cairncross et Valdmanis (2006), « il est presque impossible, d'un point éthique et politique, d'appliquer des méthodes aléatoires à ces interventions. Ainsi, quand l'intervention consiste à améliorer le niveau d'accès à l'eau, on ne peut pas effectuer de test en aveugle ; il n'existe pas de borne-fontaine placebo ».

En conséquence, d'après Garandeau (2009), les techniques modernes d'évaluation telles que les essais aléatoires et contrôlés, qui sont de plus en plus employées à l'appui de l'élaboration des politiques de santé et d'éducation, n'ont jusque-là pas été utilisées dans les mêmes proportions pour mesurer les effets des interventions menées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène. Selon Peterson Zwane et Kremer (2007), alors que les données probantes abondent pour démontrer l'effet du lavage des mains ou du traitement de l'eau au point d'utilisation, les informations sont plus rares au sujet de l'alimentation en eau ou de l'installation de latrines au niveau communautaire. Ainsi, d'après eux, les évaluations d'impact avec échantillonnage aléatoire menées sur les systèmes de traitement de l'eau au point d'utilisation (désinfection de l'eau à la maison, par exemple) laissent penser que ces techniques peuvent diminuer l'incidence de la diarrhée de 20 à 30%⁷.

2.2.2 Évaluation des effets sur la santé des interventions réalisées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène

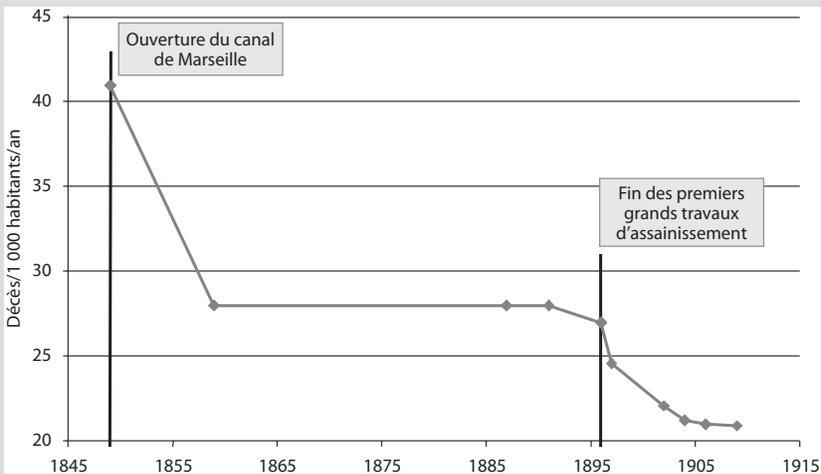
Dans les pays développés, l'accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène a permis d'améliorer considérablement la santé publique au fil des années. En Europe et aux États-Unis, la révolution sanitaire s'est accélérée vers la fin du XIX^e siècle, en raison des préoccupations de santé publique que suscitaient des maladies infectieuses comme le choléra, la typhoïde et la fièvre jaune, et en réaction à la crasse et à la pauvreté des villes en croissance rapide. Les responsables des collectivités locales se sont lancés dans la construction d'égouts urbains et l'instauration de nombreux règlements sanitaires (Jenkins *et al.*, 2009). Cette « révolution » a été en partie motivée par des idées fausses sur la transmission des maladies, car on pensait à l'origine que c'étaient les effluves ou miasmes eux-mêmes qui étaient vecteurs de maladies. Résultat, il a fallu attendre que la « puanteur » à proximité du palais de Westminster⁸ devienne insoutenable avant que le Parlement britannique légifère et alloue les budgets nécessaires pour ne plus que la Tamise serve d'égout à ciel ouvert comme cela était le cas depuis l'ère victorienne⁹. En matière d'hygiène, la révolution a été beaucoup plus progressive et a nécessité un processus long et fastidieux, ce qui montre qu'il est difficile de modifier les comportements personnels.

Les investissements et les campagnes de santé publique ont permis de réduire considérablement les taux de mortalité. Cette évolution a été très bien documentée dans le cas de Marseille (voir encadré 2.1), et se retrouve dans les travaux de Cutler et Miller (2005) sur les effets de l'introduction de la chloration et de la filtration de l'eau dans 13 grandes villes des États-Unis au début du XX^e siècle. Cette dernière étude a montré que les efforts consentis ont entraîné un net recul de la mortalité, un taux de rentabilité sociale des investissements de 23 pour 1 et un coût par année de vie gagnée grâce à l'eau salubre de 500 USD environ en dollars de 2003.

Depuis ces avancées, les maladies liées au manque d'eau et d'assainissement ne constituent plus une cause importante de mortalité ni de morbidité dans les pays développés, si l'on excepte l'apparition de quelques foyers d'infection isolés dus à des problèmes de traitement de l'eau ou d'épuration des eaux usées (voir encadré 3.1). Aujourd'hui, l'accès aux services d'eau et d'assainissement est presque universel dans ces pays, exceptions faites de certaines zones défavorisées où la desserte est imparfaite ou dans lesquelles des problèmes d'accessibilité financière limitent les volumes de consommation. On observe également des problèmes de baisse de fiabilité des disponibilités en eau dans certaines régions du monde qui étaient bien alimentées par le passé, comme dans l'ex-Union soviétique par exemple. Ce déclin peut être notamment la conséquence d'un investissement insuffisant dans la maintenance des équipements.

Encadré 2.1. Baisse des taux de mortalité suite aux investissements réalisés dans l'eau et l'assainissement à Marseille

À Marseille, les difficultés d'alimentation en eau ont pesé lourdement sur la croissance de la ville au début du XIX^e siècle. En 1834, une sécheresse catastrophique a fait chuter les disponibilités de 75 litres à 1 litre par personne et par jour et déclenché une épidémie de choléra. Ce drame a entraîné à son tour la construction d'un canal. Achevé en 1848, celui-ci a permis de faire remonter l'approvisionnement en eau à 370 litres par personne et par jour. Cette augmentation des disponibilités a contribué à un net recul de la mortalité, même si celle-ci est restée bien supérieure à celle d'autres grandes villes françaises (28 décès pour 1 000 habitants contre 9 pour 1 000 à Paris à la même époque). Dans un premier temps en effet, l'amélioration de l'approvisionnement en eau a entraîné une augmentation de la superficie des étendues d'eau souillée, et il a fallu attendre l'achèvement d'ambitieux travaux d'évacuation des eaux usées et le raccordement des ménages au réseau d'égouts pour que les taux de mortalité tombent de manière significative. Bien que l'établissement d'une relation de cause à effet soit toujours un exercice périlleux, la figure ci-dessous fait apparaître une corrélation évidente entre la réduction de la mortalité et la chronologie des investissements effectués en matière d'eau et d'assainissement.



Source : AESN (2007).

Dans le monde en développement, à l'inverse, les maladies associées au manque d'eau et d'assainissement sont un problème de santé publique majeur. En 2002, l'OMS a publié la première estimation scientifique du facteur de risque que représente la charge mondiale de morbidité liée aux problèmes d'eau, d'assainissement et d'hygiène¹⁰, et l'Organisation continue de réunir depuis lors des éléments probants pour appuyer la formulation des politiques et l'établissement de bonnes pratiques. Dans son Rapport sur la Santé dans le Monde 2002, elle indiquait que la réalisation de l'ODM visant à « réduire de moitié, d'ici 2015, la proportion des personnes matériellement ou financièrement incapables d'accéder à une eau potable » permettrait d'éviter environ 30 millions d'AVCI à l'échelle planétaire. L'instauration d'un accès universel (évalué à 98 %) à un approvisionnement en eau amélioré et à un assainissement de base, complété par la désinfection au point d'utilisation, permettrait d'éviter 553 millions d'AVCI de plus.

Dernièrement, Prüss-Üstün *et al.* (2008) ont conclu qu'en améliorant l'eau de boisson, l'assainissement et l'hygiène, il serait possible d'éviter 9.1 % de la charge mondiale de morbidité, soit 3.6 millions de décès et 136 millions d'AVCI par an, selon les estimations. Ce chiffre est supérieur à ceux cités précédemment, car il comprend toutes les maladies liées à l'eau et à l'assainissement ainsi que les effets durables sur les enfants qui résultent de la malnutrition et de l'insuffisance pondérale pendant l'enfance (à l'origine de 35 % des décès d'enfants de moins de 5 ans dans le monde). Ainsi, selon Prüss *et al.* (2002), 4 % de la charge mondiale de morbidité et 1.6 million de décès par an étaient attribuables au manque d'eau et d'assainissement. Pour autant, Prüss-Üstün *et al.* (2008) soulignent que ce chiffre pourrait encore être sous-estimé tant les liens entre l'eau, l'assainissement et l'hygiène d'une part et la santé de l'autre sont plus nombreux et plus complexes que les causes plus directes des agents pathogènes : il est probable, par exemple, que l'inadéquation de l'eau pour l'alimentation joue un rôle important, tout comme les maladies infectieuses non quantifiables (infections respiratoires liées à l'hygiène, lésions liées à l'utilisation de l'eau à des fins de loisirs ou effets nocifs des fortes concentrations de certains produits chimiques).

Les enfants sont touchés de manière disproportionnée. Ainsi, la proportion de décès ou d'AVCI imputable à l'insalubrité de l'eau, à l'inadéquation de l'assainissement ou au manque d'hygiène s'élève à plus de 20 % chez les enfants de 14 ans et moins (Prüss-Üstün *et al.*, 2008) et le pourcentage grimpe à près de 30 % des décès chez les enfants de moins de 5 ans (WaterAid, 2009). Considérant la relation inverse qu'établissent les démographes entre la baisse de la mortalité infantile d'un pays et le taux de croissance de la population¹¹, investir dans l'eau et l'assainissement pourrait donc fortement contribuer à atténuer la pression démographique mondiale, et procurer des bénéfices indirects sous forme de réduction de la concurrence pour les ressources naturelles et de ralentissement du changement climatique.

Bien que la fourchette de résultats soit étendue, les estimations générales tirées des études existantes semblent indiquer que l'eau, l'assainissement et l'hygiène participent grandement à réduire la prévalence des maladies. De très nombreuses études ont été menées pour mesurer l'effet de ces trois facteurs sur la santé. La plupart se sont intéressées essentiellement aux répercussions sur les maladies diarrhéiques, car celles-ci sont les plus fréquentes et les plus faciles à surveiller. Les résultats obtenus ont été combinés dans plusieurs « méta-analyses » afin de dégager les valeurs « médianes » de ces estimations (voir, par exemple, Esrey *et al.*, 1991 ; Fewtrell *et al.*, 2005). Ils sont généralement conformes à ceux d'autres travaux (Esrey *et al.*, 1991 ; Prüss *et al.*, 2002 ; Curtis et Cairncross, 2003 ; Cairncross et Valdmanis, 2006 ; et Haller *et al.*, 2007), en dehors de quelques différences notables, comme l'indique le tableau 2.1. L'étude la plus récente a été conduite par Waddington en 2009 et consistait à synthétiser et à actualiser l'ensemble des études précédentes dans ce domaine.

Tableau 2.1. Incidence de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la diarrhée : résultats d'études et d'examen comparatifs

Auteurs de l'étude	Champ d'application	Conclusions
Esrey <i>et al.</i> (1991)	Enquête portant sur 144 études. L'objectif était de calculer les pourcentages médians de réduction de la morbidité diarrhéique pour un ensemble d'études portant sur des interventions dans le domaine de l'alimentation en eau, de la qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentation en eau : - 27 % de morbidité diarrhéique. • Assainissement : - 22 %. • Hygiène : - 33 %. • Qualité de l'eau (traitement à la source) : - 17 %.
Prüss <i>et al.</i> (2002)	Pour estimer la charge de morbidité liée à la diarrhée infectieuse, des scénarios d'exposition ont été élaborés en fonction de l'état des infrastructures d'alimentation en eau et d'assainissement (d'après le Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 200012), du niveau d'agents pathogènes à transmission féco-orale dans l'environnement et des populations associées à ces scénarios. La transition des risques entre scénarios est calculée à partir de travaux publiés, notamment Mead <i>et al.</i> (1999), Esrey (1996) et Quick <i>et al.</i> (1999).	<p>Renvoie à Esrey <i>et al.</i> (1996) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentation en eau : - 21 % de maladies diarrhéiques. • Assainissement : - 37.5 %. • Alimentation en eau et assainissement : - 37.5 %. • Désinfection au point d'utilisation : - 45 % au sein de la population totale et - 55 % chez les enfants (Quick <i>et al.</i>). • Lavage des mains : - 35 % (Huttly). <p>L'étude met également en évidence le fait qu'aucun des travaux examinés ne cherche à mesurer les bénéfices d'une alimentation en eau continue par rapport à un approvisionnement par intermittence.</p>

Tableau 2.1. **Incidence de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la diarrhée : résultats d'études et d'examen comparatifs** (suite)

Auteurs de l'étude	Champ d'application	Conclusions
Fewtrell <i>et al.</i> (2005)	Méta-analyse de 60 études consacrées aux effets de la qualité de l'eau et de l'hygiène.	Les interventions menées en matière d'éducation à l'hygiène et de qualité de l'eau (traitement au point d'utilisation) réduisent, les unes comme les autres, le risque de diarrhée de 40%, tandis que la fourniture combinée de services d'assainissement et d'alimentation en eau ne le diminue que de 20%.
Waddington (2009)	Méta-analyse de 71 études (portant sur 130 000 enfants dans 35 pays).	<ul style="list-style-type: none"> • Les interventions réalisées dans le domaine de l'hygiène permettent, d'après les estimations, de réduire la morbidité diarrhéique de 31 % chez les enfants. • Les interventions matérielles en matière d'assainissement sont aussi efficaces que les mesures immatérielles prises en faveur de l'hygiène et que les améliorations apportées à la qualité de l'eau, et entraînent un recul relatif de 37% de la morbidité diarrhéique.

Source : auteurs des études mentionnées.

Les bénéfices sanitaires tirés de l'accès amélioré à l'eau sont inférieurs à ceux liés à l'assainissement et à l'hygiène, mais ils varient considérablement en fonction du niveau de service assuré. En particulier, les experts de la santé continuent de se demander laquelle, de la quantité d'eau ou de la qualité de l'eau, apporte le plus de bénéfices sanitaires.

L'augmentation des disponibilités en eau est un facteur déterminant de l'adoption de pratiques d'hygiène. Cairncross et Valdmanis (2006) estiment que la plupart des bénéfices liés à l'approvisionnement en eau tiennent au gain de commodité résultant du plus grand volume d'eau disponible. Dans leur évaluation, ils distinguent l'accès par raccordement des foyers (qui entraîne un recul de 63 % de la diarrhée) de l'accès via une source publique (avec une régression de 17 % seulement). Cette distinction était leur argument selon lequel l'incidence de la fourniture d'eau dépend en grande partie de la distance entre le domicile et le point d'eau, car celle-ci détermine la quantité totale d'eau qui peut être utilisée : d'après eux, le raccordement d'un foyer (dans la maison ou dans la cour) peut doubler, voire tripler, le volume d'eau consommé, qui passerait en moyenne de 20 à 60 litres par personne

et par jour. La quantité d'eau joue un rôle essentiel pour l'hygiène, car il est plus probable qu'on se lavera les mains aux moments critiques si l'eau est abondante et facile d'accès. Cairncross et Feachem (1993) ont montré que la consommation d'eau triple lorsque le domicile est raccordé et qu'il y a de fortes raisons de penser qu'une large part du volume supplémentaire consommé est utilisée à des fins d'hygiène.

D'autres experts font valoir que la qualité de l'eau est un facteur essentiel pour obtenir des bénéfices sanitaires. D'après Waddington (2009)¹³, alors que les interventions menées dans le domaine de l'alimentation en eau semblent peu efficaces (leur impact moyen sur la morbidité diarrhéique étant faible et non significatif comparé aux populations témoins), celles réalisées pour améliorer la qualité de l'eau entraînent une réduction relative de 42 % de la morbidité diarrhéique chez les enfants (avec un intervalle de confiance de 95 %). Prüss *et al.* (2002) avancent que les systèmes de traitement au point d'utilisation peuvent accroître considérablement les bienfaits des interventions d'approvisionnement en eau et entraîner une réduction des taux de diarrhée estimée à 45 %. D'autres auteurs affirment que le traitement de l'eau est plus efficace au point d'utilisation qu'à la source (par le truchement d'une station communautaire de traitement de l'eau, par exemple), car l'eau traitée à la source risque fort d'être souillée pendant son acheminement (Waddington, 2009; Wright *et al.*, 2004). Clasen *et al.* (2006) et Fewtrell *et al.* (2005) ont confirmé cette constatation et déterminé que les interventions visant à procurer aux ménages une eau de qualité pouvaient réduire la morbidité diarrhéique de plus de 40 % tant dans les environnements urbains que ruraux. Ces interventions consistent notamment à mettre en place des purificateurs d'eau en céramique, des systèmes de désinfection solaire ou des biofiltres à sable. On trouvera un exemple de traitement efficace de l'eau au niveau des ménages dans l'encadré 2.2.

Encadré 2.2. **Approvisionner les populations pauvres (« le bas de la pyramide ») au moyen de systèmes d'eau salubre**

L'OMS et l'UNICEF, entre autres, prennent une part active à la réalisation des OMD et appuient les améliorations graduelles des disponibilités en eau que permettent des approches nouvelles axées sur la fourniture d'eau potable aux populations vulnérables. Parmi ces initiatives figurent les modèles décentralisés d'alimentation en eau salubre, et notamment le traitement de l'eau au point d'utilisation. On estime à 3 milliards le nombre de personnes dont le lieu d'habitation n'est pas raccordé en permanence à un réseau de distribution d'eau propre et saine, et qui pourraient tirer profit de tels dispositifs, aussi bien en termes de santé que par la réduction des coûts d'adaptation, n'étant plus obligées, par exemple, de faire bouillir l'eau avant de la boire (PCS, 2008). Cela étant, et en dépit de l'attention croissante accordée par la communauté internationale à la nécessité d'améliorer la qualité de l'eau, les investissements consentis dans les

Encadré 2.2. **Approvisionner les populations pauvres (« le bas de la pyramide ») au moyen de systèmes d'eau salubre** *(suite)*

produits et services de fourniture d'eau salubre dans les pays en développement restent modestes et concernent surtout les marchés des utilisateurs à revenu intermédiaire ou supérieur. Les prestataires ne sont guère incités à axer leurs efforts sur les clients pauvres (marchés constituant la base de la pyramide), qui sont généralement considérés comme présentant plus de risques et de difficultés. Dans un rapport publié en 2009, la Société financière internationale a recensé plusieurs défis à relever pour étendre la couverture des techniques de distribution d'eau salubre, notamment le manque de sensibilisation aux problèmes liés à la qualité de l'eau, l'irrégularité des financements et la méconnaissance des us et coutumes des populations cibles.

Le travail d'avant-garde réalisé par les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC) a permis de remédier à ces difficultés en suivant une approche simple et économique de prévention des maladies d'origine hydrique au niveau des ménages. Leurs systèmes d'eau salubre (SWS, Safe Water Systems) comportent trois éléments : *i*) un traitement de l'eau au point d'utilisation par les consommateurs au moyen d'une solution diluée sur place d'hypochlorite de sodium ; *ii*) un stockage sûr dans des récipients conçus pour éviter toute recontamination ; et *iii*) des techniques de modification des comportements alliant marketing social, mobilisation de la communauté, entretiens de motivation, communication et éducation, le tout visant à améliorer la gestion de l'eau et de l'alimentation, l'assainissement et les pratiques en matière d'hygiène, à la maison et dans la communauté. Chemin faisant, l'exécution des programmes est passée presque entièrement des gouvernements et des ONG à une seule organisation de marketing social, Population Services International.

D'après les CDC, aucune autre approche n'a été testée de manière plus approfondie et aucun système de distribution d'eau potable n'a été introduit à une telle échelle, même si cette mise en place a rencontré une certaine réticence due à des questions de goût et d'odeur. En 2007, plus de 7.6 millions de bouteilles de produits SWS (suffisamment pour traiter 7.8 milliards de litres d'eau de boisson et alimenter 10.6 millions de consommateurs) ont été vendues en vue d'un usage régulier (en dehors des situations d'urgence ou de crise) dans 20 pays. Près de 60 % de ces ventes ont été réalisées dans trois pays seulement, à savoir la Zambie, Madagascar et le Malawi, ce qui signifie que ces pays ont atteint un niveau correct de couverture du traitement de l'eau et de son stockage sûr par les ménages. Dans une série d'essais conduits de manière aléatoire par les CDC sur trois continents, il est apparu que les systèmes d'eau salubre permettaient de réduire l'incidence des maladies diarrhéiques de 25 à 84 %, avec une moyenne de 50 %.

Source : IFC (2009) et www.cdc.gov/safewater.

Le problème de l'arsenic au Bangladesh constitue également un exemple emblématique de la nécessité du traitement de l'eau (WaterAid, 2003)¹⁴. Dans les années 90, une découverte préoccupante a confirmé la contamination à grande échelle par l'arsenic des eaux souterraines, qui alimentent en eau de boisson 97 % de la population du pays. Seules certaines zones enregistrent des

niveaux élevés d'arsenic, mais des dizaines de milliers de personnes présentent déjà des problèmes de dépigmentation de la peau et d'autres manifestations plus graves d'empoisonnement chronique, notamment des effets cancérigènes et des effets neurologiques et vasculaires.

Pourtant, bien que les interventions visant à améliorer la qualité de l'eau aux points d'utilisation semblent très efficaces (IEG, 2008), certains spécialistes soutiennent que la promotion généralisée des traitements de l'eau par les ménages reste prématurée compte tenu de l'incertitude qui pèse sur leur stabilité (Waddington, 2009; Schmidt et Cairncross, 2008). Les interventions menées pour améliorer la qualité de l'eau sur des périodes plus longues aboutissent à une moindre efficacité, leur effet semblant s'estomper nettement avec le temps. Ainsi, Cairncross souligne qu'il est peut être moins coûteux d'investir dans des installations de traitement à la source que de conduire des opérations de marketing social en vue de mettre en place des équipements de traitement aux points d'utilisation¹⁵.

L'incidence de l'accès à l'assainissement est difficile à évaluer en raison des nombreuses externalités associées à celui-ci. Alors que l'insalubrité de l'eau ou le manque d'eau se répercute principalement sur les personnes touchées, l'inadéquation de l'assainissement peut avoir des conséquences externes non négligeables à travers la propagation d'épidémies. Pour bénéficier de tous les bénéfices sanitaires et endiguer les épidémies (telles que le choléra), il faut que l'ensemble de la communauté adopte des mesures d'assainissement en même temps (par opposition à une adoption individuelle au niveau de chaque ménage). On en conclut donc souvent que pour faire reculer la prévalence de la diarrhée dans des proportions importantes, il est indispensable que l'ensemble de la communauté ait accès à l'assainissement, et non quelques personnes isolées. Cette observation constitue le fondement des approches communautaires, telles que les campagnes d'Assainissement total piloté par la communauté (ATPC), dont le but est de mettre fin à la défécation à l'air libre dans une zone particulière¹⁶. Barreto *et al.* ont mené la première étude complète visant à analyser l'effet sur le taux de diarrhée chez l'enfant d'un programme d'assainissement à l'échelle d'une ville entière (voir encadré 2.3).

Bien qu'il n'existe pas de consensus quant à l'intervention la plus efficace pour diminuer la prévalence des maladies diarrhéiques, les spécialistes semblent s'accorder sur l'importance des interventions liées à l'hygiène et du changement des comportements. Les interventions de promotion de l'hygiène permettent de diminuer la contamination par les mains, la nourriture et l'eau, et sont apparemment très efficaces : un examen systématique de l'effet du lavage des mains avec du savon a démontré que cette simple mesure s'accompagnait d'une régression de 43 % des maladies diarrhéiques (Curtis et Cairncross, 2003). Cela étant, l'efficacité de ces interventions dépend surtout de la pérennité du changement des comportements (van der Knapp, 2006; Waddington, 2009).

Encadré 2.3. Effet d'un programme d'assainissement mené à l'échelle d'une ville entière sur la réduction de la diarrhée chez l'enfant dans le nord-est du Brésil

Contexte de l'étude. L'étude a été menée dans le cadre d'un programme (*Bahia Azul*) concernant l'ensemble de la ville de Salvador et destiné à élargir la couverture de l'assainissement. Au début de l'initiative en 1995, seuls 26% des 2.5 millions d'habitants étaient raccordés au système d'égouts. Lorsque le programme s'est officiellement achevé en 2004, la couverture était de 70%, et elle a continué de progresser depuis pour atteindre 90% dans la ville même. Le projet prévoyait de poser 2 000 km de canalisations d'égouts, de construire 86 stations de pompage et de raccorder plus de 300 000 ménages au réseau d'égouts en huit ans. En outre, 1% du budget a été consacré au financement de campagnes d'information de la population en vue de promouvoir le raccordement au tout-à-l'égout.

Présentation de l'étude épidémiologique. Une étude de surveillance a été réalisée par l'Institut de santé collective de l'Université fédérale de Bahia afin d'évaluer l'impact de l'intervention. L'objectif de l'étude de Barreto était de déterminer l'effet épidémiologique du programme d'assainissement mené dans l'ensemble de la ville sur la morbidité diarrhéique chez les enfants de moins de 3 ans. Pour cela, un premier volet a été mené avant le lancement du programme et un second, une fois l'intervention terminée. Le premier a porté sur 841 enfants de 0 à 36 mois, qui ont été sélectionnés de manière aléatoire de façon à constituer un échantillon représentatif des conditions rencontrées. Le second s'est intéressé à 1 007 enfants des mêmes quartiers. Chaque volet s'est appuyé sur des entretiens, menés auprès de ménages par des agents de terrain formés, et sur des enquêtes d'environnement consistant à évaluer l'état général de l'assainissement du voisinage et des ménages. Des données quotidiennes concernant la diarrhée ont été recueillies à l'occasion des visites effectuées sur le terrain deux fois par semaine pendant une période maximale de huit mois. L'effet de l'intervention a été estimé au moyen d'une approche de modélisation hiérarchique faisant appel à une séquence de modèles de régression multivariée.

Résultats. Après ajustement pour tenir compte de la couverture de référence du réseau d'égouts et d'autres variables de confusion (comme le niveau d'instruction et le type de logement), il a été constaté que la prévalence de la diarrhée avait reculé en moyenne de 22% (de 9.2 jours par année-enfant avant l'intervention à 7.3 une fois celle-ci terminée) et de 42% dans les quartiers où elle était très élevée avant le lancement du programme. La majeure partie de ce recul s'expliquait par l'augmentation de la couverture du réseau d'égouts construit pendant l'intervention. Le programme avait eu une incidence encore plus grande sur d'autres maladies. Toutefois, selon Shankland *et al.*, « bien que la publication de ses constatations dans des revues médicales brésiliennes et internationales reconnues [eût] renforcé la crédibilité des déclarations sur les retombées sanitaires favorables obtenues par le Gouvernement de l'État de Bahia, l'étude [était] arrivée trop tard pour influencer sur les débats politiques et stratégiques pendant l'exécution du programme ».

Sources : Barreto *et al.* (2007), Shankland *et al.* (à paraître).

Il est probable que les effets de chaque intervention varieront grandement selon les circonstances locales, notamment la prévalence des maladies dans la zone, et l'ampleur des opérations. Les priorités devraient donc être établies à partir du contexte et des éléments probants recueillis lors des mises en œuvre et non d'après des données groupées (OMS, 2008). Par ailleurs, les interventions ne peuvent pas être considérées comme des événements indépendants, car des désavantages peuvent apparaître si l'on investit dans un domaine sans le faire de façon équivalente dans un autre. Ainsi, l'inadéquation de la qualité de l'eau au point de consommation risque de compromettre les bénéfices tirés de l'amélioration de la distribution d'eau (Fewtrell, 2005) et, sans promotion de l'hygiène, les installations sanitaires pourraient bien finir par ne pas être utilisées (Trémolet *et al.*, 2010). Pour autant, certaines études font apparaître que la conduite en parallèle de plusieurs interventions ne renforce pas nécessairement les répercussions favorables sur la santé. D'après Fewtrell *et al.* (2005), par exemple, le fait de fournir à la fois un approvisionnement en eau amélioré et un assainissement de base ne diminue pas plus la prévalence des maladies diarrhéiques que l'assainissement seul (32 % pour l'assainissement seul contre 33 % dans le cas d'une intervention combinée). Le Groupe d'évaluation indépendante (IEG, 2008) estime pour sa part que « bien que les interventions complémentaires ne soient pas nécessaires pour obtenir de bons résultats, elles peuvent le devenir pour pérenniser les avantages acquis ».

Les bénéfices (et les coûts) pourraient varier selon le niveau de service.

Pour prendre des décisions rationnelles, il est crucial de mener une évaluation économique solide des différentes options en présence (Haller *et al.*, 2007). S'agissant de l'approvisionnement en eau, plusieurs études (Esrey *et al.*, 1991 ; Emerson *et al.*, 2000 ; Cairncross et Valdmanis, 2006) font apparaître que le niveau de service influe probablement sur les maladies diarrhéiques. Ainsi, si l'augmentation de la quantité d'eau dont disposent les ménages entraîne un net recul des maladies liées à l'eau et à l'assainissement, c'est en grande partie parce qu'elle contribue à changer les comportements en matière d'hygiène. Le fait que les bénéfices sanitaires diffèrent en fonction du type des latrines installées reste à établir. Certaines latrines simples peuvent se révéler très efficaces, tandis que des eaux usées collectées dans des égouts et déversées dans l'environnement sans traitement peuvent propager des agents pathogènes à l'origine d'épidémies.

2.2.3 Évaluation des bénéfices sanitaires en termes monétaires

Les bénéfices sanitaires que procurent les interventions menées dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sont importants en valeur, mais pas suffisamment pour justifier les investissements à eux seuls. Les coûts de traitement des maladies diarrhéiques pèsent à la fois sur

les budgets nationaux et sur les finances familiales en raison de l'achat des médicaments ou du manque à gagner dû à l'incapacité de travailler. Diminuer le plus possible la prévalence de ces maladies libère donc des ressources pour d'autres objectifs de développement. Hutton et Haller (2004) estiment que le fait d'éviter certaines maladies diarrhéiques présente plusieurs avantages directs, notamment : *i*) des économies sur les soins de santé du fait de la diminution du nombre de cas à traiter, soit entre 10 et 23 USD par cas évité; et *ii*) des économies non sanitaires, liées en particulier au transport jusqu'aux centres de soin et aux coûts d'opportunité (temps susceptible d'être utilisé de manière plus productive), qui représente, d'après les estimations, entre 0.50 et 2 USD par visite de patient. Enfin, les cas particulièrement sévères de diarrhée ou les épidémies telles que le choléra peuvent provoquer des morts prématurées, surtout chez les enfants de moins de 5 ans. Pour évaluer l'incidence d'une réduction de la mortalité, il faut attribuer une valeur à chaque vie humaine sauvée ou à chaque décès évité. L'opération pose d'importants problèmes méthodologiques, qui sont examinés à l'annexe A. Les chiffres supplémentaires fournis par Bartram pour l'Afrique subsaharienne montrent que le traitement des diarrhées infectieuses évitables absorbe 12% du budget total de la santé (Bartram, 2008). À l'échelle mondiale, l'OMS estime que les économies réalisées en soins de santé grâce aux services améliorés d'eau et d'assainissement s'élèvent à 7 milliards USD par an pour les organismes sanitaires et à 340 millions USD pour les personnes (Hutton et Haller, 2004).

Seules, les économies ainsi obtenues en matière de santé ne constituent pas une justification suffisante pour améliorer l'eau et l'assainissement si on les compare aux coûts à supporter. Dans leur étude empirique, Whittington *et al.* (2009) évaluent à 1 USD par mois et par ménage l'économie liée à l'absence de maladie, ce qui est bien inférieur au coût des services améliorés d'eau et d'assainissement, que Pattanayak *et al.* (2005)¹⁷ estiment à 4 USD environ par mois. Il convient donc de tenir compte d'autres bénéfices non sanitaires pour déterminer tous les bienfaits découlant d'un meilleur accès à l'eau et à l'assainissement.

2.3 Bénéfices non sanitaires

Les bénéfices non sanitaires sont à la fois d'ordre économique (temps gagné ou gains de productivité, par exemple) et social (dignité et bien-être accrus). Bien que les seconds soient plus difficiles à quantifier, car plus abstraits et plus qualitatifs par nature, ils constituent souvent des moteurs de la demande de services plus importants que les bénéfices susceptibles d'être obtenus en matière de santé (Hutton et Haller, 2004).

2.3.1 Bénéfices économiques

Les bénéfices sanitaires semblent relativement marginaux au regard de l'ensemble des bénéfices économiques tirés de l'accès à l'eau et à l'assainissement. Hutton et Haller (2004) ont estimé les principaux effets positifs qui seraient obtenus si l'on atteignait les cibles inscrites dans les OMD relatifs à l'eau et l'assainissement, comme l'illustre le tableau 2.2. De façon générale, ils ont calculé que la réalisation de ces cibles entraînerait des retombées positives de 84 milliards USD par an, à comparer avec les 11.3 milliards d'investissements annuels nécessaires pour y parvenir. En d'autres termes, chaque USD investi dans l'eau et l'assainissement aurait un rendement économique potentiel de 7.4 USD.

Tableau 2.2. Principaux bénéfices liés à la réalisation des OMD relatifs à l'eau et à l'assainissement

Type de bénéfices	Décomposition	Valorisation
Gains de temps	<ul style="list-style-type: none"> • 20 milliards de journées de travail par an 	63 milliards USD par an
Gains de productivité	<ul style="list-style-type: none"> • 320 millions de journées de production gagnées par an dans la tranche d'âge des 15-59 ans • 272 millions de journées de fréquentation scolaire par an • 1.5 milliard de journées en bonne santé par an chez les enfants de moins de 5 ans 	9.9 milliards USD par an
Économies en soins de santé		<ul style="list-style-type: none"> • 7 milliards USD par an pour les organismes de santé • 340 millions USD par an pour les personnes
Valeur liée aux décès évités, calculée à partir des gains futurs actualisés		3.6 milliards USD par an
Valeur totale des bénéfices		84 milliards USD par an

Source : Prüss-Üstün *et al.* (2008), à partir d'une évaluation réalisée par Hutton et Haller (2004).

Comme l'indique le tableau 2.2, la majeure partie des bénéfices économiques provient des gains de temps associés à l'amélioration de l'accès à l'eau et à l'assainissement. Ces gains de temps (par opposition aux gains de productivité liés au recul des maladies) sont considérables même s'ils sont rarement pris en compte dans les évaluations de l'impact des projets (Hutton *et al.*, 2006; IEG,

2008; Pattanayak *et al.*, 2007). Ils peuvent se traduire par une augmentation de la production, une amélioration des niveaux d'instruction ou davantage de temps de libre.

Le temps gagné grâce à l'amélioration de l'alimentation en eau correspond au temps économisé du fait qu'il n'est plus nécessaire de parcourir de longues distances pour aller chercher de l'eau ou d'attendre pour se servir à la source, ou encore du fait de la plus grande fiabilité des disponibilités. Une distribution irrégulière peut en effet engendrer des inconvénients majeurs. Ainsi, dans la vallée de Katmandou où l'eau n'est disponible que quelques heures tous les deux jours, avec un faible débit, les utilisateurs doivent se lever au milieu de la nuit pour pomper manuellement l'eau du réseau. Le manque de régularité peut aussi altérer fortement la qualité de l'eau distribuée en permettant à des eaux souterraines polluées de pénétrer dans les canalisations non étanches.

Les estimations des gains de temps que l'on trouve dans les documents publiés varient fortement selon les hypothèses relatives aux méthodes de distribution, la proportion de sites ruraux et urbains et le volume de données disponible sur le sujet. Hutton et Haller (2004) ont supposé, par exemple, qu'un ménage ayant accès à un service amélioré d'alimentation en eau gagnerait environ 30 minutes par jour en moyenne (dans une fourchette comprise entre 15 et 60 minutes) et que les ménages bénéficiant de l'eau courante gagneraient 90 minutes par jour (dans une fourchette allant de 60 à 120 minutes), toujours en moyenne. Les gains de temps sont généralement chiffrés à partir du salaire minimum (le PIB par habitant servant de valeur basse) et pourraient justifier à eux seuls l'investissement dans des services améliorés d'alimentation en eau. Toutefois, l'un des problèmes posés par la valorisation du temps économisé en raison d'un meilleur accès à l'eau et à l'assainissement est que ce temps n'est pas toujours employé à des fins productives, soit pour cause de chômage ou de sous-emploi, soit parce qu'il est utilisé pour les loisirs ou des tâches ménagères. Calculer la valeur des gains de temps à l'aide de la rémunération estimée risque donc fort d'aboutir à une surestimation.

Cairncross et Valdmanis (2006) ont suivi une autre méthode pour évaluer l'argent consacré à la collecte de l'eau. Ils ont observé que les ménages rémunéraient souvent d'autres personnes pour aller chercher l'eau à leur place ou payaient le droit de se servir à une source située à proximité afin d'éviter de parcourir une distance plus grande pour accéder à une source gratuite. Dans une enquête portant sur 12 sites répartis dans 10 pays, Zaroff et Okun (1984) ont constaté que les ménages dépensaient un pourcentage médian supérieur à 20 % de leurs revenus pour acheter de l'eau auprès de vendeurs d'eau.

Les gains de temps issus de l'assainissement amélioré sont liés au fait que, sans WC à domicile, les personnes consacrent beaucoup de temps chaque jour à

faire la queue pour accéder à des toilettes publiques ou à chercher des endroits isolés pour déféquer. Dans une étude récente visant à calculer les bénéfices liés aux investissements dans l'assainissement, l'OMS considérait, selon une estimation prudente, que ces gains de temps représentaient 30 minutes par personne et par jour, soit 21 heures non productives par semaine pour un ménage de six personnes. L'amélioration de l'assainissement permettrait à chacun de ces ménages de disposer de 1 000 heures supplémentaires par an pour travailler, étudier, prendre soin des enfants, participer à des initiatives collectives ou se reposer. Hutton et Haller (2004) ont estimé que la valeur économique de ces gains de temps était bien supérieure à 100 milliards USD par an. Un rapport du Conseil de concertation pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement (WSSCC, 2006) décrit les possibilités de génération de revenu qu'offrent aux femmes les gains de temps associés à l'assainissement : en Tanzanie, celles-ci ont consacré le temps gagné grâce à l'amélioration de l'assainissement à des activités économiques, qui les ont amenées, par exemple, à travailler dans des magasins et des salons de thé ou encore à vendre le fruit de leur production.

Hutton *et al.* (2007a) ont estimé que les effets positifs liés à la réalisation de l'ODM relatif à l'assainissement dans les pays à la traîne confirmaient l'importance des gains de temps comme facteur clé des bénéfices économiques. L'étude a permis de constater que les investissements d'assainissement dans ces pays présentaient un rapport bénéfices/coûts encore supérieur, évalué à 9 pour 1 (les bénéfices économiques totaux de la réalisation de l'ODM ayant été estimés à 35 milliards USD et le coût annuel à 3.8 milliards USD). La décomposition des bénéfices est indiquée dans le tableau 2.3.

Tableau 2.3. Bénéfices liés à la réalisation des OMD relatifs à l'assainissement dans les pays à la traîne

Bénéfices liés à la santé (1.8 %)	Bénéfices profitant au secteur de la santé en raison des maladies évitées (1.6 %) Économies réalisées par les patients en raison des maladies évitées (0.2 %)
Bénéfices non sanitaires (98.1 %)	Gains de temps lié à l'assainissement amélioré (90 %) Décès évités (5 %) Autres bénéfices (3.1 %) <ul style="list-style-type: none"> • Journées de production gagnées en raison des maladies évitées (pour les plus de 15 ans) • Journées de fréquentation scolaire gagnées en raison des maladies évitées (pour les enfants de 5 à 15 ans) • Jours de vie gagnés chez les nourrissons en raison des maladies évitées (pour les enfants de 0 à 4 ans).

Source : Hutton *et al.* (2007a).

Investir dans l'assainissement peut procurer des bénéfices économiques substantiels.

Augmentation de la fréquentation scolaire. L'état des latrines ou l'absence de latrines dans les écoles influent sur les décisions relatives à la scolarisation, à l'assiduité ou à l'abandon des études, surtout pour les filles en période de menstruation et les enfants atteints de maladies diarrhéiques. Le recul de la diarrhée obtenu grâce à la réalisation de la cible des OMD associés à l'assainissement ajouterait plus de 200 millions de journées de fréquentation scolaire par an (voir tableau 2.3), qui entraîneraient à leur tour des taux plus élevés d'alphabétisation chez les femmes. D'après l'UNICEF, dans un pays en développement type, toute progression de 1 % de la scolarisation des filles dans le cycle d'enseignement secondaire s'accompagne d'une augmentation de 0.3 % de la croissance économique (Bartram, 2008). En outre, on observe un effet négatif important des helminthes transmis par le sol (des vers) sur l'éducation, en particulier sur l'apprentissage et le développement cognitif chez l'enfant (Bhargava *et al.*, 2005). La propagation de ces vers peut être enrayerée par le fait d'éviter tout contact avec les excréments humains.

Amélioration de la productivité. Bon nombre de lieux de travail ne disposent pas non plus d'installations sanitaires adéquates, ce qui a une incidence sur l'utilisation du temps, la productivité et les décisions d'emploi, notamment des femmes. Un nombre considérable de journées de travail sont perdues à cause des maladies diarrhéiques (journées d'absence ou de productivité réduite lorsque le travailleur est malade ou quand il ou elle s'occupe d'un enfant malade). Lorsque le lieu de travail n'est pas équipé de toilettes, les femmes peuvent perdre des jours de travail en période de menstruation. Atteindre la cible des OMD relative à l'assainissement augmenterait de plus de trois milliards le nombre annuel de journées de travail dans le monde et la couverture universelle pourrait en ajouter quatre fois plus (Hutton et Haller, 2004).

Stimulation du tourisme. Le tourisme constitue une importante source de recettes, d'emplois et de devises dans nombre de pays en développement, et représente 10 % du PIB mondial et près de 9 % de l'emploi mondial total (Bartram, 2008). Peu d'études se sont intéressées au lien entre tourisme et conditions sanitaires, alors que la popularité d'une destination touristique est en partie liée à la situation sanitaire de l'endroit. Une étude dirigée par le Programme pour l'eau et l'assainissement (Hutton *et al.*, 2008) a cherché à évaluer les répercussions de l'assainissement sur l'économie de cinq pays du Sud-Est asiatique, en particulier le Cambodge, la République démocratique populaire lao, le Viet Nam, l'Indonésie et les Philippines (voir encadré 6.1). Cette étude a estimé que, dans tous les pays, la médiocrité de l'assainissement entraînait entre 5 et 10 % de pertes pour le tourisme.

Amélioration de l'environnement immédiat. L'un des principaux moteurs de l'adoption d'un système d'assainissement chez les utilisateurs finaux est l'amélioration de leur environnement immédiat (Cairncross, 1999). Il est assez évident que le fait de ne plus déféquer à l'air libre peut avoir des effets extrêmement positifs sur cet environnement. Cette amélioration peut à son tour attirer des entreprises dans la région et profiter à l'économie locale.

Bénéfices économiques liés à la réutilisation des matières fécales et des urines. Les matières fécales et les urines peuvent être utilisées pour produire des engrais actifs pour l'agriculture ou encore du biogaz. Les partisans de l'assainissement écologique (EcoSan) ont mis au point différents systèmes dans ce but, notamment des latrines à double fosse, qui séparent les urines des fèces pour faciliter la réutilisation des excréments et encourager le recyclage des éléments nutritifs, ou le dispositif baptisé Arborloo. Ce dernier est fabriqué avec une fosse unique, souvent non étanche. Lorsque les latrines sont pleines, la superstructure est déplacée et un arbre fruitier est planté sur le site de l'ancienne fosse de façon à exploiter, au moins en partie, les éléments nutritifs disponibles dans les excréments qui s'y trouvent. Le système EcoSan peut parfois économiser l'eau et accroître les rendements des récoltes (Manandhar *et al.*, 2004), comme ce fut le cas en Chine et au Malawi. Une étude récente menée par le Programme pour l'eau et l'assainissement a évalué les avantages financiers et économiques de l'assainissement écologique en Afrique subsaharienne¹⁸. Cette étude a permis de constater que les bénéfices tirés des récoltes associées pourraient compenser le coût d'équipement et d'exploitation plus élevé de ces installations, mais que les bénéfices n'étaient pas assez importants pour couvrir les coûts immatériels supplémentaires nécessaires à la mise en œuvre de tels systèmes, ce qui implique que ces derniers ne sont pas suffisamment au point ni économiques pour être déployés à plus grande échelle pour le moment.

Des méthaniseurs peuvent aussi être construits pour exploiter les déjections animales et humaines de manière à produire un gaz combustible propre et incolore similaire au gaz de pétrole liquéfié (GPL), qui peut être utilisé pour la cuisine ou l'éclairage, sans fumée de combustion ou presque. Une étude de Winrock International portant sur un programme mené auprès de ménages d'Afrique subsaharienne et qui intégrait la production de biogaz, la construction de latrines et l'éducation à l'hygiène a permis de conclure que le taux de rendement économique dudit programme était de 178 % et son taux de rendement financier de 7.5 %¹⁹.

2.3.2 Quantification plus difficile de certains autres bénéfices substantiels

L'accès aux services améliorés d'eau et d'assainissement entraîne un certain nombre d'avantages non économiques, certes difficiles à quantifier, mais d'une très grande valeur pour la dignité, le statut social, la propreté et le bien-être général des personnes concernées.

Hutton *et al.* (2008) ont rapporté les résultats d'une étude du Programme pour l'eau et l'assainissement, dont l'objet était de déterminer le degré d'importance qu'accordaient les ménages de zones rurales et urbaines du Cambodge au fait de disposer de latrines améliorées. Au sein de l'échantillon retenu, plus de 80 % des ménages urbains et plus de 70 % ménages ruraux ont reconnu que de telles installations sanitaires permettraient une meilleure hygiène et un cadre de vie généralement propre. Confort, meilleure santé, sécurité, commodité, respect de la vie privée, amélioration du statut de la famille et prestige sont autant de bénéfices cités par les ménages interrogés comme résultant de l'installation de latrines améliorées à domicile.

Pour les femmes et les filles, le fait de disposer de toilettes privées dotées de l'eau courante revêt une importance particulière et a une incidence considérable sur leur qualité de vie. L'usage de WC éloignés ou d'espaces ouverts peut présenter des dangers physiques pour les femmes, surtout la nuit. De plus, en l'absence d'installations sanitaires appropriées, la menstruation peut entraîner un inconfort physique en classe ou au travail, être source d'anxiété, nuire à la concentration et à la productivité et amener les filles à manquer l'école ou les femmes à ne pas aller travailler. Des contraintes culturelles ou religieuses, en particulier chez les musulmans, peuvent faire de la menstruation un sujet tabou (Water Aid/UNICEF, 2005).

Les groupes vulnérables tendent à souffrir davantage du manque d'assainissement, en raison de leur fragilité (personnes âgées ou handicapées) ou des dangers que représentent (pour les enfants, par exemple) des latrines en mauvais état ou la défécation à l'air libre. En outre, les maladies liées au manque d'assainissement influent également sur la qualité de vie. Elles entraînent douleurs, inconfort et souffrances, et réduisent la capacité à s'intégrer socialement et à mener des activités normales, autant d'inconvénients difficiles à chiffrer. Toutes ces motivations sont souvent citées comme des facteurs importants du consentement des personnes à payer pour des services améliorés et ne doivent pas être sous-estimées en tant qu'éléments déclencheurs de la demande (Pearson *et al.*, 2007).

Les travaux réalisés par Jenkins *et al.* (2007) dans le Bénin rural ont fait ressortir que ce sont souvent des questions non sanitaires qui poussent les populations à vouloir des latrines familiales, en particulier le besoin de disposer d'installations pour les personnes malades ou des parents âgés,

la sécurité la nuit, la commodité ou la plus grande facilité de nettoyage. Il serait donc essentiel de prendre en compte les bénéfices non sanitaires de l'assainissement pour élaborer et mettre en œuvre avec succès les programmes menés dans ce domaine.

Notes

1. Voir (en anglais) : www.un.org/millenniumgoals/envIRON.shtml.
2. Les investissements à réaliser pour offrir un accès durable à la ressource sont examinés au chapitre 3.
3. Programme commun de surveillance des progrès réalisés en vue d'atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement relatifs à l'eau et à l'assainissement.
4. Trémolet, S. *et al.* (2010).
5. Les pays disposent habituellement de méthodes qui leur sont propres pour suivre l'accès aux services d'eau et d'assainissement, ce qui peut aboutir à des divergences entre les statistiques nationales et les données du PCS. Les chiffres du PCS ne sont donc pas toujours acceptés au niveau national.
6. Voir Cairncross, S. et V. Valdmanis (2006).
7. D'importants programmes de recherche financés par la Fondation Bill et Melinda Gates ont été lancés dernièrement pour évaluer plus rigoureusement les bénéfices de certaines interventions menées dans les domaines de l'eau et de l'assainissement.
8. Le palais de Westminster, où siègent la Chambre des communes et la Chambre des Lords, se trouve sur le bord de la Tamise.
9. Voir Black, M. et B. Fawcett (2008).
10. Prüss *et al.*, 2002.
11. Cette relation peut s'expliquer par un lien de cause à effet, car les parents, soucieux de s'assurer des moyens de subvenir à leurs besoins quand ils seront plus vieux, tendent à avoir davantage d'enfants quand ceux-ci présentent un risque plus élevé de mourir jeunes. Voir Eswaran, M. (2006).
12. L'évaluation est une synthèse de grandes enquêtes internationales et de rapports nationaux de recensement couvrant 89% de la population mondiale. Parmi les paramètres utilisés, on trouve l'accès aux sources d'eau améliorées et aux

installations sanitaires améliorées. Dans le cas présent, les six scénarios retenus sont associés à différentes charges d'agents pathogènes à transmission féco-orale dans l'environnement, lesquelles influent sur le risque de contracter des infections féco-orales.

13. Méta-analyse reposant sur 71 interventions menées dans 35 pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.
14. Le rapport complet sur la contamination par l'arsenic et les mesures d'atténuation, y compris les techniques d'élimination de cet élément, peut être consulté en ligne sur le site de l'Arsenic Crisis Information Centre (<http://bicn.com/acic/>).
15. Entretien avec le Professeur Sandy Cairncross, LSHTM, réalisé le 7 décembre 2009.
16. Voir le site www.communityledtotalsanitation.org/page/about et Trémolet *et al.*, 2010.
17. Pattanayak, S. *et al.* (2005).
18. Voir Schuen, R. *et al.* (2009).
19. Renwick, M. *et al.* (2007).

Chapitre 3

Investissement en aval dans l'épuration et le rejet sans risque des eaux usées

La fourniture d'un accès sûr à l'eau et à l'assainissement procure des bénéfices importants, comme on l'a vu au chapitre 2. Pour autant, le déversement d'eaux usées non traitées dans l'environnement peut être préjudiciable aux utilisateurs en aval (y compris les établissements humains, l'industrie et l'agriculture) et provoquer des dégâts environnementaux. La collecte et le traitement des eaux usées et des eaux pluviales sont nécessaires pour assurer la disponibilité à long terme d'une eau de qualité adaptée à une utilisation humaine et aux exigences de l'environnement¹. Or, dans bien des cas, il semble que les investissements consentis dans l'épuration des eaux usées soient inférieurs aux niveaux requis pour obtenir des bénéfices durables.

Les bénéfices associés à l'épuration des eaux usées sont souvent moins évidents pour la population que ceux tirés des services d'eau et d'assainissement (Wolff, 2003). Cela explique qu'il ait fallu davantage de temps pour parvenir au consensus sur la nécessité de développer ce type d'infrastructures ainsi que des systèmes d'élimination sans risques de leurs résidus (Rodriguez, 2009). Il est probable également que le coût relativement élevé de telles interventions ait eu une influence (Jouravlev, 2004). Aux États-Unis, le Clean Water Act de 1972 a constitué une base juridique importante pour le développement des stations d'épuration. En Europe, c'est par l'adoption de la Directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, en 1991, que l'Union européenne a apporté une réponse politique au problème croissant du rejet des eaux usées non traitées dans le milieu aquatique. Cette directive définit des normes minimales pour la collecte, l'épuration et le rejet des eaux usées en tenant compte du volume des déversements ainsi que du type et de la fragilité des eaux réceptrices (Crouzet *et al.*, 1999). Pourtant, en dépit des initiatives des pouvoirs publics, les États-Unis continuent d'avoir besoin d'investissements de grande envergure dans le traitement des eaux usées, afin d'élargir la couverture et de maintenir le bon fonctionnement des installations en place. Ainsi, la note

qu'attribue l'American Society of Civil Engineers (ASCE,) des États-Unis aux infrastructures d'eaux usées est tombée de D+ en 1998 à D- en 2009, ce qui témoigne d'un sous-investissement chronique².

La couverture de l'épuration des eaux usées reste limitée dans la plupart des pays du monde. En Amérique latine et aux Caraïbes, par exemple, il a été estimé qu'en 2004, seules 13,7 % des eaux usées rejetées par les 241 millions d'habitants raccordés au réseau d'égouts étaient traitées d'une manière ou d'une autre (Jouravlev, 2004). Cette situation se retrouve dans bon nombre de pays en développement, où le niveau de traitement est parfois bien inférieur voire inexistant : à Dar Es Salaam en Tanzanie, par exemple, on estime que seules 3 % des eaux usées sont traitées avant d'être rejetées dans les eaux de surface et dans la mer voisine³. La République populaire de Chine investit massivement depuis quelques années afin d'accroître la couverture de l'épuration des eaux usées, qui devrait passer de 52 % des eaux usées traitées au moyen d'épurations secondaire et tertiaire en 2005 à une fourchette comprise entre 60 et 65 % en 2011, pour atteindre, d'après les projections, 70 à 80 % en 2016⁴. Dans les sections qui suivent, on trouvera une brève description des différents types d'investissement dans le traitement des eaux usées et des techniques employées pour évacuer sans risque les boues résiduelles, ainsi qu'une présentation plus détaillée de leurs bénéfices respectifs.

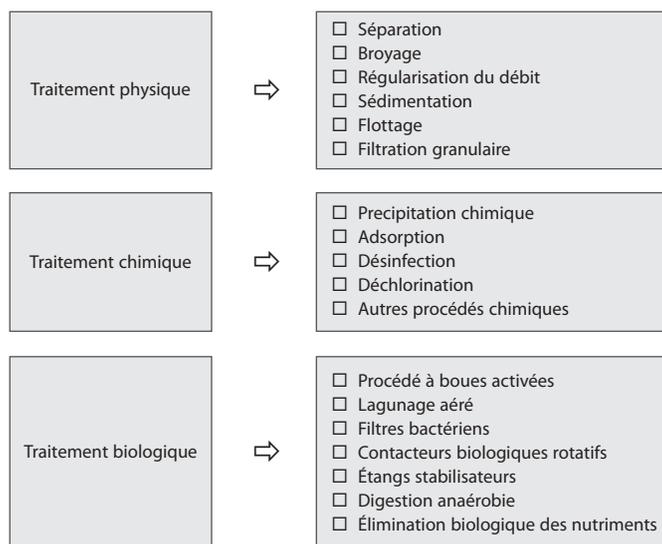
3.1 Investissements réalisés dans le traitement des eaux usées

Les eaux usées urbaines non traitées contiennent généralement de hauts niveaux de matières organiques, divers types de micro-organismes pathogènes ainsi que des éléments nutritifs et des composés toxiques. Les caractéristiques des eaux résiduelles peuvent être définies au moyen de paramètres physiques, chimiques et biologiques (ONU, 2003). Parmi les indicateurs adoptés habituellement pour décrire le contenu organique des eaux usées on trouve notamment la demande biochimique en oxygène (DBO), qui est une mesure de l'oxygène utilisé pour la décomposition des eaux d'égout (et qui implique une réduction de l'oxygène disponible pour la vie aquatique) (Wilson, 2000). En outre, il est possible de faire appel à des paramètres chimiques inorganiques (par ex., concentrations de nitrates ou de phosphates, salinité) ou bactériologiques. Cela étant, les composants et les concentrations peuvent varier au fil du temps et en fonction des conditions locales (ONU, 2003). Des procédés d'épuration plus ou moins complexes sont appliqués pour éliminer de l'eau les différentes substances polluantes.

Selon le niveau de traitement fourni par les stations d'épuration, les contaminants sont éliminés par des procédés physiques, chimiques ou biologiques (voir figure 3.1). Les différents procédés sont regroupés et associés de façon à produire le niveau de traitement souhaité. Il est donc

possible de classer les stations d'épuration selon qu'elles assurent un traitement préliminaire, primaire, secondaire et tertiaire (ou avancé) (ONU, 2003).

Figure 3.1. **Opérations et procédés d'épuration des eaux usées**



Source : Organisation des Nations Unies (2003).

Le traitement préliminaire ôte les débris les plus gros pour préparer l'eau en vue de son traitement proprement dit. Au cours du processus de traitement primaire, on recourt principalement à des opérations physiques pour retirer une première partie des polluants. Le traitement secondaire supprime les matières organiques solubles et les éléments solides en suspension au moyen de procédés biologiques. Dans une dernière étape, le traitement tertiaire ou avancé élimine des quantités considérables d'azote, de phosphore, de métaux lourds, de bactéries et de virus, à un niveau supérieur à celui du traitement secondaire classique (ONU, 2003 ou Wilson, 2000).

La gestion globale des eaux usées ne s'arrête pas au seul traitement, mais doit assurer l'évacuation sans risque des boues d'épuration. À l'issue du traitement, ces boues sont riches en matières organiques, mais peuvent aussi renfermer des substances dangereuses telles que des métaux lourds, des bactéries, des virus et différents types de produits chimiques. Leur mauvaise gestion peut donc présenter des risques pour la santé humaine, l'eau, l'air, la qualité des sols et la biodiversité. Il est possible d'appliquer plusieurs procédés de traitement ayant une incidence sur la composition des boues d'épuration avant l'élimination ou le recyclage de celles-ci, et donc d'atténuer les risques.

Les effets potentiels des boues d'épuration dépendent, de surcroît, de la façon dont elles sont exploitées par la suite. Bien qu'elles soient souvent utilisées sur des terres agricoles, certains pays (le Royaume-Uni, par exemple) s'en servent de plus en plus dans le secteur de la foresterie et sur d'anciens sites miniers à ciel ouvert aux fins de régénération des sols (Ayres *et al.*, 2008).

Les systèmes naturels peuvent aussi fournir des services d'épuration des eaux usées. Le traitement au sol et l'aménagement de zones humides artificielles (ONU, 2003 ; EPA, 2000), en particulier, réduisent la pollution de par leur capacité d'auto-purification. Reed *et al.* (1988, cité dans ONU, 2003) soulignent que ces systèmes peuvent présenter le rapport coût-efficacité le plus intéressant en termes de mise en place et d'exploitation, à condition que des terres adaptées soient disponibles en quantité suffisante. Les zones humides artificielles permettent souvent de répondre aux besoins des petites communautés et des zones rurales. Pour les eaux usées communales et industrielles, le traitement au sol consiste surtout à contrôler le déversement sur des terres végétalisées. Le traitement naturel se produit soit quand l'eau s'infiltré à travers le profil du sol, soit quand elle s'écoule le long d'un réseau en pente de terrasses végétalisées. Les zones humides artificielles, quant à elles, disposent d'une végétation qui « offre des points d'ancrage aux films bactériens, facilite la filtration et l'absorption des composants des eaux usées, transfère l'oxygène dans la colonne de l'eau et freine la croissance des algues en réduisant la pénétration de la lumière du soleil » (ONU, 2003).

Elles peuvent également être reliées à une station d'épuration. Dans ce cas, elles se révèlent très efficaces pour remplacer les procédés de traitement tertiaire. Kazmierczak (2000), par exemple, évoque l'importance des terres côtières humides pour atténuer les effets des eaux dégradées s'écoulant vers le sud à travers la bande côtière de la Louisiane et la partie nord du Golfe du Mexique.

3.2 Bénéfices tirés de l'épuration des eaux usées

Le déversement dans l'environnement d'eaux usées non traitées a de multiples effets qui dépendent du type et de la concentration des polluants, et de l'environnement récepteur (ONU, 2003). Les bénéfices tirés de l'épuration sont tout aussi variables. Le tableau 3.1 indique les principaux contaminants inclus dans les eaux usées, leurs effets potentiels sur les eaux réceptrices et les besoins de traitement.

Tous les bénéfices que procure l'épuration des eaux usées sont liés à une amélioration de la qualité de l'eau par élimination de substances polluantes. On trouve plusieurs façons de classer les bénéfices associés à la qualité de l'eau dans les travaux publiés (voir Atkins et Burdon, 2006). Dumas et Schuhmann (2004) reprennent les propos de Feenberg et Mills (1980) et

différencient essentiellement les bénéfices liés au prélèvement, de ceux liés au milieu aquatique même. Alors que les premiers comprennent les bénéfices relatifs à l'alimentation en eau des communes, à l'usage domestique ou encore à l'agriculture irriguée, à l'abreuvement du bétail et aux processus industriels, les seconds proviennent de l'eau utilisée en tant que milieu naturel. Au sein de ces derniers, on peut également distinguer les bénéfices d'usage (exemples : natation, navigation, pêche, mais aussi randonnée sur les berges des cours d'eau) et les bénéfices hors usage associés à la qualité de l'eau (qui englobent les valeurs d'option, les valeurs patrimoniales et les valeurs d'existence)⁵.

Tableau 3.1. Principaux contaminants inclus dans les eaux usées et effets sur les eaux réceptrices

Contaminants	Effets sur les eaux réceptrices et besoins de traitement
Éléments solides en suspension	Peuvent entraîner le développement de dépôts de boues résiduelles et de conditions anaérobies quand les eaux usées sont rejetées sans traitement dans l'environnement.
Matières organiques biodégradables	Se composent principalement de protéines, de glucides et de lipides. Elles sont habituellement mesurées au moyen des indicateurs de demande biochimique en oxygène (DBO) et de demande chimique en oxygène (DCO). Si elles sont rejetées dans des rivières, des fleuves ou des lacs intérieurs, leur stabilisation biologique peut épuiser les ressources naturelles en oxygène et provoquer des conditions septiques néfastes pour les espèces aquatiques.
Organismes pathogènes	Peuvent provoquer des maladies infectieuses.
Polluants prioritaires (y compris les composés organiques et inorganiques)	Peuvent se révéler hautement toxiques ou cancérigènes et entraîner des lésions génétiques ou des malformations.
Organismes réfractaires	Tendent à résister au traitement classique des eaux usées. Il s'agit notamment des agents tensioactifs, des composés phénolés et des pesticides agricoles.
Métaux lourds	Ajoutés généralement par des activités commerciales ou industrielles. Doivent être éliminés quand les eaux usées sont réutilisées.
Composants inorganiques dissous	Composants tels que le calcium, le sodium et le sulfate, qui sont souvent ajoutés initialement à l'eau distribuée pour des usages domestiques et doivent parfois être éliminés lorsque les eaux usées sont réutilisées.

Source : texte adapté de Metcalf et Eddy, Inc., *Wastewater Engineering*, 3rd édition, cité dans ONU (2003).

Quatre types de bénéfices sont présentés dans les paragraphes qui suivent : 1) bénéfices sanitaires ; 2) bénéfices environnementaux ; 3) bénéfices procurés aux secteurs économiques ; et 4) autres bénéfices (bénéfices récréatifs ou esthétiques, par exemple, ou encore effets favorables sur la valeur des biens fonciers et immobiliers).

Chiffrer les effets positifs de l'épuration des eaux usées est une tâche difficile. En premier lieu, les travaux publiés regroupent généralement les bénéfices tirés des améliorations de la qualité de l'eau par les stations d'épuration et ceux découlant d'autres mesures comme l'optimisation des pratiques agricoles. Dans une étude réalisée par l'EPA (Bingham *et al.*, 2000), on estime à 11 milliards USD par an environ (soit 109 USD par ménage approximativement) les bénéfices obtenus au cours de ces 30 dernières années grâce aux lois de lutte contre la pollution de l'eau. Ces bénéfices incluent les effets de l'exploitation de stations d'épuration, mais ces derniers ne peuvent pas être isolés. Il est donc rarement possible d'évaluer les bénéfices marginaux liés au traitement des eaux usées. En deuxième lieu, si la qualité de l'eau peut être améliorée de façon continue, cela ne se traduit pas directement par une augmentation constante des bénéfices hors usage. L'amélioration de la qualité de l'eau doit dépasser un certain seuil (par exemple, la disparition des mauvaises odeurs) avant d'être reconnue et appréciée par les citoyens. En outre, certains de ses aspects sont parfois tout à fait imperceptibles (la modification de la teneur en oxygène dissous, par exemple).

En conséquence, l'estimation des bénéfices provenant de l'épuration des eaux usées est souvent biaisée, sachant que « le consentement à payer pour une eau de qualité dépend de la capacité des gens à percevoir les modifications qui sont apportées » (Rodriguez, 2009 ; voir aussi Poulos *et al.*, 2006). En troisième lieu, les études d'évaluation actuelles estiment le consentement à payer pour une amélioration donnée de la qualité de l'eau. Or, cette estimation est difficile dans le cas d'une relation générale entre la réduction de la quantité de polluants et l'évolution de la qualité de l'eau, puisque la qualité finale dépend en grande partie du milieu aquatique récepteur (Howarth *et al.*, 2001). Il faut également tenir compte de l'impossibilité de regrouper les valeurs issues des études du consentement à payer pour l'amélioration de la qualité de l'eau, car ces études dépendent de la disponibilité de valeurs de substitution. Les résultats quantifiés ne peuvent donc pas être appliqués à l'ensemble des masses d'eau simultanément (Howarth *et al.*, 2001).

3.2.1 Bénéfices sanitaires

Épurer les eaux usées avant leur rejet dans l'environnement procure des bénéfices sanitaires aux usagers raccordés aux eaux réceptrices en aval, surtout quand cet usage est un prélèvement en vue d'une consommation sans traitement préalable. Les bénéfices que représente un accès sûr à l'eau

potable ont été examinés au chapitre 2 ; nous nous intéressons donc à présent aux autres bénéfices sanitaires découlant de l'épuration des eaux usées. L'encadré 3.1 décrit les effets potentiellement dommageables d'un mauvais fonctionnement des stations d'épuration.

Encadré 3.1. **Épidémies apparues en France en raison du dysfonctionnement de stations d'épuration**

Au cours des 30 dernières années, plusieurs épisodes épidémiques sont apparus suite à des problèmes d'assainissement ainsi qu'au mauvais fonctionnement et au défaut d'entretien de réseaux d'égouts (fuites, problèmes de raccordement ou contamination d'aliments d'origine marine par des effluents insuffisamment traités). Entre 1974 et 1979, par exemple, environ 15 épidémies de cette nature ont été signalées en France. Autre illustration, les fortes pluies des 14, 15 et 16 novembre 2002 ont provoqué une épidémie de gastroentérite dans quatre communes de l'Isère raccordées à un même réseau de distribution d'eau. La capacité de la station d'épuration avait été dépassée, de sorte que des effluents non traités s'étaient déversés directement dans la rivière, en amont d'une zone de prélèvement d'eau de boisson. La zone de protection des eaux de boisson a été inondée et le réseau d'eau potable contaminé par des parasites provenant de la rivière. Résultat, dans les jours qui ont suivi l'inondation, il a fallu faire face à 300 cas de gastroentérite, soit près de 10% de la population totale des quatre communes.

Source : Beaudeau 2006, cité dans AESN (2007).

Le rapport de l'OCDE sur le « Coût de l'inaction face à certains enjeux de la politique de l'environnement » (OCDE, 2008) présente les bénéfices sanitaires associés à la réduction de la pollution de l'eau dans les activités de loisirs. Les résultats de certaines de ces études sont repris au tableau 3.2.

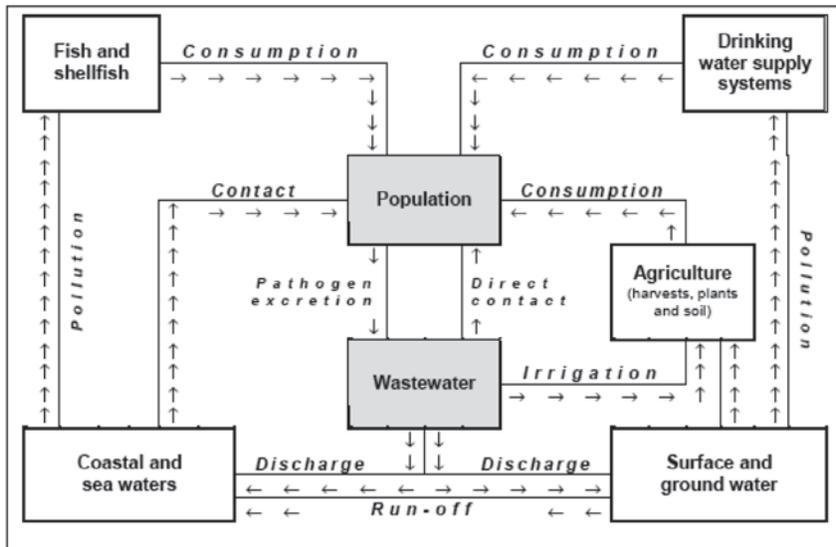
Les eaux usées non traitées peuvent nuire à la santé humaine de différentes façons, et pas uniquement par la consommation d'eau de boisson. La figure 3.2 illustre les formes possibles d'exposition humaine à la pollution provoquée par les rejets d'eaux usées. D'après Jouravlev (2004), les risques sanitaires liés au déversement d'eaux usées non traitées peuvent se résumer aux mécanismes d'exposition suivants : *i)* la consommation d'une eau non traitée ; *ii)* la consommation d'aliments produits au moyen d'une eau d'irrigation contaminée ou issus d'élevages qui utilisent une eau contaminée ; *iii)* le contact physique direct au cours d'activités de loisirs, de baignades ou d'activités professionnelles ; et *iv)* la contamination des ustensiles, des aliments ou des personnes se trouvant à proximité de points d'eau par des micro-organismes pathogènes transmis par les moustiques et les mouches, auxquels les eaux usées offrent un terrain de développement idéal.

Tableau 3.2. Évaluation des bénéfices sanitaires associés à l'amélioration de la qualité des eaux de loisirs

Scénario évalué	Études	Bénéfices liés aux mesures/ coûts de l'inaction
Bénéfices sanitaires associés à l'amélioration de la qualité des eaux de loisirs dans le sud-ouest de l'Écosse (R.-U.)	Hanley <i>et al.</i> (2003)	1.3 million GBP par an
Bénéfices sanitaires associés à l'amélioration de la qualité des eaux de loisirs dans le port de Brest (France)	Le Goffe (1995)	33.23 EUR par ménage et par an
Amélioration de la qualité des eaux de loisirs au Royaume-Uni	Georgiou <i>et al.</i> (2005)	Réduction de la morbidité de 25 % : 11.9 milliards GBP / Réduction de 100 % : 22.8 milliards GBP sur une période de 25 ans
Amélioration de la qualité des eaux de loisirs aux Pays-Bas	Brouwer et Bronda (2005)	2.4 milliards EUR sur une période de 20 ans

Source : OCDE (2008) : exemples choisis.

Figure 3.2. Principales formes d'exposition humaine à la pollution provoquée par les rejets d'eaux usées



Source : adapté de Bosch *et al.* (2000), cité dans Jouravlev (2004).

Les techniques de bonne gestion de l'élimination des boues d'épuration peuvent également apporter des bénéfices sanitaires en réduisant la quantité de polluants présente dans ces boues. Différents types d'exposition aux boues d'épuration sont concernés ici : personnes travaillant dans les égouts, personnes pratiquant des activités de loisirs dans des zones où des boues d'épuration ont été appliquées, ou récoltes issues de terres fertilisées au moyen de boues d'épuration (Ayres *et al.*, 2008).

3.2.2 Bénéfices environnementaux

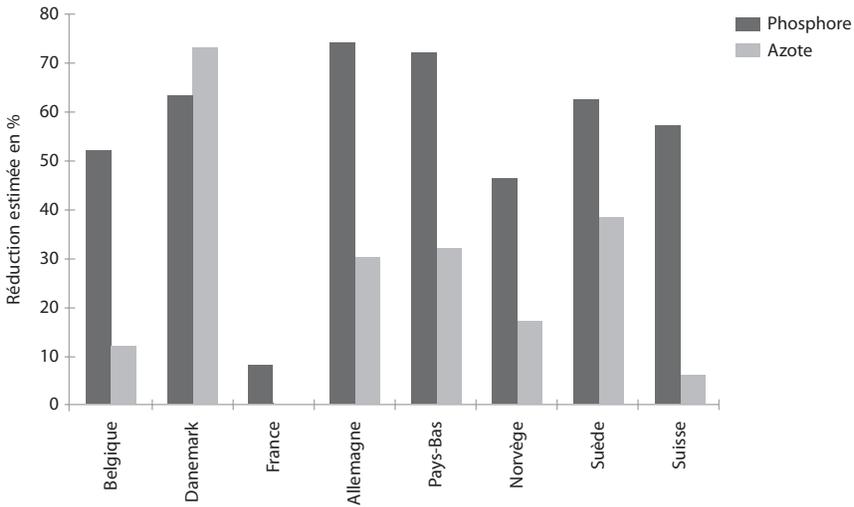
En Europe, on a longtemps cru que les eaux naturelles s'auto-purifiaient, indépendamment de la quantité de matières nutritives qu'elles recevaient. Résultat, de très grandes quantités d'éléments nutritifs (phosphore et azote, notamment) ont été déversées avec les eaux usées dans les cours d'eau et les lacs. Ces rejets ont contribué au net recul des masses d'eaux de surface à faible teneur en éléments nutritifs ainsi que de la flore et de la faune associées à ces milieux (Crouzet *et al.*, 1999).

L'un des principaux bénéfices liés à l'épuration des eaux usées avant le rejet de celles-ci dans l'environnement est que la quantité de substances nutritives s'en trouve fortement réduite, et que l'eutrophisation et toutes ses conséquences néfastes peuvent donc être évitées (AESN, 2007 ; Howarth *et al.*, 2001). L'augmentation de la quantité de substances nutritives rejetée dans les masses d'eau peut donner lieu à une eutrophisation. Ce phénomène entraîne le développement du phytoplancton (prolifération d'algues), qui a une incidence considérable sur le milieu aquatique. En particulier, les fluctuations consécutives de la concentration d'oxygène peuvent provoquer la disparition d'une partie de la faune (certaines espèces de poisson, par exemple) et de la flore (AESN, 2007 ; Howarth *et al.*, 2001). L'excédent d'éléments nutritifs perturbe sérieusement les écosystèmes aquatiques et s'accompagne en règle générale d'une diminution importante de la biodiversité (Crouzet *et al.*, 1999).

Il faut pour cela établir comme condition préalable au rejet des eaux usées le respect d'un certain niveau d'épuration. Les premières stations européennes d'épuration des eaux usées s'attachaient principalement à éliminer les matières organiques. Les mécanismes supplémentaires de traitement et de précipitation biologiques qui éliminent efficacement le phosphore des eaux usées n'ont été introduits en Europe que dans les 40 dernières années, et ce n'est que depuis 25 ans que l'on construit des stations d'épuration mettant en œuvre les procédés correspondants d'élimination de l'azote. Ces perfectionnements dans le traitement des eaux usées ont contribué en grande partie à stopper la dégradation de l'environnement qui s'était poursuivie en Europe jusque dans les années 70 et qui a donc fait place à une amélioration durant les années 80 et 90. La figure 3.3 donne la réduction estimée des quantités de phosphore et

d'azote rejetées par les stations d'épuration municipales entre 1985 et 1995 dans différents pays (Crouzet *et al.*, 1999).

Figure 3.3. Réduction estimée des quantités d'azote et de phosphore rejetées par les stations d'épuration municipales entre 1985 et 1995



Source : OSPAR (1995), cité dans Crouzet *et al.* (1999).

Pour l'environnement, ce ne sont pas uniquement les substances nutritives qui importent, mais aussi les volumes d'éléments solides en suspension qui se retrouvent dans les masses d'eau. Si ces matières sont présentes en grandes quantités, elles peuvent empêcher la lumière du soleil d'atteindre les plantes subaquatiques, d'où une incidence sur la croissance et la productivité de la vie aquatique, qui entraîne à son tour des pénuries de nourriture pour d'autres organismes vivants (Wilson, 2000). En outre, le milieu aquatique risque d'être perturbé par la sédimentation des cours d'eau⁶ ou la présence de produits chimiques toxiques dues au rejet d'eaux usées non traitées. Ces phénomènes contribuent également à la diminution des populations d'espèces aquatiques et de la biodiversité, et s'accompagnent d'un recul des valeurs de responsabilité et d'altruisme, des valeurs patrimoniales et des valeurs d'existence associées à chaque écosystème (Dumas et Schuhmann, 2004).

*L'épuration des eaux usées peut donc avoir un effet favorable sur l'écologie du milieu aquatique*⁷. À Paris, par exemple, les efforts supplémentaires consentis entre 1997 et 2000 pour accroître la capacité d'épuration des eaux usées ont eu d'importantes retombées positives sur la qualité de l'eau. Les analyses réalisées depuis 2000 ont montré que la qualité de l'eau était bonne ou très bonne dans

80% des cas. En outre, on a constaté une amélioration considérable de la qualité écologique de la faune halieutique (AESN, 2007).

De nombreuses études menées à travers le monde ont cherché à évaluer la valeur monétaire des bénéfices environnementaux. Atkins et Burdon (2006) ont déterminé que les habitants du comté d'Århus au Danemark étaient disposés à payer 12.02 EUR (16.39 USD) par mois et par personne sur 10 ans pour une amélioration de la qualité de l'eau du fjord Randers par réduction de l'eutrophisation.

Toutefois, le niveau général des revenus a une incidence évidente sur le consentement à payer. Ready *et al.* (2006) ont constaté lors d'une étude d'évaluation contingente que les Lettons étaient en grande majorité favorables à l'idée d'investir dans l'épuration des eaux usées pour améliorer la qualité des cours d'eau. D'après les déclarations, le consentement à payer atteignait 0.13 LVL par mois (0.26 USD), soit une augmentation de 7% du tarif en vigueur. Birol *et al.* (2009) ont cherché à savoir si les habitants de la commune de Chandemagore en Inde seraient disposés à payer pour une meilleure épuration des eaux usées rejetées dans le Gange. Leur étude a révélé que les ménages étaient d'accord pour payer des taxes communales supplémentaires à hauteur de 16.46 INR par mois (soit 0.35 USD par mois, ou 4.25 USD par an) afin d'améliorer (en termes de volume traité et de qualité finale) l'épuration des eaux usées et de réduire les risques environnementaux et sanitaires liés au rejet de polluants dans le Gange⁸.

3.2.3 Bénéfices économiques

L'épuration des eaux usées ne procure pas seulement des bénéfices sanitaires et environnementaux, elle influe aussi sur la qualité des ressources en eau que peuvent exploiter les différents secteurs économiques en aval du bassin hydrographique considéré (Jouravlev, 2004). Les effets favorables dont bénéficient les secteurs et activités économiques qui exigent une eau de bonne qualité sont décrits ci-après.

Bénéfices pour le secteur de l'approvisionnement en eau

L'épuration des eaux usées se traduit par une baisse des coûts de prétraitement pour les utilisateurs en aval. La qualité des ressources en eau détermine dans quelle mesure il est possible d'utiliser celles-ci pour produire de l'eau de boisson (AESN, 2007). Dans les bassins hydrographiques densément peuplés, le point de rejet des eaux usées d'un centre urbain se trouve souvent à quelques kilomètres seulement en amont de la zone de prélèvement d'une ville voisine, si bien qu'entre le rejet et la réutilisation de l'eau, les polluants ne restent pas assez longtemps dans l'environnement pour permettre leur décomposition et leur dispersion naturelles. La teneur

en matières organiques, produits chimiques et autres substances polluantes entraîne un accroissement des coûts de prétraitement de l'eau de boisson. Si aucun prétraitement n'est prévu, cette pollution peut entraîner des problèmes sanitaires ou des coûts plus élevés du fait d'un approvisionnement à partir de sources plus éloignées ou du fait du rationnement (Jouravlev, 2004). Certains de ces coûts supplémentaires ont été chiffrés pour le bassin du Sebou, dans la région de Fès au Maroc (voir encadré 3.2).

Encadré 3.2. **Dégradation de la qualité de l'eau dans le bassin hydrographique du Sebou au Maroc**

La qualité de l'eau du bassin du Sebou au Maroc s'est considérablement détériorée avec la croissance des industries locales, le développement du secteur agricole, l'urbanisation progressive et le manque de contrôle des rejets des uns et des autres. Une nette dégradation a été observée sur la majeure partie du cours d'eau, y compris au point de prélèvement de l'eau de boisson. La qualité de l'eau baisse particulièrement pendant la période de fonctionnement des moulins à huile d'olive, car ceux-ci génèrent une forte pollution. En plus des coûts liés aux besoins supplémentaires d'épuration, les moulins provoquent un doublement saisonnier des prix de l'énergie. L'Office national de l'eau potable (ONEP) rencontre donc d'importants problèmes pour produire dans la région une eau de boisson de qualité suffisante à un prix acceptable.

Ainsi, dans la ville de Fès, l'eau est vendue à 1.76 MAD/m³ (environ 0.21 USD). D'après l'ONEP, les coûts de production supplémentaires atteignent 6 MAD/m³ (0.73 USD), soit 340% du prix de vente. Du fait du caractère saisonnier du phénomène (les moulins à huile fonctionnent essentiellement de novembre à février), il est facile de déterminer les répercussions dues à l'absence d'épuration des eaux usées rejetées par les moulins. Pour autant, il faut garder à l'esprit que c'est la pollution domestique qui exerce la pression la plus forte sur le bassin, la ville de Fès étant à l'origine de 95% des effluents. Les défis à relever dans le bassin du Sebou sont donc multiples.

Source : AESN (2007).

L'eutrophisation peut également perturber l'utilisation de l'eau des lacs et des réservoirs pour la production d'eau. Selon Meybeck *et al.* (1987) et Crouzet *et al.* (1999), les activités d'alimentation en eau et de prétraitement de l'eau du réseau public peuvent notamment se heurter aux problèmes suivants du fait de l'eutrophisation : encrassage des filtres des stations de prétraitement; goûts, odeurs et couleurs indésirables dus aux algues; et présence de toxines rejetées par certaines cyanobactéries.

Ainsi, dans le réservoir de Paldang en Corée, qui fournit de l'eau de boisson à 5.8 millions de ménages de l'agglomération de Séoul, l'eau était devenue de si mauvaise qualité qu'elle ne pouvait plus être utilisée comme eau de boisson en raison des déchets liquides issus du secteur manufacturier et des eaux usées déversées par les élevages. Pour remédier au problème, des règlements plus stricts ont été appliqués au secteur agricole et à l'épuration des effluents industriels. Cho et Kim (2004) ont alors cherché à déterminer ce que la population desservie par le réservoir de Paldang consentirait à payer pour couvrir le coût non négligeable occasionné par ces mesures, et il est apparu que les 5.8 millions de ménages seraient disposés à dépenser environ 1.30 USD en moyenne par mois. Ce montant a été jugé suffisant pour couvrir la totalité du coût de la fourniture d'une eau de meilleure qualité. Bien que l'un des objectifs de l'étude ait été d'« aider les décideurs publics à établir quel serait, d'un point de vue social, le niveau optimal de réduction de la contamination de l'eau en Corée », il convient de noter que la mise en œuvre du plan d'investissement avait déjà commencé au moment où l'analyse coût-bénéfice a été réalisée, ce qui montre que l'étude a plutôt servi à justifier *a posteriori* les investissements, et non à évaluer au préalable les options en présence.

Bénéfices pour l'industrie

L'eau est utilisée dans un grand nombre de processus industriels soit parce qu'elle fait partie des ingrédients, soit parce qu'elle sert dans des opérations intermédiaires telles que la dilution, le refroidissement ou le lavage. Les plus gros consommateurs d'eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) ainsi que les usines de fabrication de papier (AESN, 2007). Certaines industries (industrie du papier et industries alimentaires, par exemple) nécessitent une eau de très bonne qualité pour leurs processus de fabrication (Bingham *et al.*, 2000). En conséquence, une eau polluée par des rejets sans épuration devra être traitée avant utilisation, et les coûts de ce prétraitement diminueront les bénéfices économiques nets associés à l'usage de l'eau prélevée (Dumas et Schuhmann, 2004).

Cela étant, les bénéfices liés à l'épuration des eaux usées pour le secteur industriel ne sont pas très faciles à cerner ni à évaluer, car les industries cherchent souvent à effectuer leurs prélèvements dans des masses d'eau moins polluées, en amont. Lorsque cette pratique engendre des coûts supplémentaires, il devient alors possible de mesurer les bénéfices de l'épuration à l'aune des coûts qu'elle évite. Le fait que ces coûts supplémentaires puissent ou non être évalués dépend donc de la situation locale. De surcroît, la réutilisation industrielle de l'eau et le recyclage interne peuvent atteindre 85 % de la consommation totale pour certains pays et types d'industries, ce qui limite d'autant l'incidence de la qualité de l'eau entrante (AESN, 2007).

Bénéfices pour les activités de pêche commerciale et récréative

L'eau propre favorise le développement des espèces de poisson. Étant entendu que le succès des activités de pêche commerciale est directement lié à la santé du stock d'espèces de poisson exploitables commercialement, la mauvaise qualité de l'eau (qui entraîne une réduction de la teneur en oxygène dissous) peut entraîner une hausse des coûts de la pêche et des prix du poisson (Bingham *et al.*, 2000 ; Dumas et Schuhmann, 2004). Dans leur étude consacrée aux bénéfices que représente l'amélioration de la qualité des eaux destinées aux activités de loisirs, Church *et al.* (2008) affirment qu'une eau de très bonne qualité est essentielle pour les populations de poisson et donc pour les activités de pêche récréative et commerciale⁹. Selon Foster Ingenieria Limitada (2001, cité dans Jouravlev, 2004), la disparition des poissons des cours intermédiaire et inférieur de la rivière Bogotá en Colombie, qui est due à l'accroissement de la pollution résultant des déversements d'eaux usées non épurées, représente une perte annuelle de 1 million USD environ.

En Mer noire, la dégradation de la qualité de l'eau provoquée par l'eutrophisation a conduit à une prolifération des algues. Suite à l'accentuation du déséquilibre de l'écosystème dans les années 70 et 80, on a estimé la quantité de poissons morts à 5 millions de tonnes environ entre 1973 et 1990, soit une perte approximative de 2 milliards USD (AESN, 2007). Hutton *et al.* (2008), qui se sont intéressés aux répercussions des problèmes d'assainissement en Asie du Sud-Est, ont également chiffré l'effet nocif sur la production piscicole du rejet d'eaux ménagères non épurées dans le milieu aquatique.

Le tableau 3.3 indique les pertes économiques liées à la réduction des prises de poissons dans quatre pays du Sud-Est asiatique.

Tableau 3.3. Pertes économiques subies par la production piscicole en raison du manque d'assainissement

	Valeur totale (en millions USD)	Par habitant (en USD)
Cambodge	10.9	0.8
Indonésie	92.0	0.4
Philippines	9.6	0.1
Viet Nam	27.4	0.3

Source : Hutton *et al.* (2008).

Note : ces chiffres sont calculés sur la base du montant des ventes perdues.

Bénéfices pour l'aquaculture

L'aquaculture est tributaire de la qualité de l'eau, indépendamment des espèces choisies. Les poissons, les crustacés et les mollusques ont tous besoin d'eau pour vivre, se nourrir et se développer. La réussite de l'aquaculture repose en grande partie sur la capacité à gérer la qualité de l'eau (Buttner *et al.*, 1993). Ainsi, l'ostréiculture requiert des zones où le risque de contamination par les colibacilles est réduit (voir encadré 3.3).

Encadré 3.3. **Aquaculture à Morlaix (France)**

Pour protéger l'ostréiculture, la ville de Morlaix en Bretagne s'est attelée à la lutte contre les effets dommageables des effluents diffus et non contrôlés des zones urbaines et des activités touristiques. Jusqu'en 1992, ce travail a consisté à réduire le volume des émissions diffuses provenant des eaux usées déversées sans passer par le réseau d'égouts. Résultat, les périodes d'infection accompagnées de concentrations supérieures à 10 000 colibacilles/100 g ont presque disparu. Une amélioration supplémentaire de la qualité de l'eau est intervenue en 1996 grâce à l'augmentation de la capacité de la station d'épuration des eaux usées. Dès lors, on a constaté que les concentrations de colibacilles ne dépassaient pas 1 000/100 g, ce qui diminue fortement le temps nécessaire pour que les huîtres soient rendues propres à la consommation humaine.

Source : AESN (2007).

Dans le cas du port d'Halifax, on estime que l'épuration des eaux usées représenterait des bénéfices économiques compris entre 230 000 et 380 000 USD par an du fait de la réouverture d'élevages conchylicoles (Wilson, 2000).

Répercussions économiques sur le tourisme

La qualité de l'eau est un facteur essentiel pour certaines activités touristiques, et le traitement des eaux usées a donc un rôle à jouer à cet égard (Wilson, 2000). Dans plusieurs pays, le non-respect de certaines normes appliquées aux eaux de baignade entraîne l'interdiction d'utiliser les plages et lacs concernés à des fins de loisirs et influe donc fortement sur l'économie locale du tourisme. Pour remédier au problème, il est possible de traiter les eaux usées afin de réduire la contamination sous forme bactérienne ou autre (AESN, 2007 ; Wilson, 2000).

En Normandie (France), on estime que l'interdiction de la baignade sur 40 % des plages du littoral provoquerait une baisse immédiate de 14 % de l'ensemble des séjours, soit un manque à gagner de 350 millions EUR par an

et la perte potentielle de 2 000 emplois locaux (AESN, 2007). En Mer noire, le secteur du tourisme aurait enregistré une baisse de fréquentation et une perte de chiffre d'affaires par rapport aux prévisions en raison d'un excédent important d'éléments nutritifs. On a évalué qu'en 1995, la perte économique annuelle liée à la désaffection des touristes pour cette région s'élevait à 360 millions USD par tranche de 10% de réduction de la qualité du milieu aquatique local (Roger Aertgaerts, cité dans AESN, 2007).

Bénéfices pour l'agriculture

L'eau polluée par les activités humaines peut devenir impropre à la consommation animale et inutilisable aux fins d'irrigation. Le problème concerne aussi bien les prélèvements effectués dans des masses d'eau polluées que la réutilisation directe des eaux usées. Si l'irrigation au moyen d'eaux usées brutes accroît les risques sanitaires pour la population (en favorisant, par exemple, la propagation de la diarrhée, du choléra, de parasites et d'autres maladies) (Jouravlev, 2004), l'épuration élargit les possibilités d'utilisation de ces eaux pour l'agriculture. La remarque s'applique aux eaux usées traitées, qui peuvent être exploitées directement pour l'irrigation, et aux eaux de surface, dont la qualité augmente du fait du traitement des eaux usées. Ces améliorations peuvent se traduire par une augmentation de la superficie irriguée et des rendements agricoles (grâce aux éléments nutritifs qui restent), et offrir de nouvelles possibilités de commercialisation (par rapport à des produits agricoles irrigués au moyen d'eaux usées non épurées) (Jouravlev, 2004 ; voir aussi El Madani et Strosser, 2008). Si elles sont traitées de manière adéquate, les boues résiduaires peuvent aussi être utilisées dans le secteur agricole (voir chapitre 5.1). Il est possible de mesurer les bénéfices obtenus du fait de la moindre quantité d'engrais nécessaire (Andersen, 2001)¹⁰.

Dans la région méditerranéenne, 30% environ des eaux usées rejetées sont épurées et réutilisées¹¹. Ces eaux sont principalement destinées à irriguer les terres agricoles et les espaces verts. À l'échelle mondiale, la réutilisation des eaux usées offre une solution prometteuse à court terme, car elle permet de répondre de manière efficiente aux besoins de diverses régions où l'eau est rare (AESN, 2007). Pour le bassin du Sebou au Maroc, par exemple, on estime que la mauvaise qualité des masses d'eau de surface réduit la superficie irriguée de 44 400 ha environ, ce qui représente une perte de production de 378.6 millions MAD approximativement (47.3 millions USD) (El Madani et Strosser, 2008).

Le recyclage de certains nutriments présents dans les eaux usées (tels que le phosphore, qui est utilisé comme engrais) peut aussi jouer un rôle important, surtout au vu de l'épuisement des ressources mondiales en phosphore (voir <http://phosphorus.global-connections.nl>, en anglais).

Bénéfices (indirects) pour la production d'énergie

Les processus d'épuration des eaux usées peuvent aussi être utilisés indirectement pour produire de l'énergie. Les produits organiques solides qui résultent de l'épuration des eaux usées produisent du biogaz pendant la digestion anaérobie. Ce biogaz peut être utilisé pour générer de l'électricité sur site (voir aussi section 2.3.1 sur l'emploi du biogaz pour la production d'énergie des ménages dans les pays en développement). Cela étant, la technologie est encore nouvelle. Des développements sont en cours pour raffiner ce biogaz jusqu'à une qualité qui permettrait de l'injecter dans le réseau de gaz naturel (Peng et Peng, 2008). En Suède, un projet pilote est mené depuis 1996 déjà en vue d'utiliser le biogaz produit pendant les processus d'épuration des eaux usées comme carburant automobile (Energie-Cités 1999). La température moyenne des eaux usées, qui est de 15 °C environ, constitue une deuxième source d'énergie potentielle. Des technologies économiques d'échange thermique permettent d'extraire une partie de cette chaleur afin de s'en servir comme source d'appoint dans un système de chauffage collectif centralisé.

Bénéfices pour l'économie nationale

En dehors des bénéfices économiques procurés aux différentes entreprises et aux différents secteurs, Jouravlev (2004) affirme que la pollution liée aux rejets d'eaux usées non traitées altère la compétitivité nationale, car l'accès aux marchés externes dépend de plus en plus des normes environnementales appliquées dans le pays d'origine des produits. Ces normes donnent lieu à un nombre croissant de différents, considérées comme des obstacles non tarifaires au commerce international. Jouravlev cite l'exemple du Pérou, dont les exportations de produits halieutiques ont enregistré des pertes supérieures à 700 millions USD en raison d'une épidémie de choléra en 1991 (OMS, 1999, cité dans Jouravlev, 2004).

Les restrictions imposées à son entrée sur les marchés extérieurs ont été l'un des facteurs qui ont poussé le Chili à entreprendre un ambitieux programme d'investissement dans l'épuration des eaux usées, car l'irrigation réalisée au moyen d'eaux usées non traitées était considérée comme un frein aux exportations de produits agricoles chiliens. Les investissements nécessaires, qui s'élevaient à 2 milliards USD environ, ont été financés par une combinaison de fonds publics et privés, les compagnies des eaux ayant été privatisées par l'intermédiaire de la vente de leurs actifs. En 2004, toutes les compagnies des eaux et les sociétés d'assainissement du pays avaient été privatisées et la couverture de l'épuration des eaux usées avait progressé de 8 % en 1989 à 71 % en 2003, et il était prévu qu'elle dépasse 98 % en 2010. À Santiago du Chili, les tarifs ont augmenté de 25 % en raison des investissements (différentes sources, citées dans Jouravlev, 2004).

3.2.4 Autres bénéfiques

Les bénéfiques liés à l'épuration des eaux usées ne se limitent pas aux secteurs de la santé et de l'environnement et à d'autres secteurs économiques, mais les autres bénéfiques sont plus difficiles à cerner.

Les milieux aquatiques ont une valeur esthétique qui peut pâtir d'une variation du niveau ou de la qualité de l'eau. Le plaisir qu'offre la vue sur un plan d'eau et ses abords peut être en partie gâché par des produits chimiques qui nuisent aux organismes aquatiques ou encore par l'eutrophisation qui transforme l'ensemble de l'écosystème aquatique (Bingham *et al.*, 2000). Les bénéfiques esthétiques sont donc directement liés à ceux provenant des activités de loisirs qui se déroulent à proximité de masses d'eau, telles que la randonnée, les pique-niques ou la photographie (Carson et Mitchell, 1993), mais aussi, par exemple, l'observation des oiseaux, qui profite de la qualité de l'eau à double titre, d'une part pour des raisons esthétiques et de l'autre parce qu'elle accroît la population d'oiseaux (Church *et al.*, 2008).

Différentes activités de loisirs liées à l'eau sont perturbées par la pollution. On citera notamment les usages de l'eau dans son milieu, comme la natation, la navigation ou la pêche (voir plus haut), ou encore la chasse et la cueillette de plantes. L'épuration des eaux usées peut notamment permettre d'éliminer les infestations par des agents pathogènes (cyanobactéries toxiques, par exemple) qui pourraient interdire la pratique de la natation ou d'autres activités de loisirs impliquant un contact direct avec l'eau (Bingham *et al.*, 2000; Crouzet *et al.*, 1999).

Bingham *et al.* (2000; voir aussi section 3.2 pour les bénéfiques cumulés) ont estimé la valeur de différents bénéfiques récréatifs obtenus dans l'ensemble des États-Unis à travers le renforcement de la lutte contre la pollution de l'eau à la source, y compris au moyen de l'épuration des eaux usées. L'étude a permis de constater que les effets favorables dus à l'amélioration de la qualité de l'eau représentaient par an entre 3.4 et 9.8 millions USD pour les croisières, entre 0.4 et 1.4 million USD pour la navigation de plaisance et entre 9.1 et 46.5 millions USD pour l'observation de la faune et de la flore sauvages.

Cela étant, tous les polluants de l'eau n'influent pas sur les loisirs nautiques d'égale manière. C'est surtout la limpidité qui sert de critère aux personnes qui utilisent l'eau à des fins de loisirs, mais aussi l'odeur ou la concentration d'algues (Church *et al.*, 2008; Crouzet *et al.*, 1999). Tous ces facteurs sont influencés par l'épuration des eaux usées qui réduit les quantités de sédiments présents dans les écosystèmes aquatiques et le risque d'eutrophisation.

Bénéfices pour les propriétaires de biens immobiliers. La valeur immobilière des biens situés aux abords de masses d'eau augmente quand la qualité de celles-ci est garantie par l'épuration des eaux usées (Dumas et Schuhmann, 2004). Ce traitement diminue également les mauvaises

odeurs et améliore la qualité des eaux souterraines (Jouravlev, 2004). Wilson (2000) cite plusieurs études qui ont démontré que le prix de l'immobilier croissait avec la qualité de l'eau. À proximité des zones ayant bénéficié d'une amélioration de la qualité de l'eau, on a constaté que la valeur des biens immobiliers était de 11 à 18 % supérieure à celle de biens qui se trouvaient près d'une eau de mauvaise qualité.

Bénéfices propres aux zones humides artificielles. Parallèlement aux bénéfices qu'offre leur fonction d'épuration des eaux usées, les zones humides artificielles présentent d'autres atouts qui leur sont propres, en particulier la fourniture d'un habitat, avec la biodiversité qui lui est associée. Kazmierczak (2001) s'est intéressé à la valeur économique des services liés à la qualité de l'eau, assurés par 12 zones humides artificielles différentes. Les valeurs qu'il a obtenues étaient comprises entre 2.85 USD/acre/an et 5 673.80 USD/acre/an (avec une valeur moyenne et une valeur médiane de 825.04 USD/acre/an et 210.93 USD/acre/an, respectivement)¹². La situation géographique et les exigences de qualité des utilisateurs sont les facteurs les plus importants expliquant ces grandes différences de valeur. En règle générale, il faut garder à l'esprit que la fonction d'épuration des zones humides ne peut se voir attribuer une valeur que lorsque celles-ci sont aménagées à proximité de zones urbaines ou de zones de rejets industriels.

3.2.5 Valeurs cumulées des bénéfiques

Rares sont les études fournissant des valeurs cumulées des bénéfiques procurés par l'épuration des eaux usées. L'une d'elles a cherché à quantifier les effets dommageables du déversement d'eaux usées non traitées dans la rivière Bogotá en Colombie (voir tableau 3.4). Le coût annuel associé à l'absence d'épuration a été estimé à 110 millions USD environ, y compris des dégâts économiques considérables dans différents secteurs.

Tableau 3.4. **Répercussions économiques de la pollution de la rivière Bogotá qu'entraîne le déversement d'eaux usées non traitées**

Type de répercussions	Évaluation	Pourcentage
Répercussions sur la valeur foncière. La réduction des mauvaises odeurs, l'amélioration de la qualité des eaux souterraines et d'autres effets associés à la lutte contre la pollution de l'eau entraîneraient une augmentation de la valeur des terres.	61 millions USD/an	55 %
Répercussions sur la production agricole. L'utilisation de l'eau contaminée prélevée dans la rivière et ses affluents aux fins d'irrigation a des effets très nuisibles sur la qualité des aliments produits. Si une eau de qualité acceptable était disponible, la superficie irriguée pourrait être étendue et la qualité des produits agricoles serait améliorée.	35 millions USD/an	32 %

Tableau 3.4. **Répercussions économiques de la pollution de la rivière Bogotá qu'entraîne le déversement d'eaux usées non traitées** (suite)

Type de répercussions	Évaluation	Pourcentage
Répercussions sur les services publics communaux. L'amélioration de la qualité de l'eau de la rivière pourrait permettre à certaines communautés d'utiliser celle-ci comme source d'approvisionnement de leurs systèmes de distribution. Le bénéfice serait alors équivalent à la réduction connexe des coûts d'approvisionnement en eau, à laquelle s'ajouteraient la diminution du rationnement et la baisse des coûts de prétraitement supportés par les communautés ne disposant pas d'autres sources.	9 millions USD/an	8 %
Répercussions sur la santé de la population exposée directement. Les personnes qui vivent près de la rivière et du cours inférieur de ses affluents urbains sont exposées aux polluants contenus dans l'eau de différentes façons : <i>i</i>) consommation d'une eau non traitée ; <i>ii</i>) consommation d'aliments produits avec de l'eau d'irrigation contaminée ou issus d'élevage utilisant de l'eau contaminée ; <i>iii</i>) contact physique direct au cours d'activités de loisirs, de baignades ou d'activités professionnelles ; et <i>iv</i>) transfert de micro-organismes pathogènes dans les zones d'habitation par les mouches et moustiques se développant dans l'eau polluée.	4 millions USD/an	4 %
Répercussions sur la sédimentation du lit de la rivière et des lacs. Le déversement d'eaux résiduelles chargées en éléments solides accroît la sédimentation. Ce phénomène augmente les coûts du dragage/curage de la rivière et du réservoir Muña, et ralentit le drainage naturel des eaux vers la rivière, dès lors que le niveau du lit de celle-ci s'élève à cause de la sédimentation progressive. De plus, cette élévation du lit de la rivière a rendu nécessaire la construction de digues sur les berges du cours d'eau.	1 million USD/an	1 %
Répercussions sur la pêche. Par le passé, la rivière Bogotá et ses affluents étaient riches en poissons. Du fait de l'augmentation de la pollution, les poissons ont disparu des cours intermédiaires et inférieurs de la rivière, et se trouvent uniquement dans les eaux tumultueuses situées en altitude qui ne sont pas polluées et dans certains réservoirs ou lagons.	Un peu moins de 1 million USD/an	1 %
Total	~ 111 millions USD/an	100 %

Source : texte adapté de Foster Ingenieria Limitada (2001), cité dans Jouravlev (2004).

Note : la valeur totale ne comprend pas l'ensemble des dégâts causés par la pollution. Elle ne tient notamment pas compte des effets suivants : *i*) répercussions sanitaires sur la population exposée indirectement ; *ii*) répercussions sur les coûts de fonctionnement et de maintenance des centrales hydroélectriques construites sur le cours de la rivière ; *iii*) répercussions sur la biodiversité benthique et celle de l'avifaune ; et *iv*) répercussions sur le paysage et les odeurs aux abords de la rivière.

Notes

1. Cette section porte essentiellement sur l'épuration des eaux usées. Les méthodes employées pour collecter et stocker les excréments humains au moyen de systèmes d'assainissement sur place sont décrites à la section 2, consacrée à la fourniture de l'accès aux services d'assainissement.
2. David Lloyd Owen, présentation effectuée à l'occasion de la réunion d'experts de l'OCDE sur l'économie et le financement de l'eau, le 15 mars 2010 à Paris.
3. WaterAid (à paraître).
4. David Lloyd Owen, *ibid.*
5. Les bénéfiques hors usage profitent aux personnes qu'elles aient ou non une interaction directe avec l'eau.
6. Le fait de traiter les eaux usées, et donc de réduire la sédimentation associée, diminue également les coûts de dragage/curage des cours d'eau et des réservoirs, et assure un drainage naturel (qui se fait mal si le lit des cours d'eau est trop haut du fait de la sédimentation [Jouravlev 2004]).
7. En règle générale, il faut tenir compte du fait que moins de la moitié de la teneur en azote des eaux de surface provient des eaux usées. Cela étant, les effluents contiennent aussi de l'azote sous forme d'ammonium, lequel est particulièrement nocif pour le milieu aquatique (Crouzet *et al.*, 1999).
8. Toutefois, le montant total ainsi obtenu est insuffisant pour investir dans l'épuration de 100 % des eaux usées produites par la commune. Les contraintes budgétaires signifient qu'il faut rechercher d'autres sources de financement (Birol *et al.*, 2009).
9. Hutton *et al.* (2008) indiquent également que la forte teneur en éléments nutritifs des eaux usées peut aussi favoriser les productions piscicole et agricole. Il convient toutefois de réaliser un dosage prudent et de limiter la présence d'autres polluants nocifs, en particulier les agents pathogènes.
10. Les eaux usées non traitées ont une certaine valeur, car elles contiennent des substances nutritives et diminuent la quantité d'engrais nécessaire. Pour autant, l'apport nutritif doit être limité, et la présence d'autres polluants nocifs, notamment les agents pathogènes ou les métaux lourds, est susceptible de freiner l'utilisation sans épuration préalable des eaux usées (Silva-Ochoa et Scott, *après* 2001).
11. C'est également le cas dans certains pays très arides comme le Qatar (AESN, 2007).
12. Toutes les valeurs sont exprimées en dollar de 2000.

Chapitre 4

Gestion durable de l'offre et de la demande d'eau

Pour fiabiliser et pérenniser la fourniture des services d'approvisionnement en eau, il est essentiel que la matière première, l'eau pure, soit protégée et gérée de manière appropriée. Cette question va se poser avec une acuité croissante compte tenu de la menace de changement climatique, aussi bien dans les pays développés que dans ceux en développement, même si ces derniers risquent d'être davantage exposés à une irrégularité des pluies et à une pénurie généralisée. Selon les prévisions du rapport Stern (Stern, 2007), une augmentation de 2 °C de la température mondiale entraînera des déficits d'eau croissants pour un à quatre milliards d'êtres humains, principalement en Afrique, au Moyen-Orient, en Europe méridionale et dans certaines parties d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale. En Asie du Sud et en Asie de l'Est, à l'inverse, un à cinq milliards de personnes pourraient recevoir davantage d'eau. Cependant, comme la plus grande partie de l'eau supplémentaire arrivera pendant la saison humide, il leur faudra une capacité de stockage suffisante pour éviter d'en manquer pendant la saison sèche.

Même si l'eau consommée par les collectivités ne représente qu'une petite partie du total (l'agriculture se taillant la part du lion) et même si la loi privilégie la consommation humaine par rapport à d'autres utilisations moins essentielles, les croissances démographique et économique soutenues, la raréfaction de l'eau et l'imprévisibilité croissante du régime pluviométrique vont attiser la concurrence autour de cette ressource.

L'eau de boisson étant l'utilisation prioritaire, les fournisseurs de services d'eau et d'assainissement (SEA) sont généralement en position de force pour influencer sur les décisions relatives à la gestion des ressources hydriques. En outre, dans les pays ou bassins hydrographiques qui connaissent de graves pénuries d'eau, les prélèvements destinés à des usages communaux ont été un moteur fondamental d'investissement dans des projets de dérivation à partir de sources éloignées. Le State Water Project en Californie, par exemple, est un système de stockage et de distribution qui fournit de l'eau à 23 millions de Californiens (Gouvernement de Californie, 2010). L'adduction

principale parcourt une distance de 715 km, entre le nord du bassin du fleuve Sacramento et des zones déficitaires des régions du centre et du sud de l'état (Frederiksen, n. d.). Dans la ville d'Amman, en Jordanie, une pénurie d'eau extrême a conduit à un programme de rationnement strict, qui prévoit de n'alimenter les ménages en eau qu'une ou deux fois par semaine (Denny *et al.*, 2008).

Ce chapitre s'intéresse aux bénéfices découlant des investissements réalisés pour atteindre deux objectifs principaux :

- ***protéger la qualité de la ressource***, un objectif lié aux investissements dans l'épuration des eaux usées examinés au chapitre 3, car les bénéfices procurés par la protection des sources et le traitement des eaux usées se ressentent en termes de diminution des coûts de traitement préalable au niveau de la prise d'eau ;
- ***gérer l'offre et la demande d'eau de manière fiable et au moindre coût***, de manière à assurer un approvisionnement continu et sûr des usagers et à réduire autant que possible les effets nocifs sur d'autres types d'utilisations (agriculture ou environnement, par exemple). Les investissements examinés dans cette section comprennent ceux destinés à augmenter l'offre ainsi que ceux visant à gérer la demande et à diminuer les fuites dans le système.

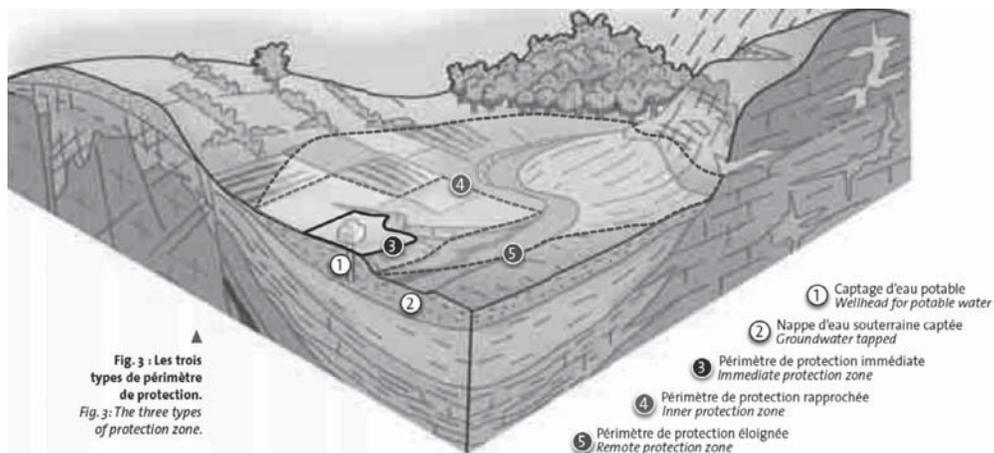
4.1 Protection de la qualité de la ressource

La section qui suit s'intéresse à la protection des captages d'eau et à son rôle pour assurer une qualité adéquate de l'eau. Les interventions décrites sont notamment les périmètres de protection, les accords volontaires et la réglementation. Les bénéfices qui en découlent comprennent par exemple la diminution des besoins (et du coût) de traitement en aval.

4.1.1 Investissements destinés à protéger les ressources hydriques

Périmètres de protection des captages d'eau. La protection des captages d'eau inclut les mesures préventives, procédures et installations visant à éviter ou à diminuer les atteintes à l'intégrité environnementale des aires de drainage alimentant les captages, telles que des retenues ou des bassins. Dans certains cas, il est nécessaire d'y interdire toute activité économique pour prévenir les risques de pollution. Dans d'autres, les pratiques des acteurs économiques doivent être adaptées (passage à l'agriculture biologique, sans pesticides, par exemple). Selon le niveau de protection, différents périmètres, nécessitant différentes adaptations, peuvent être définis ou prévus par la loi. En France, par exemple, la loi spécifie trois périmètres de protection, correspondant à trois niveaux de protection, autour de chaque point de prélèvement d'eau (voir figure 4.1).

Figure 4.1. Les trois types de périmètres de protection (France)



Source : BRGM (après 2006).

Le concept de périmètre de protection figure également dans la législation européenne (dans la Directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et dans la Directive-cadre sur l'eau) et est préconisé par l'OMS lorsqu'on cherche à planifier la salubrité de l'eau. Bien que la protection des ressources en eau engendre des bénéfices, elle a aussi un coût, qui dépend des conditions hydrologiques locales et des activités économiques exercées dans le périmètre de protection.

Accords volontaires. Des études et recherches récentes ont mis en évidence la diversité des mécanismes institutionnels adoptés pour gérer les périmètres de protection des captages d'eau. Elles soulignent en particulier des cas où des accords contractuels volontaires ont été conclus entre des usagers (principalement des particuliers)/des compagnies des eaux et des agriculteurs acceptant d'adapter leurs pratiques agricoles pour limiter la pollution diffuse de ressources hydriques de grande valeur.

Au Royaume-Uni, par exemple, un projet a été lancé pour déterminer comment informer les agriculteurs des effets de l'utilisation de pesticides sur l'environnement et leur apporter un appui en déterminant les meilleures méthodes de réduction des niveaux de pesticides dans l'eau. Six captages ont été sélectionnés en vue d'un essai, sur la base de critères hydrologiques et agronomiques. Chaque captage avait sa propre équipe de gestion, dirigée par un agriculteur et incluant toutes les parties prenantes locales. La qualité de l'eau a été régulièrement testée pour vérifier l'efficacité des mesures prises. Les premiers résultats font état de réductions de 60% des niveaux de pesticides

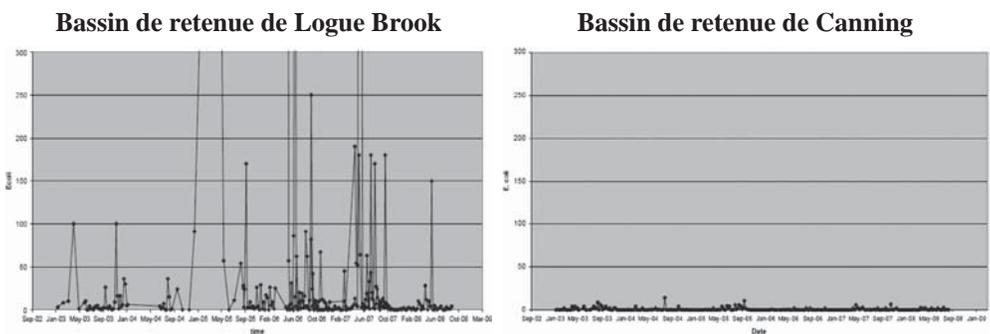
dans certains captages. Les messages clés dégagés pour assurer le succès d'une telle expérience (The Voluntary Initiative, 2005) étaient notamment les suivants :

- L'adoption d'une approche « conduite par les agriculteurs » et l'intervention au niveau des captages locaux sont fondamentales pour obtenir des résultats appropriés.
- La mise en œuvre d'un programme parallèle avec des usagers non agriculteurs (des collectivités locales, par exemple), et l'appui de l'État sont essentiels.
- Un programme volontaire doit s'inscrire dans une stratégie plus large, comprenant un juste dosage d'incitations réglementaires et financières.
- Il est plus efficace d'expliquer clairement le problème et ses liens avec l'utilisation de produits phytosanitaires agricoles, et de véhiculer des messages positifs sur l'existence de solutions simples et peu coûteuses, en les associant à des conseils pratiques et à une assistance, que d'envoyer des messages négatifs, tels que la menace d'une taxe sur les pesticides.

Réglementation. La protection des captages d'eau peut également être assurée par la réglementation, et pas uniquement dans le domaine de l'agriculture, mais aussi en matière d'urbanisation et d'activités de loisirs.

Les graphiques de la figure 4.2 illustrent la manière dont les activités de loisirs exercées dans les bassins hydrographiques peuvent influencer sur la qualité de l'eau et les activités microbiologiques.

Figure 4.2. Taux d'*Escherichia coli* dans les bassins de retenue d'Australie-Occidentale



Note : Le taux *Escherichia coli* est un indicateur de la contamination de l'eau avec des matières fécales et donc de la potabilité de l'eau.

Source : Gouvernement d'Australie-Occidentale (2009).

Le bassin de retenue de Logue Brook (graphique de gauche), où les activités de loisirs sont autorisées, présentait des taux d'*Escherichia coli* beaucoup plus élevés que celui de Canning (graphique de droite), où ces activités sont interdites. Les dispositions légales peuvent non seulement autoriser ou interdire des activités données, mais aussi définir, par exemple, des concentrations maximales autorisées de certaines substances dans les différentes masses d'eau.

4.1.2 Bénéfices liés à la protection des ressources hydriques

La protection des captages et la réduction de la pollution susceptible d'atteindre les ressources en eau procurent aux consommateurs finals des bénéfices similaires à ceux de l'accès à une eau salubre, décrits au chapitre 2, tels que la réduction ou l'évitement des coûts liés aux problèmes de santé et aux maladies.

Protéger les ressources hydriques directement à la source en limitant la pollution au niveau des captages offre aussi des bénéfices indirects, tels que des économies (de coûts d'investissement et de traitement). De plus en plus, les pays prennent conscience de l'utilité d'aborder la gestion des ressources en eau à l'échelle d'un bassin ou d'un bassin hydrographique, en tenant compte du fait qu'il est généralement moins onéreux de diminuer la pollution à la source que de traiter l'eau avant de la distribuer aux consommateurs.

Encadré 4.1. Protection des captages d'eau de New York (États Unis)

Le cas le plus célèbre d'avantages liés à la protection des captages d'eau vient de New York. Une nouvelle réglementation relative à l'eau de boisson exigeait des compagnies des eaux qu'elles filtrent leurs approvisionnements en eau de surface, à moins de pouvoir prouver qu'elles avaient pris d'autres mesures, y compris des mesures de protection des bassins hydrographiques, pour éviter une pollution dangereuse de l'eau. Face au choix qui s'offrait entre la fourniture d'une eau propre grâce à une nouvelle station de purification, et la gestion du bassin versant, la ville de New York est arrivée à la conclusion que cette dernière solution était la plus efficace par rapport à son coût. Alors que le coût de la nouvelle station de purification était évalué entre 6 et 8 milliards USD, on estimait que les efforts de protection du bassin hydrographique, y compris l'acquisition des terrains stratégiques pour le protéger et diverses autres mesures destinées à réduire les sources de contamination, coûteraient seulement 1.5 milliard USD environ, soit quatre à cinq fois moins ! La ville de New York a donc opté pour la seconde solution, qui privilégiait l'investissement dans le capital naturel plutôt que dans la construction d'installations.

Source : Salzman (2005).

En Allemagne et aux Pays-Bas, la loi prévoit un dédommagement des agriculteurs qui respectent des règles plus strictes dans les bassins hydrographiques. Cela étant, il semble que ces dispositions aient eu une efficacité limitée en termes de prévention de la pollution des eaux (Heinz *et al.*, 2002), à la différence des accords volontaires. Ceux-ci sont jugés plus efficaces pour réduire la pollution agricole, même si, très souvent, il faut attendre de nombreuses années avant de constater de réelles améliorations de la qualité de l'eau, en raison des conditions géologiques.

Les accords de coopération réduisent efficacement le coût global de mise en conformité avec les normes de qualité définies pour l'eau de boisson, car ils ciblent un captage donné (Heinz *et al.*, 2002). À Portland dans l'Oregon, à Portland dans le Maine et à Seattle dans l'État de Washington, par exemple, on a estimé que chaque USD investi dans la protection des bassins hydrographiques était susceptible d'entraîner une réduction du coût de nouvelles installations de traitement et de filtrage de l'eau comprise entre 7.50 USD et 200 USD (Emerton et Bos, 2004).

4.2 Équilibrage de l'offre et de la demande d'eau

Pour assurer à tout moment un approvisionnement fiable en eau, il convient d'équilibrer l'offre et la demande, ce qui nécessite, d'un côté comme de l'autre, des investissements sur les long et court termes, surtout en cas de pénurie. Les investissements dans ces différents aspects ne doivent pas être considérés indépendamment, mais au contraire être inclus dans un ensemble efficace d'options (Griffin, 2000). En particulier, ceux qui visent à réguler l'offre d'eau à long terme (investissements dans les prélèvements d'eau, par exemple), ainsi que les propositions d'autres solutions d'approvisionnement, permettant de pallier les pénuries à court terme, sont essentiels à la fourniture d'un accès fiable à l'eau.

Côté demande, la réduction des fuites, la mise en place d'incitations tarifaires, l'usage d'appareils économisant l'eau et les campagnes d'éducation sont des outils efficaces. Pour donner une idée des effets potentiels de la gestion de la demande d'eau, un rapport de la Commission européenne (Dworak *et al.*, 2007) indique qu'en ce qui concerne le réseau public de distribution d'eau (ménages, secteur public et petites entreprises), une réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation et l'usage de dispositifs d'économie d'eau et d'appareils domestiques plus efficaces seraient susceptibles d'entraîner une baisse de la consommation pouvant aller jusqu'à 50 %. Ces technologies économes en eau, outre qu'elles sont simples à lancer et à mettre en œuvre, offrent aussi un temps court de retour des investissements, ce qui facilite encore leur adoption. L'application des mesures mentionnées ci-dessus permettrait de faire passer la consommation d'eau de 150 litres/personne/jour (moyenne de

l'UE) à seulement 80 litres/personne/jour. Une réduction similaire pourrait être opérée dans le réseau public de distribution d'eau, conduisant à des économies potentielles estimées à 33 % des prélèvements actuels.

Les bénéfices liés à la fiabilité de l'offre comprennent, par exemple, une augmentation du niveau de vie, une diminution de la capacité de stockage nécessaire au niveau des ménages et la possibilité d'assurer la continuité des processus de production industrielle. Si les bénéfices découlant de l'amélioration et de la diversification des technologies de prélèvement et de stockage de l'eau sont reconnus, leurs possibles effets nocifs sur le plan social et environnemental doivent également l'être à leur juste valeur. Dans de nombreux cas, les effets indésirables de certaines solutions de rechange pour l'approvisionnement en eau pourraient être évités avec une meilleure gestion de la demande et des ressources.

Dans la suite de cette section, nous allons d'abord nous intéresser aux investissements et bénéfices liés à la régulation de l'offre, puis à ceux découlant de la gestion de la demande d'eau.

4.2.1 Investissements destinés à assurer un approvisionnement fiable en eau

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la fiabilité de l'approvisionnement en eau dépend de la source (prélèvement dans les eaux de surface ou extraction d'eau souterraine) ainsi que de la capacité de stockage. Si le manque d'eau se fait sentir de façon structurelle (dans les zones exposées aux sécheresses, par exemple), d'autres solutions, telles que le dessalement, peuvent être envisagées. Il est également possible, pour équilibrer l'offre et la demande d'eau, d'élaborer et de mettre en œuvre des plans de gestion des sécheresses.

Prélèvements d'eau. Selon la source, l'eau est prélevée soit dans des eaux de surface, soit dans des eaux souterraines, grâce à des prises d'eau en rivière ou à des puits, respectivement. Si les eaux de surface peuvent être considérées comme une ressource renouvelable, les eaux souterraines ont un statut plus ambigu. La réalimentation est assez rapide pour certaines nappes, mais peut demander des millénaires pour d'autres, qui de ce fait s'apparentent davantage aux dépôts de minéraux ou aux combustibles fossiles.

Stockage de l'eau pour compenser la variabilité naturelle. La variabilité du débit des cours d'eau, d'une année sur l'autre ou au cours d'une même année, est un facteur qui limite l'utilisation de l'eau. Des prélèvements trop importants peuvent aggraver cette variabilité et avoir des répercussions sur les écosystèmes. Pour stabiliser l'approvisionnement en eau dans le temps, il est nécessaire de recourir au stockage. Selon la durée, les volumes concernés et les objectifs, ce stockage peut être effectué dans des châteaux d'eau ou des réservoirs/bassins de retenue.

La réalimentation de nappes d'eau souterraines peut remplacer un stockage d'eau en surface. Diverses techniques (Tuinhof et Heederik, 2003) permettent de recharger intentionnellement une nappe aquifère¹ (Dillon, 2004), parmi lesquelles le stockage et la récupération en nappe aquifère (injection d'eau dans un puits en vue de son stockage et récupération de la ressource à l'aide du même puits) ou les bassins d'infiltration (bassins construits à l'écart des rivières et alimentés par dérivation de l'eau de surface qu'on laisse s'infiltrer dans l'aquifère à nappe libre qui se situe au-dessous). Pour des volumes d'eau peu importants, la réalimentation de nappes aquifères peut être plus économique que la construction de barrages d'accumulation, susceptibles d'entraîner de fortes pertes par évaporation dans les pays arides.

Autres solutions d'approvisionnement en eau. De nombreuses solutions de remplacement ont été élaborées dans différentes régions du monde. Citons notamment :

- le dessalement, méthode de traitement spécifique utilisée pour éliminer les minéraux dissous et les sels minéraux (déméralisation) de l'eau d'alimentation (eau saumâtre ou eau salée, de mer principalement) et transformer celle-ci en eau douce pour les besoins domestiques, agricoles (irrigation) et industriels ;
- la réutilisation des effluents traités, qui consiste à fournir l'eau épurée aux consommateurs par un réseau de distribution, sans incorporation préalable dans un cours d'eau ou un lac naturels ou dans une nappe d'eau souterraine ;
- la réutilisation indirecte des eaux usées, par mélange des eaux usées épurées à une autre source d'eau avant réutilisation ;
- la récupération des eaux de pluie, c'est-à-dire la collecte, la dérivation et le stockage des eaux pluviales à partir d'une surface (généralement des toits ou une autre zone de captage en surface) pour une utilisation immédiate ou future.

Plans de gestion des sécheresses. Ces plans visent à utiliser les infrastructures de l'eau décrites ci-dessus (puits, bassins de retenue, etc.) avec une efficacité optimale durant les périodes de sécheresse². Ils permettent de prévoir les sécheresses et sont conçus pour gérer les écarts entre l'offre et la demande d'eau à l'aide de mesures de rationnement. La prise en charge des sécheresses s'effectue par :

- la gestion des situations d'urgence (crises), qui nécessitent d'utiliser des ressources exceptionnelles ;
- un cadre de planification général qui prend en compte le risque existant et inscrit la gestion des sécheresses dans une approche à long terme.

Les plans de gestion des sécheresses ne sont pas courants, car les pays touchés par ces phénomènes limitent généralement leurs ripostes à des interventions d'urgence. En outre, il est rare que les stratégies et la planification générales soient utilisées pour atténuer les répercussions environnementales, économiques et sociales des sécheresses.

Encadré 4.2. **Plan de gestion des sécheresses de la ville de Louisville dans le Colorado (États Unis)**

La ville de Louisville dans le Colorado connaît des sécheresses d'intensité variable à l'occasion de variations météorologiques normales. La ville a élaboré un plan de gestion qui définit à l'avance des interventions générales aux différents niveaux de sécheresse et sert ainsi de guide à l'action publique lors de ces périodes. Quatre niveaux de sécheresse, de modérée à extrême, ont été établis, avec les cibles correspondantes de réduction de l'utilisation d'eau (de 0-10% à 50%). Selon la gravité de la situation, des mesures différentes sont prévues pour diminuer la consommation d'eau. Elles vont de recommandations en grande partie facultatives à l'interdiction de toute utilisation d'eau en extérieur, interdiction associée à une majoration des tarifs de l'eau pour cause de sécheresse.

Source : ville de Louisville (2004).

4.2.2 Bénéfices liés à l'amélioration de la fiabilité de l'approvisionnement en eau

Le degré de certitude de la fourniture d'eau est un facteur important qui influe sur le consentement à payer pour ce service (Young, 1996). La fiabilité de l'approvisionnement peut varier d'un jour ou d'une semaine à l'autre, ou selon les saisons. Une plus grande fiabilité évite avant tout aux ménages d'avoir à stocker de l'eau pour faire face aux pénuries et entraîne des économies d'espace et de matériaux, et donc des réductions de coût. Les autres bénéfices pour les consommateurs sont un sentiment de confiance quant à la disponibilité de l'eau et un plus grand confort.

Les évaluations contingentes peuvent être très utiles pour estimer le prix attaché par les particuliers à cette fiabilité. En particulier, Baraket et Chamberlin (1994) ont montré que les consommateurs sont plus enclins à payer davantage quand cette augmentation permet d'éviter des pénuries rares et de grande ampleur plutôt que des pénuries fréquentes et limitées. Ils ont constaté que, pour éviter une diminution de l'alimentation en eau pendant un an à la fréquence estimée d'une fois tous les dix ans, la moyenne mensuelle du consentement à payer des ménages variait entre 11.63 USD et 16.92 USD selon que la réduction prévue était de 10% ou de 50%.

Mais, comme l'ont souligné Brozovic *et al.* (2007), les évaluations contingentes considérées collectivement suggèrent que la gravité, la durée et la fréquence des déficits d'alimentation en eau et l'appréciation de ces facteurs par les consommateurs ne varient pas au même rythme. La construction de fonctions de la demande d'eau des particuliers permet également d'estimer le consentement à payer. En utilisant cette méthode, Brozovic *et al.* (2007) ont estimé qu'un séisme de magnitude 7.9 sur la faille de San Andreas pourrait entraîner 279 millions USD de pertes de bien-être chez les consommateurs privés pour une interruption de 60 jours de l'alimentation en eau, avant reprise du fonctionnement normal des services. Ce montant peut paraître très élevé, mais il doit être mis en parallèle avec les 14.4 milliards USD de pertes estimées pour les entreprises en raison de l'interruption des services d'eau. En effet, la fiabilité de l'approvisionnement en eau est également un paramètre important pour les activités économiques (industrielles, mais aussi agricoles et tertiaires) qui utilisent cette ressource dans leurs processus (eau glacée, par exemple) ou comme intrant non substituable (ou substituable à un coût important).

Parallèlement au stockage pour les besoins en eau de boisson, les bassins de retenue sont souvent utilisés à d'autres fins, telles que l'irrigation, les activités de loisirs ou la production d'hydroélectricité, et procurent dans chaque cas des bénéfices supplémentaires, quoique indirects. L'hydroélectricité, notamment, présente un intérêt substantiel pour la société en fournissant une énergie renouvelable qui permet de satisfaire les besoins en période de pointe. Toutefois, les bassins de retenue et les réservoirs sont souvent décriés en raison de leurs effets préjudiciables sur le débit des cours d'eau. Pourtant, s'ils sont gérés de manière durable, ils peuvent améliorer le débit de base des cours d'eau au bénéfice des écosystèmes aquatiques en aval et des utilisations d'eau connexes.

4.2.3 Investissements destinés à gérer la demande d'eau

La demande d'eau doit être soigneusement gérée, non seulement lorsqu'il est nécessaire de réduire une consommation élevée, mais également s'il existe une demande non satisfaite, et qu'il est donc probable qu'une pression supplémentaire s'exercera dans l'avenir sur la ressource. Différentes mesures permettent cette gestion, notamment :

- des mesures techniques, telles que des dispositifs économiseurs, des compteurs, des systèmes de réutilisation, etc. ;
- des instruments économiques, tels que la tarification, les redevances et taxes de prélèvement, et de nouveaux mécanismes de répartition ;
- des changements institutionnels, comme de nouveaux droits sur l'eau, de nouvelles structures organisationnelles ;
- des mesures d'information, en particulier des campagnes de sensibilisation du public ou des campagnes d'information dans les écoles ;

- des changements de réglementation, avec la définition de nouvelles limites de prélèvement ou de nouveaux seuils de débit des cours d'eau.

Les sous-sections qui suivent s'intéressent à la réduction des fuites et aux dispositifs permettant d'économiser l'eau (deux mesures techniques), à la sensibilisation du public (mesure d'information) et à l'introduction de réformes de la tarification (mesure économique).

Lutte contre les fuites

Les fuites sur les réseaux de distribution d'eau, qu'elles soient dues à un mauvais état des canalisations ou à des raccordements illégaux, préoccupent de plus en plus les pays développés et en développement. Leur niveau est resté très élevé par exemple dans tous les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale (EOCAC) et a même augmenté dans certains cas ces dernières années. En Géorgie et en République de Moldova, les taux de fuite sont passés d'environ 30 % en 1998 à 45 % en 2003 ; ils se sont maintenus à des niveaux importants, entre 50 et 70 %, en Arménie et au Kirghizistan. Le taux de référence international considéré comme étant de « bonne pratique » en matière de fuites sur les réseaux de distribution d'eau est d'environ 20 % (OCDE, 2006). Toutefois, il n'est pas atteint dans tous les pays développés. Si les taux moyens de fuite sont relativement faibles en Allemagne (7 %), ils demeurent assez élevés en Angleterre et au pays de Galles (19 %), en France (26 %) et en Italie (29 %) (VEWA, 2006).

Encadré 4.3. Calcul du niveau économique de fuite (ELL, Economic Level of Leakage) en Angleterre et au pays de Galles

En 1997, suite à la sécheresse qui avait frappé le Royaume-Uni en 1995 et avec la prise de conscience croissante des problèmes de fuites, le Gouvernement britannique a demandé à l'Ofwat, l'autorité de réglementation des services de l'eau, de définir des cibles impératives pour toutes les compagnies des eaux. Les cibles ont été fixées cette même année, en fonction de l'analyse des ELL. L'ELL met en balance les coûts et bénéfices de la gestion des fuites et peut se définir de deux façons (Stephens, 2003), comme :

- « le niveau de fuite à partir duquel il serait plus coûteux de continuer à réduire les fuites que de produire de l'eau à partir d'une autre source » ;
- « le niveau de fuite à partir duquel le coût total de la fourniture d'eau pour le consommateur est le plus bas possible et où les compagnies sont exploitées de manière efficiente ».

Encadré 4.3. Calcul du niveau économique de fuite (ELL, *Economic Level of Leakage*) en Angleterre et au pays de Galles *(suite)*

En 2001, un groupe tripartite composé d'Ofwat, de l'Environment Agency et du ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA) a lancé un vaste processus visant à définir la règle de bonne pratique courante en matière de cibles de fuites et à informer sur ce sujet. L'étude portait sur l'estimation de l'ELL, en fonction d'un bilan économique qui tenait compte des coûts sociaux et environnementaux. Les compagnies des eaux ont été invitées à fournir des informations sur leurs pratiques pour calculer l'ELL, lequel incluait des coûts et bénéfices externes (voir tableau 4.1).

Dans les cas où les fuites sont dues à un mauvais état des canalisations, les mesures prises comprennent la surveillance des fuites, leur détection et localisation, et leur réparation. Certains des coûts et bénéfices de la lutte contre les fuites peuvent être externes à la compagnie des eaux (voir tableau 4.1), d'où la nécessité de calculer un niveau économique de fuite, qui peut être différent du taux optimal éventuellement estimé par la compagnie des eaux à partir de ses seuls coûts et bénéfices propres.

Tableau 4.1. Coûts et bénéfices externes de la lutte contre les fuites

Incidence/répercussions de la lutte contre les fuites	Coût externe	Bénéfices externes
Augmentation des temps de trajet à cause des embouteillages sur les routes et des déviations	Coût des retards	Réduction de la fréquence des éclatements de canalisations principales, générateurs de perturbations (grâce à des programmes de remplacement des canalisations principales, par exemple)
Perturbation de la circulation des piétons à cause des rétrécissements/fermetures de voies piétonnières	Coût correspondant à la valeur des retards et aux nuisances générées	
Perturbation des activités des ménages due aux interruptions, planifiées ou non	Coût des perturbations, net de toute indemnisation (dans le cadre d'un système de normes garanties, par exemple)	

Tableau 4.1. **Coûts et bénéfices externes de la lutte contre les fuites** (*suite*)

Incidence/répercussions de la lutte contre les fuites	Coût externe	Bénéfices externes
Diminution des prélèvements dans les cours d'eau		Bénéfices liés à l'usage (activités de loisirs, pêche récréative, par exemple) et bénéfices hors usage (valeur de conservation par exemple) procurés par l'amélioration du débit des cours d'eau
Diminution des prélèvements dans les eaux souterraines		Bénéfices liés à l'usage et bénéfices hors usage procurés par l'amélioration de la gestion des zones humides et du débit des cours d'eau
Construction de réservoirs différée	Bénéfices non procurés en termes de loisirs aquatiques (pêche récréative, sports nautiques, par exemple)	Coût des atteintes au paysage et coûts de construction évités

En 2002, le groupe tripartite a publié un document sur les principes de bonne pratique, qui fournissait des directives pour le calcul de l'ELL. Cependant, il reconnaît qu'il existe plusieurs approches et qu'il convient de prendre en compte les différences entre les régions (Groupe tripartite, 2002). En 2008, l'Ofwat a dirigé d'autres travaux pour redéfinir les cibles de fuites à l'aide d'une approche de frontière (WRc, 2008).

Sources : Stephens (2003); Groupe tripartite (2002); WRc (2008).

Tarifification incitative

Les économistes préconisent souvent la tarification incitative pour réduire la demande d'eau. En Europe, en particulier, elle a été mise en avant comme un instrument important d'une gestion de l'eau visant plusieurs objectifs. Elle comprend des incitations à utiliser l'eau de manière efficiente et réduit de ce fait la pression qui s'exerce sur les ressources hydriques et l'environnement. Elle contribue aussi à une répartition efficiente de l'eau entre les utilisateurs et mobilise des fonds pour assurer la durabilité financière des infrastructures de l'eau (Commission européenne, 2000; voir aussi Berbel, 2009). Le niveau tarifaire répond à la question « Combien devrions-nous payer ? », tandis que la question « Qui devrait payer pour quoi ? » relève plutôt de la structure tarifaire (Scatasta, 2008).

L'efficacité d'une tarification fondée sur des incitations dépend toutefois de la manière dont elle a été conçue. Les tarifs saisonniers peuvent être très utiles pour encourager des économies d'eau plus drastiques pendant les périodes

de grande pénurie. Par ailleurs, les systèmes de tarification progressive par tranches, qui prévoient des redevances élevées au-delà d'un certain niveau, peuvent être efficaces pour réduire la consommation des très gros usagers (WATECO, 2003). En tout état de cause, les structures tarifaires doivent être établies en fonction du volume, avec des redevances fixes peu élevées, afin d'inciter à réduire la consommation. L'utilisation de compteurs d'eau est généralement une condition préalable nécessaire à la mise en place de systèmes de tarification efficaces (Roth, 2001 ; Lallana *et al.*, 2001).

Actuellement, les services de l'eau sont fournis dans de nombreux pays à des prix bien inférieurs aux coûts financiers et environnementaux à long terme, ce qui favorise la surconsommation d'eau et le gaspillage. C'est pourquoi la législation européenne (Directive-cadre sur l'eau, par exemple) préconise le concept de recouvrement des coûts, autrement dit des politiques visant à récupérer la totalité des coûts de l'approvisionnement en eau, qu'ils soient privés (supportés par les compagnies des eaux pour le prélèvement, le stockage et le traitement) ou sociaux (supportés par la société dans son ensemble, coûts environnementaux compris).

L'incidence réelle de la tarification incitative dépend de la manière dont les consommateurs répondent aux signaux des prix. Cette réactivité est mesurée par les élasticités, qui sont souvent assez faibles (voir encadré 4.4), et reflètent ainsi les effets peu importants de la tarification.

Encadré 4.4. Exemples d'élasticité des prix de l'eau

Dans une méta-analyse, Espey *et al.* (1997) ont constaté que 90 % des élasticités de la demande d'eau des particuliers par rapport aux prix qui avaient été communiquées se situaient entre -0.75 et 0. Les niveaux de revenu et la structure de tarification influent sur ce résultat. Dalhuisen *et al.* (2003) font état d'une élasticité-prix de -0.41, laissant entendre qu'en général, la demande d'eau des particuliers est non élastique par rapport aux prix. Une autre étude empirique utilisant des séries d'observations chronologiques mensuelles provenant de Séville (Espagne) a estimé l'élasticité de la demande par rapport aux prix à environ -0.1 à court terme et -0.5 à long terme (Martins et Fortunato, 2005).

Ces exemples font état d'élasticités comprises entre -1 et 0, et donc d'une inélasticité de la demande par rapport aux prix puisqu'en pourcentage, les baisses de demande sont moins importantes que les augmentations de prix. Toutefois, ce n'est que lorsque l'élasticité-prix est nulle que les prix n'ont vraiment aucune incidence sur la demande.

Sources : Espey *et al.* (1997) ; Dalhuisen *et al.* (2003) ; Martins et Fortunato (2005).

Si l'élasticité de la demande par rapport aux prix est généralement peu élevée, elle progresse à mesure que les prix de l'eau augmentent. Pour renforcer l'effet des politiques de tarification, il faut les associer à d'autres mesures d'économie d'eau et de sensibilisation. En outre, de nombreuses études insistent sur le fait que l'élasticité-prix augmente sur le long terme, peut-être parce que les consommateurs remplacent leurs équipements inefficients et modifient leurs habitudes de façon progressive, et non instantanée (voir par exemple Dandy *et al.*, 1997; Renzetti, 2002). En Hongrie, par exemple, des augmentations de prix de 0.6 HUF/m³ (1980) à 70 HUF/m³ (1998) (de 0.003 USD à 0.36 USD) ont conduit à une diminution de 30 % de la fourniture d'eau, qui est ainsi passée de 3 300 à 2 300 millions de m³/an (Lallana *et al.*, 2001).

Dispositifs et équipements permettant d'économiser l'eau

Les dispositifs et équipements économiseurs d'eau peuvent contribuer pour une part non négligeable aux efforts consentis dans ce sens par les particuliers. Le tableau 4.2 présente les économies potentielles rendues possibles par

Tableau 4.2. Réductions de consommation potentielles grâce aux appareils économes en eau

	Équipements standard		Équipements économes en eau		% de réduction
	litres/utilisation	litres/ménage/ jour ^a	litres/utilisation	litres/ménage/ jour ^a	
Chasse d'eau	9	87 ^b	4	39 ^b	55
	6	57 ^b			32
Douche	54 ^{c, d}	77 ^{f1}	30 ^g	43 ^{f1}	44
	45 ^{c, e}	64 ^{f1}			33
Bain	88	71 ^{f2}	65 ^h	53 ^{f2}	26
Robinet	0.6 ⁱ	10 ^j	0.5 ^k	8.5	15
Lave-linge	60	26 ^l	40	17.4	33
			45	19.6	25
Lave-vaisselle	20	8.7 ^l	12	5.2 ^l	40
			14	6.1 ^l	30
Total		237-280		167-169	29-41

Note : (a) 2.38 personnes/ménage; (b) 4 vidanges complètes de la chasse d'eau par personne et par jour; (c) une douche de 5 minutes; (d) débit de 10.8 l/min; (e) débit de 9 l/min (utilisation d'un réducteur de débit); (f1) 1.43 douche par ménage par jour; (f2) 0.34 bain par personne par jour; (g) pomme de douche équipée d'un économiseur débitant 6 l/min; (h) baignoire de taille réduite ou baignoire d'angle; (i) débit de 6.5 l/min et durée d'utilisation moyenne de 6 s; (j) 7.1 utilisations/jour/personne; (k) débit de 5 l/min; (l) une charge complète par jour.

Source : Dworak *et al.* (2007).

différents équipements ménagers (robinets avec mousseur, chasses d'eau à double commande, lave-linge économes en eau, etc.). Il montre que la consommation d'eau pourrait diminuer de 41 % avec l'amélioration des performances technologiques de l'équipement ménager.

L'investissement dans de tels équipements pouvant être élevé, certaines collectivités locales offrent un soutien financier à l'achat. À New York, par exemple, les chasses d'eau fortement consommatrices (jusqu'à 19 litres par utilisation) ont été remplacées par d'autres beaucoup plus économes (6 litres par utilisation). La ville a octroyé 290 millions USD de subventions aux propriétaires pour les inciter à moderniser leurs systèmes de plomberie en installant des chasses d'eau, des pommes de douche et des robinets à faible débit. Entre 1994 et 1997, la ville de New York a remplacé 1.3 millions de WC qui consommaient trop d'eau, entraînant ainsi une économie estimée de 265 à 303 millions de litres par jour. Dans certains des bâtiments concernés, la consommation d'eau a diminué de 37 % (EPA, 2002).

Sensibilisation et éducation du public

Les remises sur le prix d'achat d'appareils à faible consommation constituent un bon outil pour **sensibiliser et éduquer le public** et assurer l'efficacité de la tarification incitative et des dispositifs permettant d'économiser l'eau. L'impact de ces deux approches est également renforcé par l'étiquetage des produits économes en eau (voir l'encadré 4.5). Celui-ci consiste à apposer une étiquette indiquant le volume d'eau consommé sur certains produits, comme les lave-linge ou les WC. Les bénéfices liés à cet étiquetage sont les suivants :

- Il informe le client du niveau de consommation d'eau du produit, lui permettant ainsi de prendre une décision en toute connaissance de cause. Si la consommation d'eau des ménages est mesurée et facturée en fonction du volume utilisé, l'incitation à acheter un produit plus économe en eau est plus forte.
- Il pousse les fabricants à intégrer dans la conception de leurs produits les techniques existantes d'économie d'eau et à continuer à les développer. Ce mécanisme n'est efficace que si l'étiquetage de certains produits est obligatoire. Si le système est facultatif, les fabricants n'étiquetteront, pour des raisons évidentes, que leurs meilleurs produits.

Les pouvoirs publics mettent également sur pied des **campagnes publicitaires** pour susciter l'adhésion du public et encourager la population à économiser l'eau. À Atlanta, par exemple, des messages tels que « Nous devons commencer à considérer le verre comme étant à moitié vide » et « N'attendons pas que les robinets soient à sec » sont diffusés dans une vidéo d'annonce d'intérêt public.

Outre les remises pour l'achat de deux types d'appareils économes en eau, le Metropolitan Water District de Californie du Sud propose également une page Web (www.bewaterwise.com) qui fournit des conseils pour économiser l'eau, des informations sur le programme d'éducation du public conçu pour informer les Californiens des défis auxquels leur état doit faire face dans le domaine de l'eau, et des renseignements techniques (avec support visuel) sur le niveau des réserves d'eau.

Encadré 4.5. **Étiquetage relatif à la consommation d'eau en Australie**

En Australie, le dispositif « Water Efficiency Labelling and Standards » (normes et étiquetage relatifs à l'utilisation économe de l'eau) est devenu obligatoire le 1^{er} juillet 2006. Une étude a estimé que l'étiquetage des pommes de douche, WC, lave-linge et lave-vaisselle (qui représentent 80% de l'utilisation d'eau des ménages à l'intérieur des habitations) permettrait une diminution supplémentaire de la consommation nationale d'eau de ces produits de 63 710 millions de litres par an par rapport à la tendance d'un scénario de *statu quo* d'ici à 2016. Cela représenterait une baisse d'environ 5.2% de la consommation totale d'eau des ménages à l'intérieur des habitations.

Source : GWA (2003).

4.2.4 Bénéfices liés à la gestion de la demande d'eau

La mise en œuvre de mesures et d'actions visant à réduire la demande d'eau et à gérer les situations de sécheresse ouvre un éventail de bénéfices potentiels. Même si consommation et prélèvements sont étroitement liés, on peut classer ces bénéfices dans deux catégories :

- bénéfices liés à la réduction des prélèvements dans l'écosystème, susceptible elle-même d'améliorer le débit des cours d'eau, de renforcer le rôle des zones humides et d'éviter la surexploitation des nappes phréatiques ;
- bénéfices directement liés à la réduction de la consommation, qui peut se traduire par la possibilité, pour le secteur de l'eau, de différer des investissements et, pour les consommateurs, d'économiser sur leurs factures d'eau.

Bénéfices liés à la réduction des prélèvements

Les prélèvements d'eau excessifs³ ont des répercussions défavorables à la fois sur l'environnement naturel et sur l'environnement aménagé par

l'homme. Ces répercussions varient selon la source (eaux souterraines ou de surface).

Une gestion non durable des ressources en eaux souterraines peut entraîner une *surexploitation* des aquifères. Toutefois, *s'ils sont gérés de manière durable, les prélèvements dans les eaux souterraines peuvent continuer de contribuer au développement économique régional*, notamment dans de nombreuses zones arides ou semi-arides du monde. Les bénéfices procurés par la gestion de la demande d'eau sont donc liés à la réduction des effets néfastes de la surexploitation⁴. Ces bénéfices se déploient dans de multiples dimensions :

- Stock d'eau : chaque unité non pompée reste à la disposition de futurs usagers.
- Niveau de la nappe phréatique : la gestion de la demande d'eau évite (en partie) d'avoir à recourir à un rabattement de la nappe phréatique et limite ainsi les coûts de pompage (voir encadré 4.6).
- Gestion du risque : un aquifère offre une garantie contre la variabilité des précipitations, limitant la vulnérabilité des usagers au risque de production, question qui se pose avec une acuité croissante compte tenu du changement climatique.
- Affaissements de terrains : les dommages aux structures de surface et aux structures souterraines dus aux prélèvements dans les nappes peuvent être (en partie) évités par une gestion de la demande respectant des niveaux de prélèvement durables.
- Qualité des eaux souterraines : la réduction des prélèvements d'eau pourrait éviter une contamination des aquifères (due par exemple aux ruissellements agricoles, industriels ou municipaux) ou une intrusion

Encadré 4.6. Effets de la surexploitation des ressources en eaux souterraines en Tunisie

En Tunisie, la surexploitation entraîne un abaissement annuel de près de 0,4 mètre des eaux souterraines et de plus de 0,7 mètre des eaux souterraines profondes. Les coûts supplémentaires de pompage à une plus grande profondeur s'élèvent à environ 23 millions USD. En outre, les coûts de forage de nouveaux puits pour remplacer ceux abandonnés à cause de la pollution atteignent 12,5 millions USD. Globalement, on estime le coût de la baisse des nappes phréatiques à 35,5 millions USD (soit 0,13 % du PIB).

Source : Banque mondiale, 2007.

d'eau salée dans les aquifères côtiers, comme cela s'est produit en Italie, par exemple, en raison de prélèvements excessifs (Massarutto, 1999).

- Conséquences écologiques : du fait des interconnexions entre les eaux souterraines et les eaux de surface, la gestion des prélèvements d'eau évite des effets nuisibles tel que l'assèchement de zones humides, la disparition de la végétation des rives ou l'altération du régime hydraulique naturel des cours d'eau.

Ces impacts écologiques s'observent également lorsque les prélèvements dans les eaux de surface sont réduits. L'amélioration du débit des cours d'eau procure des bénéfices liés aux agréments du paysage, aux activités de loisirs et aux services écologiques rendus par la rivière (diversité des espèces de poisson, par exemple). Dans le contexte de la Directive-cadre sur l'eau, de nombreuses études ont réalisé une estimation de ces bénéfices en calculant les valeurs d'usage et hors usage. De fait, cette directive définit un objectif de « bon état écologique » des masses d'eau dans toute l'UE d'ici à 2015. Les pays européens ne peuvent demander de dérogation à ces objectifs que sur la base de critères techniques ou économiques, impérativement justifiés par une analyse coût-bénéfice.

Il a largement été fait usage d'évaluations contingentes et d'évaluations par la méthode des choix multi-attributs pour estimer les bénéfices. Hanley *et al.* (2006), par exemple, ont eu recours à cette modélisation des choix pour calculer que les ménages consentaient à payer entre 4 et 5,7 EUR par foyer et par mois de régime de basses eaux en moins, et entre 31 et 47 EUR par foyer et par an pour améliorer l'état écologique des cours d'eau. Une étude d'évaluation contingente menée dans la région wallonne a montré que le consentement à payer pour atteindre un bon état écologique était compris entre 27 et 44 EUR/ménage/an, selon ce pour quoi les gens acceptaient de payer : la région wallonne dans son ensemble ou uniquement leur bassin hydrographique (Bouscasse *et al.*, 2008). Ojeda *et al.* (2008) ont estimé la valeur économique des services environnementaux qui seraient assurés du fait de la restauration du débit minimal dans le delta du fleuve Yaqui au Mexique. Étaient inclus le bon état de la végétation des rives, des zones humides et des estuaires, les habitats des espèces sauvages et des poissons, les valeurs hors usage et les loisirs. Une étude d'évaluation contingente a révélé que les ménages consentaient à payer en moyenne 73 pesos (6,83 USD) par mois, sous la forme d'une majoration de leur facture d'eau, pour acheter de l'eau destinée aux flux environnementaux⁵.

De manière plus générale, une gestion durable des prélèvements d'eau permet de préserver les services rendus par les zones humides, les cours d'eau et les aquifères. Des études récentes décrivent et classent l'ensemble des fonctions, services et biens fournis par les écosystèmes, puis les expriment en termes

monétaires. C'est le cas notamment de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire⁶, qui s'est intéressée aux écosystèmes en tant qu'infrastructures et a estimé la valeur de ces infrastructures. S'agissant des zones humides, on a estimé que leur importance économique générale était extrêmement variable, la valeur haute atteignant 15 000 milliards USD (bien que le rapport indique également que de tels chiffres sont vivement contestés par de nombreux économistes pour des questions méthodologiques)⁷.

C'est également la démarche qui a été adoptée par l'UICN dans son rapport intitulé « Counting ecosystem as infrastructures » (Estimer les écosystèmes comme des infrastructures) (Emerton et Bos, 2004). Deux exemples extraits de ce rapport sont proposés dans l'encadré 4.7.

Encadré 4.7. Services fournis par les infrastructures aquatiques

Dans le bassin hydrographique de l'Indus au Pakistan, les importants prélèvements d'eau effectués en amont pour l'irrigation laissent en aval un débit insuffisant pour préserver les écosystèmes naturels de la zone du delta. La dégradation de ces écosystèmes a des effets économiques dévastateurs. Les vastes possibilités qu'offraient la terre et les ressources se sont amenuisées ou ont totalement disparu dans la zone du delta de l'Indus, et cela inclut la production végétale et animale, la pêche et le ramassage de produits forestiers. L'incidence sur les prises annuelles d'espèces de poisson dépendant des mangroves a été de plus de 20 millions USD par an, auxquels s'ajoutent 0.5 million USD pour le bois de feu, près de 1.5 million pour les pâturages et la production fourragère et des centaines de milliers de dollars pour la production végétale. Or, plus de trois quarts de la population locale tiraient ses moyens d'existence de ces produits, ce qui a entraîné une émigration massive.

Les travaux réalisés dans le bassin du Zambèze en Afrique australe montrent que les zones humides naturelles présentent une valeur actualisée nette de plus de 3 millions USD pour ce qui est de la réduction des coûts des dommages liés aux inondations, qu'elles valent quelque 16 millions USD en termes de réalimentation des eaux souterraines et qu'elles assurent des services de purification et de traitement des eaux d'un montant estimé à 45 millions USD.

Source : Emerton et Bos (2004).

Bénéfices liés à la réduction de la consommation

Sur le plan de la consommation, la gestion de la demande d'eau et la promotion d'une utilisation efficace de la ressource offrent des bénéfices à court et à long termes. Les bénéfices à court terme incluent, entre autres, la baisse du montant des factures d'eau et des coûts de production de l'eau

(diminution des coûts en électricité avec la réduction des fuites, par exemple). Ainsi, les données analysées pour la région Aquitaine (Talpaert, 2005) montrent qu'un ménage composé de deux personnes pourrait économiser 45 m³ par an. Compte tenu du tarif de l'eau, cette économie se traduirait par une baisse de 122 EUR par an de sa facture d'eau. Simultanément, la consommation énergétique du ménage pourrait diminuer d'environ 1 013 kWh par an, équivalant à une baisse de sa facture d'électricité de 70 EUR par an. Au total, l'économie pour un ménage composé de deux personnes s'élèverait à près de 200 EUR par an⁸.

À long terme, des bénéfices sociaux peuvent également être obtenus, en particulier dans le cadre des restrictions quantitatives qui privilégient les usagers du secteur de la santé et les particuliers par rapport aux usagers des secteurs économiques. En outre, la réduction des incertitudes liées à la fourniture d'eau peut ouvrir des perspectives d'implantation d'industries et d'activités économiques et favoriser ainsi le développement rural et urbain. *La réduction de la demande peut également permettre de différer ou de revoir à la baisse les investissements nécessaires à la construction des installations planifiées ou à l'extension de réseau destinée à répondre à la demande non satisfaite* (voir l'encadré 4.8).

Encadré 4.8. **Mise en place d'une gestion totale du cycle de l'eau à Sydney (Australie)**

Dans l'intention d'abandonner la solution traditionnelle de construction de barrages et d'éviter ainsi les problèmes environnementaux qui leur sont associés, le conseil de Kogarah (administration locale d'une zone située près de Sydney) a fait valoir la nécessité d'adopter de nouvelles options d'approvisionnement, susceptibles de s'intégrer dans le développement urbain et d'être proposées aux ménages, parmi lesquelles la récupération des eaux de pluie et le recyclage des eaux usées. En partenariat avec la Sydney Water Corporation et l'Institute of Sustainable Futures, le conseil de Kogarah a élaboré une stratégie de gestion totale du cycle de l'eau pour le captage de Beverley Park, de manière à déterminer des projets prioritaires, qui offriraient les options d'économie d'eau présentant le meilleur rapport coût-efficacité. Selon les projections, la mise en œuvre de ces projets aura permis d'économiser, jusqu'en 2005/06, un maximum de 150 millions de litres d'eau potable chaque année dans la circonscription administrative de Kogarah.

Source : Chanan et Woods, 2005.

Une utilisation durable de l'eau pourrait également **limiter la nécessité de recourir à d'autres options d'approvisionnement et ainsi diminuer les effets préjudiciables de celles-ci**. Les bénéfices associés sont notamment les suivants (voir Campling *et al.*, 2008) :

- Gains financiers : pas de construction ni de maintenance des infrastructures qui auraient été nécessaires à ces autres solutions d'approvisionnement en eau.
- Bénéfices environnementaux : pas de consommation d'énergie pour le dessalement, pas de rejet en mer de saumure résiduelle.
- Bénéfices économiques : pas de terrain occupé par la construction d'une installation de recyclage des eaux usées.
- Bénéfices sociaux : pas de problèmes de santé liés au recyclage des eaux usées.

Dans les zones côtières d'Espagne ou les îles, telles que Malte ou Chypre, où l'eau de boisson est produite par dessalement, les économies d'eau permettent de faire tourner à moindre régime les usines de dessalement ou d'éviter de construire de nouvelles installations. Dans l'île de Malte, par exemple, où la production de l'eau de boisson coûte environ 0.4 EUR/m³, chaque mètre cube d'eau économisé entraîne une économie potentielle de 0.4 EUR. Toutefois, le coût du mètre cube d'eau potable produit peut varier considérablement. Ainsi, il s'élève à 2.50 USD dans les usines de dessalement d'Australie. Comme cette technologie consomme énormément d'énergie, les économies d'eau dans les zones qui y ont recours se traduisent directement par des économies d'énergie : la demande d'énergie pour le dessalement de l'eau de mer étant comprise entre 3 et 5 kWh/m³, chaque mètre cube non produit permet d'économiser entre 1 et 5 kg de CO₂ selon les sources d'énergie utilisées pour produire l'électricité (Dworak *et al.*, 2007).

Les bénéfices procurés par les économies d'eau doivent donc être déterminés au cas par cas, car ils dépendent des coûts associés aux différentes sources d'eau (ou solutions de remplacement) disponibles.

Notes

1. La réalimentation dirigée est intentionnelle, contrairement aux augmentations accidentelles de l'alimentation qui résultent du défrichement, de l'irrigation et de l'installation de canalisations d'eau. On parle également de recharge renforcée, de mise en réserve d'eau et de stockage souterrain durable.
2. La sécheresse se définit comme un phénomène climatique récurrent caractérisé par des déficits hydriques temporaires par rapport aux ressources normales, qui se produit sur une longue période pouvant aller d'une saison à plusieurs années. Il s'agit d'une notion relative, car les sécheresses peuvent être de différentes ampleurs, durées et intensités.
3. Est considéré comme « excessif » un taux de prélèvement supérieur à la vitesse d'alimentation de la ressource naturelle.
4. Pour plus d'informations, voir le rapport de l'OCDE sur le coût de l'inaction (OCDE, 2008).
5. Un résumé d'études plus approfondies évaluant une diminution des prélèvements d'eau figure dans Olmstead (2009).
6. Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005), www.maweb.org/fr/About.aspx.
7. Il faut comprendre que le domaine des biens et services fournis par les écosystèmes est en développement. Des données scientifiques appropriées sont nécessaires à une estimation correcte de la valeur de ces services.
8. Il faut noter toutefois que les répercussions sur les compagnies des eaux peuvent être défavorables, du moins sur le court terme. En effet, la grande majorité des régimes tarifaires qui leur sont appliqués poussent les compagnies des eaux à vendre *davantage* d'eau, et non le contraire, puisque le calcul de leur rémunération se fait en fonction des volumes vendus. Un problème similaire se fait jour dans le secteur de l'énergie, où les services d'utilité publique ne sont pas incités à promouvoir la préservation des ressources, même celles dont on prévoit qu'elles vont se raréfier et devenir plus chères dans l'avenir.

Chapitre 5

Implications pour l'action des pouvoirs publics

Ce chapitre rapproche les données et analyses des précédents afin de déterminer comment tirer le meilleur parti des investissements dans les services d'eau et d'assainissement (SEA). Nous commencerons par récapituler ce que nous savons des bénéfices généraux liés à ces investissements (section 5.1). Nous examinerons ensuite comment ce type d'informations peut venir appuyer l'élaboration des politiques et permettre d'établir des priorités d'investissement dans les SEA, de façon que les ressources financières (rares) soient allouées aux domaines qui génèrent le plus de bénéfices (section 5.2). Enfin, nous étudierons les recherches supplémentaires nécessaires, aux niveaux local et mondial, pour réunir les données probantes qui manquent encore à la mise en œuvre de politiques et d'investissements pertinents dans le domaine de l'eau et de l'assainissement (section 5.3).

5.1 Principales constatations sur les bénéfices liés aux investissements dans les SEA

Cette section résume les principales constatations du rapport sur les bénéfices liés aux investissements dans les services d'eau et d'assainissement, aux différents stades de la chaîne de valeur. L'examen a permis de constater que ces bénéfices avaient été mesurés à diverses échelles, sans jamais chercher à obtenir une évaluation globale, sauf pour les interventions visant à atteindre les OMD. De ce fait, caractériser les principaux domaines à l'origine des bénéfices est un exercice délicat, qui ne peut produire que des chiffres indicatifs, et non des évaluations mondiales. En outre, pour tirer des enseignements utiles à l'intention des décideurs publics, il faudrait toujours comparer les bénéfices au coût, soit par une analyse coût-bénéfice (ACB), soit par une analyse coût-efficacité (ACE). Nous avons donc fourni des indications de référence dans les cas où de telles analyses avaient été réalisées, ce qui permet également d'établir des comparaisons avec l'investissement dans d'autres secteurs.

5.1.1 Évaluation des bénéfices à tous les stades de la chaîne de valeur des SEA

Nous avons montré dans le chapitre 2 que donner accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène à ceux qui n'en disposent pas encore produirait des bénéfices considérables en termes de santé et de temps libéré pour des activités productives, ainsi que des bénéfices immatériels.

Dans les pays développés, la plupart de ces bienfaits ont été récoltés aux XIX^e et XX^e siècles, lorsque la « révolution sanitaire », puis la « révolution de l'hygiène », ont permis d'étendre de façon presque universelle les services d'eau et d'assainissement et de diminuer très fortement la mortalité et la morbidité. Certains groupes défavorisés restent exclus, ce qui soulève des questions d'équité, mais ils sont généralement assez isolés et géographiquement circonscrits.

En revanche, le « déficit d'accès » reste important dans les pays en développement, où les personnes qui n'ont pas accès à une eau salubre ou à des services d'assainissement sont environ 884 millions et 2.6 milliards respectivement (PCS, 2010). En 2008, l'OMS a estimé que 9 % de la charge mondiale de morbidité pourrait être évitée par des améliorations liées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène. L'Organisation a évalué à 30 % la proportion des décès d'enfants de moins de 5 ans imputable à des services d'eau et d'assainissement inadéquats, même si les experts demeurent divisés sur l'amplitude des conséquences sanitaires et sur la nature des interventions les plus efficaces pour générer ce type de bénéfices. Un large consensus s'est toutefois dégagé sur le fait que l'éducation à l'hygiène était un moyen d'améliorer la santé d'un très bon rapport coût-efficacité.

Hutton et Haller (2004) ont estimé l'ensemble des bénéfices liés à la réalisation des OMD à 84 milliards USD par an. En dépit de leur importance, les bénéfices sanitaires directs ne représentent que 8 % du total, auxquels viennent s'ajouter les gains de productivité résultant d'une diminution des absences motivées par des soins à donner à des enfants malades ou par des problèmes de santé. L'évaluation a permis d'établir que trois quarts des bénéfices totaux proviendraient de gains sur le temps passé à se rendre à pied ou à faire la queue au point d'eau, ou encore à chercher des endroits isolés pour déféquer. De ce fait, même si l'analyse coût-bénéfice indique que les bénéfices sanitaires ne justifient pas à eux seuls des investissements dans l'eau et l'assainissement, les gains de temps qui leur sont associés peuvent rendre ces investissements largement bénéfiques pour la société, avec une rentabilité économique de quelque 7 USD pour chaque USD investi.

Parmi les autres bénéfices connexes, citons l'augmentation de la fréquentation scolaire, le coup de fouet donné au tourisme, les améliorations environnementales entraînées par une diminution de la défécation à l'air

libre, les bénéfices économiques liés à la réutilisation des fèces et de l'urine, les économies de coût dues à une diminution du traitement de l'eau ou à une amélioration (une plus grande proximité) de l'accès à des sources d'eau pure et les bénéfices pour les personnes en termes de statut social et de dignité. Les études s'accordent généralement à dire que ces bénéfices connexes sont des moteurs essentiels de la demande (de services d'assainissement en particulier), au contraire des bénéfices sanitaires, souvent mal connus des populations.

Le chapitre 3 souligne que l'épuration des eaux usées en vue de leur rejet sans risque dans l'environnement profite à d'autres types d'utilisation de l'eau, qu'il s'agisse d'effectuer des prélèvements ou d'utiliser l'eau dans son milieu. Le premier cas couvre l'approvisionnement en eau des communes et les utilisations des ménages, ainsi que l'irrigation, l'abreuvement du bétail et les processus industriels, tandis que le second correspond aux utilisations des masses d'eau elles-mêmes. La qualité de l'eau est à l'origine de bénéfices liés à l'usage, pour la baignade, la navigation et la pêche, par exemple, et de bénéfices hors usage, tels que les valeurs de responsabilité et d'altruisme, les valeurs patrimoniales et les valeurs d'existence). À l'heure actuelle, les « bénéfices sacrifiés » en raison d'un manque d'épuration des eaux usées sont considérables, en particulier dans les pays en développement. Ainsi, en Amérique latine, 13 % seulement des eaux usées sont traitées avant leur rejet, et cette proportion descend bien au-dessous de 10 % en Afrique subsaharienne.

Dans certains cas, l'épuration des eaux usées conformément aux normes sanitaires de qualité de l'eau peut ne pas être suffisante pour capter tous les bénéfices liés à l'utilisation de l'eau dans son milieu. Il ressort de la mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau en Europe, par exemple, qu'un traitement tertiaire n'est pas toujours suffisant pour atteindre le bon état écologique prescrit par la Directive. Il serait donc nécessaire, parallèlement au traitement des eaux usées, de réduire la pollution diffuse issue de l'agriculture afin de recueillir l'ensemble des bénéfices environnementaux présentés plus haut.

Tous les bénéfices recensés sont susceptibles de se transformer en coûts si les services d'alimentation en eau de boisson et d'évacuation des eaux usées ne s'accompagnent pas de la mise en place des installations d'épuration appropriées. En effet, l'investissement dans des réseaux d'égouts entraînera la transformation de la pollution diffuse des ménages en pollution ponctuelle qui, en l'absence de traitement adéquat, peut avoir des effets nocifs notables sur les utilisateurs en aval (ménages, cultures irriguées, pêcheries) et sur l'écosystème aquatique.

Le chapitre 4 montre que le fait de protéger les ressources hydriques contre la pollution et de gérer l'offre et la demande d'eau de manière durable peut être source de bénéfices indubitables et non négligeables tant

pour les investisseurs que pour les utilisateurs finals des services de l'eau. Il va devenir de plus en plus nécessaire d'investir dans la gestion des ressources hydriques du fait de leur raréfaction à l'échelle mondiale : alors qu'en 2009, le nombre de personnes vivant dans des zones exposées à un stress hydrique élevé était évalué à 2.8 milliards, il devrait passer à 3.9 milliards d'ici à 2030¹. McKinsey & Company (2009), dans un rapport destiné au Water Resources Group 2030, qui réunit des organismes internationaux tels que l'IFC et de grandes sociétés industrielles, a estimé que le « déficit d'eau » serait de l'ordre de 40 % d'ici à 2030 ; ce déficit correspond à la différence entre les stocks fiables et accessibles actuels (y compris l'écoulement restitué, et en tenant compte de la partie des ressources qui devrait être réservée aux impératifs écologiques) et les projections des besoins en eau. Les auteurs soulignaient que ce chiffre mondial était une moyenne, qui masquait le fait que dans certaines régions du monde, la situation pouvait être bien pire, en particulier dans les pays en développement, où le déficit pouvait atteindre 50%².

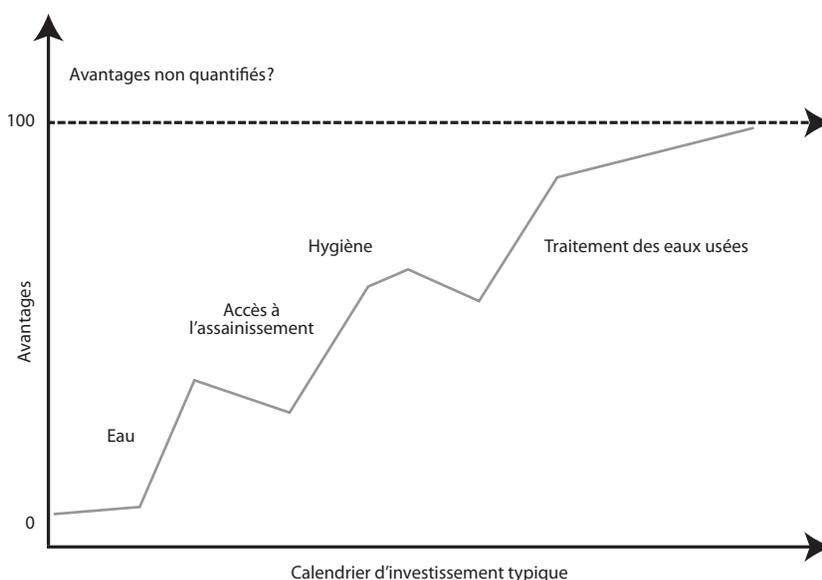
Les investissements dans la gestion de l'équilibre entre l'offre et la demande d'eau peuvent éviter un surdimensionnement des infrastructures par rapport aux « besoins optimaux » et contribuer à réduire la pollution de l'eau à sa source, solution moins onéreuse qu'un investissement dans un traitement supplémentaire. Ils permettent à l'évidence de prévenir des dépenses inutiles, ce qui est primordial dans la situation actuelle, où les ressources financières et budgétaires sont rares. Globalement, ils permettent de fournir des services d'eau et d'assainissement à une plus grande population, amplifiant ainsi les bénéfices procurés. Sur les moyen et long termes, cette solution modère également les coûts d'exploitation et de maintenance et les coûts de remplacement, ce qui prolonge encore la durabilité des SEA.

Dans l'ensemble, l'analyse réalisée dans le rapport fait ressortir la nécessité d'assurer une planification intégrée systématique des investissements dans les services d'eau et d'assainissement, en associant les différentes composantes de la chaîne de valeur. Les investissements dans la fourniture d'eau de boisson et l'évacuation des eaux usées ne peuvent pas être considérés indépendamment de la protection des ressources (en amont) et de l'épuration des eaux usées (en aval). Cette prise en compte globale permet d'éviter des coûts inutiles et d'optimiser les bénéfices procurés aux différents stades de la chaîne de valeur, tout en se protégeant des « désavantages » potentiels générés par des investissements programmés au mauvais moment ou dans un ordre inapproprié.

L'ampleur des bénéfices peut varier considérablement selon le niveau de développement du secteur. La figure 5.1 représente les flux de bénéfices découlant d'un programme d'investissement standard. Dans la plupart des pays où le « déficit d'accès » reste important, la fourniture d'un accès aux services de l'eau est considérée comme une priorité, et peut indubitablement

offrir des bénéfices substantiels. Toutefois, si l'accès à l'eau ne s'accompagne pas des investissements correspondants dans l'assainissement, il peut s'ensuire des désavantages temporaires, car la fourniture de grands volumes d'eau peut entraîner au final la formation de nappes d'eau stagnante mélangée à des excréments et d'autres types de déchets (tels que des eaux grises). L'éducation à l'hygiène peut grandement favoriser la réalisation des bénéfices situés sur la première partie de la courbe. L'assainissement sans épuration des eaux usées peut aussi entraîner des désavantages s'il transforme la pollution diffuse en pollution ponctuelle. L'épuration permet d'éliminer tous les risques résiduels, même s'il est vrai que les bénéfices tendent à s'amenuiser une fois un haut niveau d'épuration atteint (en supposant évidemment que les installations existantes soient maintenues en bon état et continuent de procurer ces bénéfices). Enfin, il peut exister d'autres effets favorables (ceux liés un meilleur cadre de vie ou ceux promis aux générations futures, par exemple), qui sont parfois plus difficiles à quantifier, mais pourraient néanmoins justifier des investissements dans les services d'eau et d'assainissement au-delà du niveau où les bénéfices quantifiables l'emportent sur les coûts.

Figure 5.1. Courbe des bénéfices procurés par les services d'eau et d'assainissement



5.1.2 Estimation des bénéfices à différentes échelles

La plupart des estimations de bénéfices sont axées sur des problématiques assez restreintes, dans le contexte d'un investissement donné. Les résultats de tels examens sont difficilement comparables et leur agrégation n'est pas significative. De très nombreuses d'études ont cherché à estimer la valeur des différents types de bénéfices procurés par les investissements dans les services d'eau et d'assainissement au niveau d'un bassin hydrographique ou d'un établissement humain donné. On dispose ainsi d'un large éventail de résultats établis en fonction de conditions locales. La synthèse de ces résultats est compliquée par le fait que les analyses ont été menées à différentes échelles et dans des pays très dissemblables, en particulier en termes de prévalence des maladies d'origine hydrique, de pollution des masses d'eau ou même de revenu de la population et de niveaux de développement économique.

Peu d'études évaluent les bénéfices au niveau national. Seules quelques analyses ont estimé les bénéfices globaux procurés à l'ensemble de l'économie d'un pays donné par les investissements dans les SEA (à l'aide d'indicateurs économiques tels que des pourcentages du PIB, par exemple). Il est important de dresser un panorama complet des bénéfices, car certains secteurs économiques peuvent bénéficier d'actions conjointes à différents stades de la chaîne de valeur de ces services. Les secteurs de l'agriculture ou du tourisme, par exemple, peuvent tirer parti d'investissements réalisés dans des activités intervenant en amont et en aval de la chaîne de valeur.

Les études à l'échelle d'une économie sont plus souvent entreprises dans des pays en développement que dans des pays développés, où les analyses sont plus fréquemment réalisées au niveau local. Ainsi, le Programme pour l'eau et l'assainissement (PEA) a lancé en 2006 l'initiative ESI (Economics of Sanitation Initiative) pour amener les décideurs publics de haut niveau en Asie du Sud-Est à traiter l'assainissement comme un problème de santé et pour élever le niveau de priorité de cette question dans ces pays. La première phase de l'ESI a consisté à réaliser une évaluation complète de l'incidence d'un assainissement insuffisant sur les économies de cinq pays de la région (voir encadré 5.1). L'initiative a depuis été étendue à 3 pays d'Asie du Sud et est actuellement en phase de planification dans trois pays d'Afrique.

L'ampleur des pertes estimées imputables au seul défaut d'assainissement (sans tenir compte d'un accès inadéquat à l'eau) est aujourd'hui comparable à celle des pertes prévues (et donc présentant un haut degré d'incertitude) en raison du changement climatique dans un avenir lointain. Ces chiffres sont très substantiels comparés à ceux des interventions dans d'autres secteurs. Le rapport Stern, par exemple, indique que, dans le scénario de base, l'incidence du changement climatique sur la production économique représenterait une perte de quelque 2.5 % du PIB en Inde et en Asie du Sud-Est et de 1.9 % en Afrique

Encadré 5.1. Initiative ESI (Economics of Sanitation Initiative) : évaluation des répercussions d'un assainissement insuffisant

La première phase de cette étude consistait à évaluer les répercussions d'un assainissement inadéquat sur l'économie de cinq pays d'Asie du Sud-Est (Cambodge, Indonésie, République démocratique populaire lao, Philippines et Viet Nam). L'objectif était de démontrer explicitement aux décideurs nationaux et régionaux les effets économiques néfastes d'une telle insuffisance et de leur fournir des estimations des répercussions susceptibles d'être atténuées par des investissements dans un assainissement amélioré. L'analyse a permis de constater qu'un assainissement médiocre entraînait chaque année pour ces pays (à l'exception de la République démocratique populaire lao, qui n'était pas incluse dans l'estimation globale) 2 milliards USD de frais financiers (soit l'équivalent de 0.44 % de leur PIB) et 9 milliards USD de pertes économiques (soit l'équivalent de 2 % de leurs PIB combinés). Ces sommes représentaient 5 USD de charges financières et 22 USD de pertes économiques par an et par habitant, aux taux de change courants, mais elles pouvaient atteindre près de 200 dollars internationaux (exprimés en parités de pouvoir d'achat) dans le cas du Cambodge.

L'étude visait également à estimer les gains économiques susceptibles de découler d'une amélioration de l'assainissement. Ces gains sont résumés ci-dessous pour les quatre pays combinés. Étant donné qu'il est difficile d'établir un lien de causalité entre l'assainissement et les effets constatés sur la santé, on a estimé que seulement 45 % des pertes sanitaires pourraient être récupérées par l'amélioration de l'assainissement, ce qui signifie que la valeur totale des bénéfices découlant de cette évolution est inférieure aux pertes estimées. L'estimation montre que la protection des ressources en eau (en évitant que des eaux usées contaminées n'atteignent les eaux de surface et les eaux souterraines) constitue la composante majeure de ces bénéfices.

Bénéfices économiques liés à une amélioration de l'assainissement	Total estimé (en milliards USD)	% du total des gains
Temps gagné grâce à l'accès à des latrines	1.4	21%
Gains de santé grâce à l'accès à des latrines et à l'hygiène	2.2	33%
Protection des ressources en eau (diminution de la contamination)	2.3	35%
Augmentation de l'activité touristique	0.4	6%
Bénéfices retirés de la réutilisation des déchets (EcoSan)	0.271	4%
Total estimé des bénéfices économiques	6.571	100%

La deuxième phase de l'initiative, qui a débuté en 2008, a permis la réalisation d'analyses coût-bénéfice d'une série d'options d'assainissement pour des zones rurales et urbaines de la région du Pacifique et de l'Asie de l'Est et de la province du Yunnan, dans le Sud de la Chine. Sur tous les sites considérés, l'étude a constaté que les rapports bénéfice/coût des investissements dans les différentes options d'assainissement (sur site ou hors site) étaient toujours supérieurs à un, et pouvaient atteindre 10. Le taux de rentabilité économique de l'investissement initial était compris entre 30 et 200 % par an et était plus élevé dans les zones rurales.

Sources : Hutton *et al.* (2008, 2009) ; entretien avec Guy Hutton (2010).

et au Moyen-Orient d'ici à 2100, comparé à ce qu'un monde sans changement climatique pourrait produire (Stern, 2007)³.

Aucune estimation mondiale des bénéfices procurés par les investissements dans les SEA n'a été compilée. Les bénéfices ont été évalués au niveau mondial dans le but de susciter l'élan politique (et de réunir le financement) nécessaire(s) pour atteindre les OMD relatifs à l'eau et à l'assainissement. Toutefois, ces études se concentrent sur la fourniture d'un accès aux services et ne couvrent pas l'intégralité de la chaîne de valeur des SEA (ce qui inclurait les bénéfices retirés de l'épuration des eaux usées, par exemple). L'estimation à l'échelle mondiale des bénéfices liés à ces investissements dépasse le cadre de cette étude, car elle pose des problèmes méthodologiques complexes, mais elle pourrait devenir nécessaire dans l'avenir (voir la section 0 sur les besoins de recherches supplémentaires).

5.1.3 Comparaison des bénéfices et des coûts

La plupart des études recensées et examinées dans ce rapport n'ont pas cherché de façon systématique à comparer les bénéfices et les coûts. La présente analyse a examiné les données disponibles et les études existantes sur les bénéfices procurés par les investissements dans les SEA. Les informations de coût n'ont été présentées que lorsqu'elles avaient été réunies en même temps que celles sur les bénéfices. Ce manque d'informations sur le coût pose plusieurs problèmes. Comme nous l'avons mentionné plus haut (section), il est difficile de comparer les données relatives aux bénéfices ou de les transférer entre pays ou même entre localités (les bénéfices procurés par l'investissement dans la recharge de nappes aquifères ou l'épuration des eaux usées peuvent varier considérablement d'un bassin hydrographique à un autre).

La documentation des seuls bénéfices ne suffit pas à démontrer aux décideurs que l'investissement dans les SEA est une bonne utilisation des fonds publics. Deux méthodes permettent de réaliser ce type d'évaluation : l'analyse coût-bénéfice (ACB) et l'analyse coût-efficacité (ACE). Elles diffèrent principalement en ce que l'ACB nécessite d'évaluer les coûts et les bénéfices en termes monétaires, tandis qu'avec l'ACE, seuls les coûts doivent être exprimés en unités monétaires, l'efficacité pouvant être déterminée par diverses mesures. Une solide analyse coût-bénéfice permet de déterminer si les effets favorables d'une proposition d'investissement l'emportent sur son coût ou de définir des normes et des cibles correspondant à un niveau de bien-être maximal.

Dans le monde développé, la majorité des bénéfices sanitaires dérivant des SEA ont déjà été concrétisés : l'eau est fournie en continu, dans le respect des normes relatives à l'eau de boisson, avec une couverture des réseaux d'assainissement presque universelle et des niveaux élevés d'épuration des eaux usées. L'expérience acquise au sein de l'OCDE laisse penser que le taux marginal de rentabilité des interventions menées dans les domaines de l'eau et

de l'assainissement baisse à mesure que les mesures se perfectionnent. Ainsi, aux États-Unis, des experts ont estimé entre 500 millions et 4 milliards USD le coût moyen par cas de cancer évité de la mise en application de normes plus strictes sur les concentrations de certains pesticides et herbicides dans l'eau potable (Olmstead, 2010). Toutefois, il est important de noter que cette évaluation a été faite alors que l'état chimique de certains cours d'eau restait médiocre, imposant un traitement supplémentaire (coûteux) pour entrer dans les normes de qualité de l'eau de boisson ou de nouveaux investissements pour accéder à d'autres sources d'eau (potentiellement plus onéreuses à exploiter). On ne dispose pas de données probantes sur l'ampleur de ces « coûts supplémentaires » potentiels, bien que de récentes analyses coût-efficacité (menées dans le contexte de la mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau) soulignent qu'ils pourraient être importants.

Toutefois, même dans les pays développés, il reste des domaines dans lesquels les bénéfices procurés par de nouveaux investissements sont susceptibles de l'emporter notablement sur les coûts. Ce cas peut se présenter lorsque, par le passé, les choix des pouvoirs publics ont conduit à des mesures présentant un « rapport coût-efficacité défavorable ». Cela peut aussi se produire lorsque certains bénéfices sont difficiles à isoler et à exprimer en termes monétaires, comme l'illustrent de récentes expériences d'analyse coût-bénéfice réalisées dans l'Union européenne pour appuyer la mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau dans quelques pays uniquement (voir l'encadré 5.2). Bien que le champ d'application de cette directive soit plus large, puisqu'il couvre la gestion des ressources hydriques, ces exemples sont intéressants, car ils montrent comment les informations sur les coûts et les bénéfices liés aux investissements dans le secteur de l'eau peuvent être intégrées dans le processus d'élaboration des politiques. Toutefois, dans le cas de la Directive, les principaux bénéfices sont de type environnemental, liés à l'obtention d'un « bon état écologique », ce qui les rend particulièrement difficiles à quantifier, car largement associés à des valeurs hors usage.

Encadré 5.2. Comparaison des bénéfices et du coût de la Directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'Union européenne

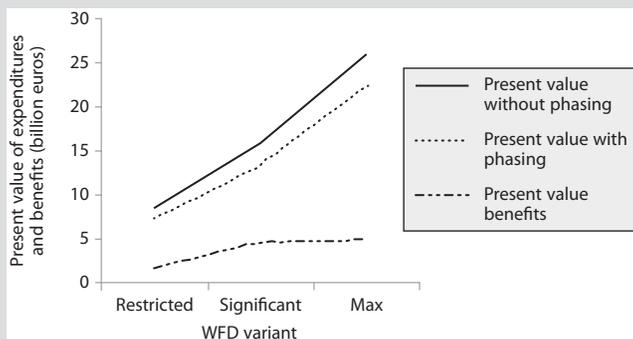
En Europe, un nombre limité de pays ont cherché à comparer le coût et les bénéfices liés à l'application de la DCE au niveau national. Au Royaume-Uni, plusieurs estimations de cette nature ont été conduites en vertu de l'obligation de réaliser une étude d'impact de toute nouvelle réglementation (De Nocker *et al.*, 2007). L'étude d'impact du premier cycle des plans de gestion des bassins hydrographiques élaborés pour mettre en œuvre la DCE fournit des estimations des bénéfices et du coût liés à cette directive pour l'Angleterre et le pays de Galles. Les coûts exceptionnels ont été estimés à 112 millions USD

Encadré 5.2. Comparaison des bénéfices et du coût de la Directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'Union européenne (suite)

(75 millions GBP) (au cours des trois premières années), et le coût annuel moyen (hors coûts exceptionnels) à 12 millions USD (8 millions GBP). D'autre part, des bénéfices annuels moyens ont été mis en évidence pour un montant de 15 millions USD (10 millions GBP), ce qui correspond au consentement du grand public à payer pour améliorer l'état des eaux. La comparaison des valeurs actuelles des coûts et bénéfices fait apparaître un bénéfice net de 10 millions USD (7 millions GBP) pour la DCE en Angleterre et au pays de Galles (Defra/WAG, 2009).

Aux Pays-Bas, plusieurs analyses coût-bénéfice ont été réalisées en rapport avec la mise en œuvre de la DCE afin d'appuyer la prise de décision en informant les décideurs publics, y compris le Parlement néerlandais. En 2006, une analyse coût-bénéfice stratégique a tenté d'exprimer les bénéfices en termes monétaires, autant que faire se peut. L'évaluation indiquait que les principaux effets bénéfiques des mesures de la DCE étaient liés à la valeur associée à la beauté du milieu naturel, révélée par l'augmentation de la valeur des habitations situées près de l'eau. D'autres catégories de bénéfices concernaient les activités de loisirs et la production d'eau de boisson. Toutefois, toutes les catégories de bienfaits ne pouvant pas être estimées et exprimées en termes monétaires, les chiffres fournis ont été présentés comme sous-estimant les bénéfices réels. Or, l'analyse a montré que les bénéfices estimés étaient bien inférieurs aux coûts estimés, et que les seconds augmentaient plus vite que les premiers (van der Veeren, 2010).

Comparaison des coûts et des bénéfices de la DCE aux Pays-Bas



Note : valeurs actuelles, en milliards EUR ; les « variantes de la DCE » correspondent à différents scénarios.

Source : Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007 (cité dans van der Veeren, 2010)

Encadré 5.2. Comparaison des bénéfices et du coût de la Directive-cadre sur l'eau (DCE) de l'Union européenne (suite)

Les résultats de l'évaluation ont permis aux pouvoirs publics d'appréhender les implications économiques complexes, pour le pays et pour différents secteurs d'activités. Ils ont également permis de soulever des questions d'éthique et de responsabilité générale (en particulier le devoir des citoyens d'aujourd'hui de maintenir l'écosystème aquatique dans un état satisfaisant pour les générations futures) qui justifiaient la nécessité d'agir, même à un coût supérieur aux bénéfices (mesurés). Enfin, les différentes analyses ont permis d'instaurer avec le Parlement néerlandais un dialogue utile « qui a conduit à un programme de mesures socialement accepté, qui est économiquement viable et transparent » (van der Veeren, 2010).

Source : de Nocker *et al.*, 2007 ; Defra/WAG, 2009 ; van der Veeren, 2010.

Dans les pays en développement, les investissements dans les SEA présentent généralement un rapport bénéfices/coûts élevé et supportent bien la comparaison avec d'autres interventions en faveur du développement. Certains donateurs bilatéraux⁴ notamment intègrent une analyse coût-bénéfice dans l'examen préalable de projets d'investissement dans les SEA, afin de déterminer l'option d'investissement à retenir. Toutefois, la comparaison s'effectue rarement avec des interventions de développement substitutives dans d'autres secteurs.

Le projet Copenhagen Consensus a cherché à comparer les coûts et les bénéfices liés à un large éventail d'interventions en faveur du développement, afin d'aider à établir des priorités internationales. Le procédé consistait en une évaluation intersectorielle de rapports bénéfices/coûts, à l'aide de méthodes standard. Whittington *et al.* (2009) se sont livrés à cet exercice pour une série d'interventions de faible coût dans le secteur de l'eau et de l'assainissement (voir l'encadré 5.3). Comme ces auteurs le soulignent, les projets dans ce secteur ne sont pas tous susceptibles de réussir le test de l'analyse coût-bénéfice, en particulier si l'on considère les dépenses d'équipement considérables initialement nécessaires pour procurer des bénéfices sur une longue durée. Il est donc primordial d'évaluer les coûts et les bénéfices liés à des investissements substitutifs, sachant que différents niveaux de service peuvent procurer des bénéfices comparables pour des coûts très différents. Whittington *et al.* (2009) concluent comme suit : « l'élément déterminant d'investissements fructueux dans les SEA est la détermination des formes de service et des mécanismes de paiement qui feront apparaître l'utilité des améliorations aux yeux de ceux qui doivent en supporter le coût. Souvent, les technologies classiques de réseaux de distribution échouent à ce test, et les ménages pauvres ont besoin de solutions de remplacement, sans raccordement aux réseaux ».

Encadré 5.3. **Projet Copenhagen Consensus : classement des interventions en faveur du développement selon leur rapport bénéfices/coûts**

Le projet Copenhagen Consensus a été lancé par Bjørn Lomborg, un théoricien de premier plan sur les questions environnementales, qui se définit lui-même comme un « écologiste sceptique ». Le projet consiste à établir des priorités parmi un large éventail d'interventions mondiales en faveur du développement à l'aide d'une analyse coût-bénéfice. Le processus a été mené pour la première fois en 2004, et a conduit à allouer des fonds supplémentaires aux projets de lutte contre le VIH/sida, « qui étaient arrivés en tête des priorités définies par les économistes ».

La deuxième édition, publiée en 2009, se proposait de « se pencher sur dix des plus grands défis à relever sur la planète », parmi lesquels l'eau et l'assainissement. Whittington *et al.* (2009) ont mené l'analyse sur l'eau et l'assainissement et ont estimé les rapports bénéfices/coûts de quatre types d'interventions en matière d'eau et d'assainissement dans les pays en développement, à savoir :

- un programme d'approvisionnement en eau de zones rurales d'Afrique, qui consiste à réaliser des forages profonds équipés de pompes à main ;
- un programme d'assainissement conçu pour mettre un terme à la défécation à l'air libre en Asie du Sud (Assainissement total piloté par la communauté [ATPC]) ;
- une technologie de désinfection de l'eau (biofiltre à sable) installée dans les foyers (au point d'utilisation) ;
- de grands barrages polyvalents en Afrique.

Le tableau ci-après donne les résultats de l'analyse des rapports bénéfices/coûts de trois de ces interventions.

Résultats	Eau en zone rurale	ATPC	Biofiltre à sable
Bénéfices (USD/ménage/mois)	6.63	1.14	3.73
Coûts (USD/ménage/mois)	2.26	0.43	1.40
Rapport bénéfices/coûts (moyenne)	2.9	2.7	2.8
% de sites présentant un rapport bénéfices/coûts <1	15.6%	15%	11.1%

Les simulations ont été effectuées à l'aide de la méthode de Monte-Carlo, afin de tenir compte du fait que les bénéfices et les coûts peuvent varier selon le lieu et le contexte des interventions. Le rapport bénéfices/coûts pouvait donc être bien supérieur à ces valeurs moyennes, avec 11 % de sites enregistrant un rapport moyen de 6.8 pour les pompes à main, par exemple. De même, les biofiltres à sable constituaient l'intervention présentant le risque le moins élevé d'aboutir à un rapport bénéfices/coûts inférieur à 1.

Encadré 5.3. **Projet Copenhagen Consensus : classement des interventions en faveur du développement selon leur rapport bénéfices/coûts** *(suite)*

Ces résultats ont ensuite été comparés à ceux d'autres secteurs, puis classés par des spécialistes du développement et des économistes de renom, à qui il a été demandé d'indiquer dans quels projets ils « mettraient de l'argent » en fonction de ce type d'analyse. Dans le classement général final, les interventions dans les SEA se sont placées entre la 15^e et la 20^e place (sur un total de 30 interventions), alors que les interventions de lutte contre la malnutrition (comme les suppléments en micronutriments ou la promotion de la nutrition axée sur les communautés) figuraient dans le peloton de tête, en grande partie grâce à leur coût relativement faible et à leur temps de retour d'investissement assez court.

Source : Lomborg (2009); Whittington *et al.* (2009).

L'analyse proposée par le projet Copenhagen Consensus est utile, car elle permet de prendre du recul et de comparer les interventions sectorielles avec d'autres moyens d'atteindre les mêmes objectifs (diminution de la mortalité infantile par exemple ou, plus généralement, réduction de la pauvreté). Ce type d'analyse se heurte cependant à plusieurs limites, car les méthodes de mesure des bénéfices et des coûts peuvent varier beaucoup d'un secteur à l'autre, ce qui complique l'interprétation des résultats⁵. En outre, le projet Copenhagen Consensus compare des interventions de natures très différentes dans le domaine du développement, dont certaines sont relativement aisées à mettre en œuvre (campagnes de vaccination, par exemple) tandis que d'autres sont subordonnées à des négociations politiques de grande ampleur dont l'issue est incertaine (Programme de Doha pour le développement ou maintien de la paix après les conflits, par exemple).

Une analyse coût-efficacité comparative est plutôt plus facile à réaliser et moins sujette à controverse sur le plan méthodologique, mais la comparaison des interventions n'est possible que sur la base d'un seul indicateur d'efficacité. Par exemple, le projet Disease Control Priorities (priorités dans la lutte contre les maladies) est une initiative suivie d'évaluation des priorités en matière de lutte contre les maladies, qui effectue des analyses fondées sur des données probantes et fournit des moyens didactiques pour éclairer l'élaboration des politiques sanitaires dans les pays en développement. Il compare pour cela l'efficacité de diverses interventions sanitaires en fonction du coût estimé par AVCI évitée (voir l'encadré 5.4).

Toutefois, le rapport coût-efficacité des interventions peut varier considérablement d'une région à l'autre, car il dépend des niveaux d'incidence et des taux de létalité, du nombre de bénéficiaires de chaque intervention et des structures de coûts. Il est généralement meilleur pour les interventions liées à l'eau et à l'assainissement mises en œuvre dans les régions où le taux de létalité due à la diarrhée est élevé (Hutton *et al.*, 2008).

Encadré 5.4. *Projet Disease Control Priorities (priorités dans la lutte contre les maladies) : estimation du rapport coût-efficacité des interventions sanitaires*

Le chapitre 41 de la deuxième édition du projet *Disease Control Priorities* (Cairncross et Valdmanis, 2006) évalue les rapports coût-efficacité moyens d'une série d'interventions dans le domaine de l'eau et de l'assainissement, afin d'établir une base de comparaison avec les interventions sanitaires examinées dans d'autres chapitres (la publication comprend 73 chapitres couvrant un large éventail de mesures de santé).

L'étude a permis de déterminer que le coût des mesures de promotion de l'hygiène et de l'assainissement était respectivement de 3 USD et 11 USD par AVCI évitée. À titre de comparaison, ce rapport était estimé à 23 USD par AVCI pour la promotion de la thérapie de réhydratation orale, la seconde mesure phare de prévention de la mortalité liée à la diarrhée, ce qui montrait l'efficacité relative de la promotion de l'hygiène et de l'assainissement. Toutes ces valeurs étaient également bien inférieures au seuil de 150 USD par AVCI proposée par la Banque mondiale (1993) comme critère d'efficacité d'un investissement dans la santé par rapport à son coût.

Les investissements dans les infrastructures présentaient un coût bien plus élevé par rapport à leur efficacité. Le rapport coût-efficacité de la construction d'installations d'assainissement, par exemple (promotion incluse) était de 270 USD par AVCI. S'agissant de l'approvisionnement en eau, le coût du raccordement des communautés était estimé à 94 USD par AVCI, tandis qu'il s'élevait à plus du double pour le raccordement des ménages (223 USD par AVCI). Malgré tout, ces mesures restaient économiques comparées à d'autres instruments d'action sanitaire. La fourniture d'un traitement antirétroviral de l'infection à VIH, par exemple, était évaluée à 922 USD par AVCI.

Sources : Cairncross et Valdmanis (2006); www.dcp2.org/main/Home.html; Banque mondiale (1993).

Les interventions qui procurent les bénéfices généraux les plus importants (sanitaires et non sanitaires) peuvent également être les plus onéreuses. Haller *et al.* (2007) ont mené une analyse coût-efficacité qui a fait apparaître que l'alimentation des habitations en eau courante et leur raccordement au tout-à-l'égout constituaient l'intervention la plus efficace en termes de gains de santé, mais également la plus onéreuse : elle permettait d'éviter 71 millions d'AVCI, mais impliquait un investissement et des coûts récurrents compris entre 48 et 60 milliards USD. Les auteurs sont arrivés à la conclusion que, dans de nombreux pays en développement, la distribution

d'eau courante dans les habitations risquait d'être trop coûteuse à court et moyen termes, et que, dans l'immédiat, les gouvernements et les ménages devraient peut-être se tourner vers les meilleures solutions de second rang, bien que les bénéfiques sanitaires et non sanitaires en soient moins importants. Ils suggéraient que la désinfection au point d'utilisation, qui présentait un meilleur rapport coûts/bénéfices (entre 338 et 461 millions USD pour 17 à 19 millions d'AVCI évitées), pouvait être une stratégie à court terme efficace pour continuer à réduire l'incidence de la diarrhée, en attendant l'extension et la mise à niveau des services de distribution d'eau courante et d'évacuation des eaux usées. Cette stratégie d'investissement pour l'amélioration des services de l'eau est également celle recommandée par Edwards (2008) dans un guide publié par l'OMS pour clarifier les coûts et bénéfices des interventions dans ce domaine.

En Europe également, des évaluations « coût-efficacité » sont réalisées pour s'assurer que les objectifs proposés par les politiques (environnementales) sont atteints au moindre coût. Une analyse coût-efficacité (ACE) convient particulièrement lorsque les objectifs d'une politique ont déjà été définis. Ces évaluations ont conduit aux constatations suivantes :

- Dans le domaine de l'épuration des eaux usées, il semble fondamental d'envisager d'autres techniques de traitement, plutôt que des infrastructures d'épuration à grande échelle, car la première solution est généralement d'une plus grande efficacité par rapport à son coût.
- Pour atteindre les objectifs définis en matière de qualité de l'eau, il est important de comparer les mesures visant à réduire la pollution générée par différents secteurs ou utilisations de l'eau, par exemple : amélioration des pratiques de fertilisation dans l'agriculture contre épuration des effluents des communautés rurales ou traitement supplémentaire pour se conformer aux normes relatives à l'eau de boisson. Ce constat replace à l'évidence la question des SEA dans le contexte plus large de la gestion intégrée des ressources en eau.

5.2 Utilisation des informations sur les bénéfiques dans l'élaboration des politiques et des décisions d'investissement

Même si l'on constate des écarts importants entre les chiffres, un certain nombre de messages clés à l'attention des décideurs se dégagent de l'analyse, comme récapitulé ci-dessous.

Les premiers fruits à récolter à l'échelle mondiale sont ceux produits par la fourniture d'un accès à des services améliorés en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène, comme celui intégré dans les cibles des OMD pour l'eau et l'assainissement. L'ampleur du défi est claire et les

bénéfiques sont substantiels pour chaque pays, mais aussi pour l'économie mondiale dans son ensemble, grâce à un certain nombre d'effets indirects. Ainsi, comme nous l'avons vu au chapitre 2, fournir un accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène peut contribuer dans une grande mesure à réduire la mortalité infantile, ce qui peut à son tour concourir à diminuer les taux de fertilité (entre autres facteurs) et à freiner la croissance de la population après une transition démographique. Même si les progrès vers la réalisation des OMD sont considérables, surtout pour ce qui est de l'accès à l'eau, l'OMD relatif à l'assainissement ne sera pas atteint dans un grand nombre de pays, en particulier en Afrique subsaharienne, et cela aura des répercussions défavorables sur le développement social et économique. Le projet AICD (Africa Infrastructure Country Diagnostic, diagnostic des infrastructures nationales en Afrique), par exemple, qui est mené par des chercheurs de la Banque mondiale grâce aux fonds de divers donateurs, a permis de constater que les niveaux actuels de dépenses étaient bien inférieurs à ceux qui seraient nécessaires pour atteindre les OMD pour l'eau et l'assainissement en Afrique subsaharienne⁶. Les gouvernements africains se sont récemment engagés, dans la Déclaration d'eThekweni adoptée à la conférence AfricaSan de 2008, à dépenser 0.5 % de leur PIB dans l'assainissement. Selon Foster et Briceño-Garmendia (2009), ils s'approcheraient ainsi des montants nécessaires pour réaliser les OMD, sans pour autant rattraper le retard accumulé.

Étant donné les coûts considérables liés à la fourniture d'un accès à l'eau et à l'assainissement et le manque de ressources financières, il faudrait privilégier les investissements qui présentent les rapports coût-efficacité les plus élevés. Ainsi, une bonne hygiène et un assainissement approprié peuvent se révéler plus importants pour protéger la santé qu'une eau de boisson pure et salubre au robinet, et offrent comparativement un très bon rapport coût-efficacité. En outre, on a constaté que l'adoption de pratiques d'hygiène était une condition nécessaire pour concrétiser efficacement les bénéfices liés à l'investissement dans l'accès à l'eau et à l'assainissement. Un certain nombre d'experts ont également recommandé de recourir à un traitement de l'eau au point d'utilisation en attendant de pouvoir étendre des réseaux de distribution d'eau avec système de traitement centralisé, plus onéreux. À l'heure actuelle, selon la base de données du CAD, moins d'un quart de l'aide totale des pays de l'OCDE dans le secteur de l'eau et de l'assainissement va à l'accès à des services de base dans ces domaines, alors que près de la moitié est consacrée aux grands systèmes d'alimentation et d'assainissement.

Dans les pays en développement, il ne sera pas suffisant de simplement mettre l'accent sur la réalisation des OMD pour l'eau et l'assainissement. Il est primordial de protéger la ressource si l'on veut être en mesure de servir durablement les ménages anciennement et nouvellement raccordés.

Cela nécessitera d'investir dans un assainissement adéquat et durable, mais qui pourra ou non englober l'épuration des eaux usées. Dans certains cas, lorsque les systèmes d'égouts sont peu développés, ces objectifs peuvent être atteints avec un meilleur rapport coût-efficacité en encourageant les ménages à investir dans des latrines améliorées et en mettant à leur disposition des services et des infrastructures garantissant que ces latrines seront utilisées (et vidées) de manière durable. En outre, il sera essentiel, dans le contexte du changement climatique et de la raréfaction de l'eau, d'assurer la fiabilité de l'approvisionnement par une gestion appropriée de l'équilibre entre l'offre et la demande. Le projet AICD mentionné précédemment a constaté qu'en Afrique, le stockage de l'eau était extrêmement sous-développé (il est d'environ 200 m³ par habitant, alors que cette capacité se compte en milliers de mètres cubes sur d'autres continents) et qu'il faudrait dans l'avenir investir massivement dans le stockage pour faire face à la variabilité de plus en plus importante des précipitations.

Il faudra donc éventuellement élargir la perspective afin de définir des cibles internationales allant au-delà des OMD, qui ont été jusqu'à présent principalement axés sur l'accès aux services de base. Jusqu'à la date butoir des OMD, à savoir 2015, il importera d'exploiter les constatations relatives aux bénéfices pour contribuer à définir de nouvelles cibles. Ce faisant, la communauté internationale devrait fixer des objectifs qui resteront pertinents sur le long terme. Ainsi, comme l'a constaté Bartram (2008b), on a de plus en plus de raisons de penser que les bénéfices liés à la fourniture d'un accès à un point d'eau au niveau communautaire sont très limités, alors qu'ils deviennent très importants, en termes d'hygiène, de productivité et de gain de temps, lorsque l'eau est disponible dans chaque foyer. La définition de nouvelles cibles nécessitera de dépasser les mesures visant simplement à fournir un accès afin de s'intéresser aux répercussions économiques plus larges de l'absence de services d'eau et d'assainissement adéquats.

Les services d'assainissement retiennent moins l'attention que les services de l'eau. Les données sur les investissements dans l'assainissement (par opposition aux services de l'eau) sont généralement difficiles à isoler avec fiabilité, étant donné que les chiffres des investissements dans ces deux domaines sont souvent combinés (y compris dans la base de données du CAD de l'OCDE, bien que de plus en plus d'efforts soient déployés pour les distinguer). Le PCS a estimé que dans les années 90, le secteur de l'eau avait reçu 12.6 milliards USD par an, soit approximativement quatre fois plus que les 3.1 milliards USD consacrés à l'assainissement. Compte tenu des bénéfices procurés par l'assainissement, sur le plan de la santé et des gains de productivité, mais aussi de la protection des ressources en eau, les investissements dans ce domaine affichent un net retard sur ceux réalisés dans les services de l'eau.

La protection de la ressource et l'épuration des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement peuvent entraîner des réductions considérables des coûts de traitement et préserver la ressource pour une multitude d'autres utilisations, notamment celles essentielles pour l'économie dans son ensemble (telles que l'aquaculture ou le tourisme). Ce mode de protection de la ressource est désormais un moteur fondamental d'investissement dans les pays développés, où la plupart des bénéfices des SEA ont déjà été récoltés et où l'attention se porte maintenant sur les bénéfices environnementaux. L'analyse coût-bénéfice de ce type de propositions d'investissement risque de ne pas donner de résultats positifs si les bénéfices sont exclusivement estimés en fonction des améliorations environnementales supplémentaires. En revanche, l'intérêt qu'il y a à protéger la ressource pour l'ensemble de l'économie et pour les générations futures peut suffire à justifier la décision d'investir. En outre, une épuration adéquate permet de réutiliser les boues ou les eaux usées traitées à des fins de production, dans le domaine de l'agriculture ou de la génération d'énergie, par exemple, ce qui peut entraîner des flux de revenus substantiels et aider dès l'origine à financer des investissements dans l'assainissement. Il faudrait pour cela mettre en place des canaux de financement permettant de stimuler ces flux de revenus.

Il est essentiel de se placer dans l'optique d'une planification stratégique pour sélectionner les options d'investissement les plus efficaces par rapport à leur coût sur l'ensemble de la chaîne de valeur, afin d'éviter des coûts excessifs, maintenant et dans l'avenir. Dans de nombreux pays, les investissements sont axés de prime abord sur la fourniture d'un accès à l'eau potable. Toutefois, même si de tels investissements procurent des bénéfices, ils sont également sources d'inconvénients, car le volume d'eaux usées non épurées rejetées dans l'environnement local augmente, venant s'ajouter à la quantité d'eau sale stagnant aux alentours des habitations (avec des risques accrus de propagation de maladies telles que le paludisme, véhiculées par des insectes qui se reproduisent dans des étendues d'eau souillée) et renforçant le risque d'épidémies et de contamination des eaux souterraines. De même, des investissements dans des réseaux d'égouts réalisés sans les investissements correspondants dans l'épuration des eaux usées peuvent profiter à l'environnement local, mais nuire à la population d'une autre zone, car ils créent une pollution ponctuelle à l'endroit où les eaux d'égout non traitées sont rejetées, dans une rivière ou la mer, par exemple⁷. Le problème de l'estimation des bénéfices globaux est donc en partie lié à l'ordre dans lequel les investissements sont réalisés, sachant qu'ils n'ont généralement pas tous lieu en même temps, par manque de financement ou de capacités de mise en œuvre, entre autres.

5.3 Recherches supplémentaires nécessaires pour appuyer l'élaboration de politiques

Même si l'on dispose de nombreuses études sur les bénéfices liés à l'investissement dans les SEA, celles-ci n'ont été que rarement utilisées pour influencer directement sur la prise de décision. Au Brésil, par exemple, l'étude réalisée par Barreto *et al.* fut la première analyse complète de l'incidence d'un programme d'assainissement à l'échelle d'une ville sur la réduction de la diarrhée chez l'enfant. Bien que l'étude ait trouvé un écho dans le milieu universitaire, elle est arrivée trop tard pour infléchir le débat sur l'action publique et l'élaboration des politiques durant le programme (voir l'encadré 2.3 pour plus d'informations). Dans le cas de l'adoption de la Directive-cadre sur l'eau dans l'UE, par exemple, les objectifs définis dans le texte (tels que le « bon état écologique » des masses d'eau réceptrices) résultent d'un processus politique, et non d'une évaluation minutieuse des bénéfices. Étant donné les difficultés rencontrées pour estimer les bénéfices retirés de l'investissement dans l'eau (qui, dans le contexte de la DCE, dépasse le cadre des SEA), le document d'orientation WATECO sur la mise en œuvre des aspects économiques de la DCE précise qu'une analyse coût-bénéfice complète n'est nécessaire que lorsque le pays demande à déroger aux objectifs établis au motif que les coûts de mise en œuvre risqueraient d'être « disproportionnés » au regard des bénéfices attendus (WATECO, 2003).

De même, dans le monde en développement, les OMD relatifs à l'eau et à l'assainissement ont été définis en fonction de cibles qui apparaissaient à l'époque comme raisonnables et accessibles, tout en restant suffisamment ambitieuses pour présenter un intérêt. Aucune ACB préliminaire n'avait été entreprise dans ce but. Seule une ACB *a posteriori* a été réalisée et a permis de constater un rapport bénéfices/coûts d'environ 8 (Hutton et Haller, 2004).

Ce rapport a mis en évidence comment l'information sur les bénéfices procurés par l'investissement dans l'eau et l'assainissement pouvait concourir à l'élaboration de politiques et à la définition de priorités d'investissement dans ces services. Cependant, nous avons déterminé un certain nombre de domaines dans lesquels il faudrait accentuer la recherche pour apporter une contribution optimale au débat d'orientation.

Une plus grande comparabilité des résultats fournis par les différentes études aiderait à présenter un panorama mondial des bénéfices et à renforcer l'analyse de ceux-ci au niveau local, en vue d'appuyer l'élaboration des politiques et les décisions d'investissement. D'un point de vue méthodologique, il serait utile de faire appel à des « systèmes de mesure » communs de façon à pouvoir comparer plus facilement les bénéfices d'un domaine ou d'une juridiction à l'autre. Le consentement à payer, par exemple, est souvent défini dans les analyses comme le montant net qu'un ménage est prêt à payer (ou

à investir lui-même) en échange de l'amélioration d'un service donné. De la même manière, les bénéfices pourraient être présentés sous la forme de montants par habitant ou en pourcentage du revenu des ménages. L'utilisation de pourcentages faciliterait la comparaison des bénéfices avec les coûts, mesurés de manière supplétive par la facture moyenne de SEA d'un ménage. Ces mesures communes faciliteraient également la comparaison de résultats entre pays et permettraient de neutraliser les différences entre parités de pouvoir d'achat.

Des efforts devraient être consentis pour évaluer et mettre en lumière l'ampleur des « coûts évités » grâce à un ordre de succession des investissements plus efficace, à la fois en termes relatifs, par rapport aux coûts d'investissement totaux (passés ou prévus), et en termes de « bénéfices sacrifiés ». Il faudrait pour cela s'intéresser aux coûts actuels, mais également aux coûts éventuellement évités lors du remplacement des infrastructures de SEA, un aspect important, sans conteste, car les bénéfices pour les générations futures sont trop souvent ignorés. Une telle analyse pourrait également être entreprise dans le contexte d'un éventail plus large d'interventions en faveur du développement, afin d'examiner s'il est préférable d'investir dans l'eau et l'assainissement aux premiers stades du processus (pour faire de ces investissements des « moteurs » de croissance) ou plus tard, une fois que les infrastructures économiques nécessaires pour assurer une exploitation et une maintenance adéquates des équipements ont été mises en place.

Les décisions prises au niveau local doivent reposer sur une analyse coût-bénéfice des autres stratégies d'investissement, ce qui comprend non seulement la sélection des options d'investissement, mais aussi la conception de stratégies globales et la définition de l'ordre de succession des investissements. Même si l'on dispose de plusieurs documents d'orientation sur les analyses coût-bénéfice des projets dans le domaine de l'eau, des directives pourraient être nécessaires sur l'évaluation des bénéfices et des coûts dans l'optique d'une décision de réforme du secteur de l'eau et de l'assainissement (plutôt que de projets en particulier). Cela soulignerait la nécessité d'évaluer les bénéfices ou les inconvénients à tous les stades de la chaîne de valeur et de déterminer si les niveaux d'investissement correspondants sont adéquats. Toutefois, une solide analyse coût-bénéfice est onéreuse et ne peut pas être réalisée dans tous les cas : l'une des solutions consisterait à ne conduire d'ACB que dans les domaines présentant des problèmes importants (correspondant à des « points névralgiques ») et pour lesquels il convient de définir soigneusement l'option d'investissement la plus judicieuse. C'est d'ailleurs l'approche retenue pour l'analyse économique dans le contexte de la Directive-cadre sur l'eau, qui ne demande de réaliser des analyses coût-bénéfice que lorsque les mesures proposées risquent d'engendrer des « coûts disproportionnés »⁸.

Étant donné la nature extrêmement locale des SEA, une estimation des bénéfices mondiaux pourrait ne pas se justifier à ce stade. D'après les constatations de l'étude, il semble qu'une analyse des bénéfices mondiaux liés à l'investissement dans les SEA équivalente au rapport Stern sur l'économie du changement climatique ou à l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire serait extrêmement délicate à réaliser et d'une utilité comparativement moindre. D'un point de vue pratique, nous avons à maintes reprises souligné dans le présent rapport la variabilité des bénéfices procurés par les SEA selon les facteurs locaux tels que la prévalence des maladies diarrhéiques ou la qualité des eaux réceptrices. Olmstead (2010) indique ainsi que le « mélange non uniforme » de la plupart des polluants de l'eau complique la conception de politiques de lutte contre la pollution efficaces par rapport à leur coût. À la différence de la pollution de l'air, la pollution ou la rareté de l'eau sont des problèmes de nature extrêmement locale. Ainsi, il est impossible d'agréger les polluants de l'eau comme on le fait pour estimer la contribution des émissions de carbone au changement climatique, par exemple. En outre, les mesures correctrices doivent être prises au niveau local : une intervention des pouvoirs publics coordonnée au niveau mondial (en supposant que cela soit possible) serait moins utile dans le domaine de l'eau et de l'assainissement que dans le cas du changement climatique.

En revanche, un ensemble d'études de cas représentatives d'environnements ou de régions types, réalisées en suivant une méthode commune, serait très utile pour démontrer le bien-fondé de l'investissement dans les services d'eau et d'assainissement. Ces études de cas pourraient être sélectionnées de manière à mettre en évidence des situations caractéristiques, présentant différentes combinaisons de pressions (pénurie d'eau relative, taux de croissance démographique, utilisations concurrentes de l'eau, état des équipements existants en matière d'eau et d'assainissement, etc.). Cet ensemble cohérent d'études de cas pourrait contribuer à élever le niveau mondial de sensibilisation et favoriser la réallocation de ressources financières à ce secteur, ou à l'intérieur de celui-ci (affectation des ressources aux interventions présentant le meilleur rapport coût-efficacité, sur la base d'une analyse plus rigoureuse des bénéfices). Si une telle étude devait être entreprise, nous recommanderions de l'étendre aux bénéfices résultant de tous les types d'investissements dans le domaine de l'eau, selon les principes de la gestion intégrée des ressources en eau, car son principal objectif serait de mettre en évidence le besoin d'investissements supplémentaires pour remédier aux problèmes de raréfaction de l'eau et de détérioration des ressources hydriques. Si la consommation d'eau des collectivités contribue pour une part notable à ces pressions sur les ressources hydriques, elle arrive loin derrière d'autres utilisations (agriculture, industrie ou production d'électricité).

Notes

1. www.independent.co.uk/environment/climate-change/water-scarcity-now-bigger-threat-than-financial-crisis-1645358.html.
2. McKinsey & Company (2009) a évalué les répercussions économiques d'un tel déficit dans des zones précises, susceptibles d'être particulièrement touchées, telles que les bassins hydrographiques de la côte est de la Chine, où l'utilisation d'eau croissante des communes entre en concurrence avec les usages agricoles et industriels, et a examiné un large éventail de mesures touchant à l'offre et à la demande, qui pourraient être élaborées et mises en œuvre pour réduire ce déficit.
3. Toutefois, Stern (2007) indique qu'il existe de bonnes raisons d'orienter l'analyse vers un scénario de changement climatique plus important, qui entraînerait d'ici à 2100 une perte de 9 % du PIB en Inde et en Asie du Sud-Est et de 7 % en Afrique et au Moyen-Orient.
4. La plupart des donateurs multilatéraux estimeront le taux de rendement interne (TRI) d'un projet donné, mais ne chercheront pas nécessairement à en exprimer les bénéfices en termes monétaires, car ce processus peut se révéler relativement coûteux.
5. Ainsi, Whittington *et al.* (2009) ont utilisé un taux d'actualisation de 6 % au lieu des 3 % « préconisés » par les concepteurs du projet Copenhagen Consensus, jugeant qu'il était plus approprié aux investissements dans les SEA.
6. Pour plus d'informations et pour télécharger le rapport complet, voir www.infrastructureafrica.org/aicd/.
7. Bennett (2009), par exemple, a estimé ces répercussions dans le cadre d'un projet dans le domaine de l'eau à Cebu (Philippines) et a constaté que l'alimentation en eau courante d'un quartier entier augmentait les fèces et les ordures ménagères de 15 à 30 %.
8. Commission européenne (2001).

Bibliographie

- Abou-Ali, H. et M. Belhaj (2005), « Does Benefit Transfer Always Work: a Multi-country Comparison », IVL Swedish Environmental Research Institute, Université de Göteborg, Göteborg, Suède.
- AEE (Agence européenne pour l'environnement) (1999), « Sustainable water use in Europe. Part 1: Sectoral use of water », Environmental assessment report n° 1, Copenhague, Danemark, <http://reports.eea.eu.int:80/binaryeenviasses01pdf>.
- AEE (2005), « Effectiveness of urban wastewater treatment policies in selected countries: an EEA pilot study », rapport AEE n° 2/2005, Copenhague, Danemark, www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2005_2.
- AESN (2007), « Bénéfices de l'assainissement », *Rapport d'étude*, AESN, février 2007, Seine Normandie, France.
- Altaf, A. et J. Hughes (1994), « Measuring the Demand for Improved Urban Sanitation Services: Results of a Contingent Valuation Study in Ouagadougou, Burkina Faso », *Urban Studies*, vol. 31, n° 10, pp. 1763-1776, avril 1994.
- Andersen (2001), « Revision of Directive 86/278/EEC. Cost Benefit analysis », présentation à la Sewage Sludge Conference, 31 octobre 2001, Bruxelles, Belgique.
- Atkins, J.P. et D. Burdon (2006), « An initial economic evaluation of water quality improvements in the Rander Fjord, Denmark », *Marine Pollution Bulletin*, vol. 53 (2006), pp. 195-204.
- Ayres, J.G. *et al.* (2008), « Human health and the environmental impacts of using sewage sludge on forestry and for restoration of derelict land. Task 1 – Desk-based literature review of the human health impacts of spreading sewage sludge on non-agricultural land », SNIFFER, Aberdeen, Royaume-Uni.
- BAD (2007), « Dignity, Disease, and Dollars: Asia's Urgent Sanitation Challenge », Semaine mondiale de l'eau à Stockholm, août 2007, Banque asiatique de développement, Manille, Philippines.

- Banque mondiale (1993), *Rapport sur le développement dans le monde 1993 – Investir dans la santé*, Oxford University Press, New York, États-Unis.
- Banque mondiale (2007), « République Tunisienne – Évaluation du coût de la dégradation de l'eau », rapport n° 38856, Washington, États-Unis.
- Banque mondiale (2008), *Environmental Health and Child Survival: Epidemiology, Economics, Experience*, série *Environment and Development*, Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- Baraket et Chamberlin (1994), « The Value of Water Supply Reliability: Results of a Contingent Valuation Survey of Residential Customers », California Urban Water Agencies, Oakland (Californie), États-Unis, www.cuwa.org/library/TheValueofWaterSupplyReliability.pdf.
- Barreto, M. *et al.* (2007), « Impact on diarrhoea of a city-wide sanitation programme in Northeast Brazil », Instituto de Saúde Coletiva, Université fédérale de Bahia, Salvador, Brésil.
- Barton, David (1999), « Quick and dirty: transferring the benefits of avoided health effects from water pollution between developed and developing countries », septembre 2009, Université agricole de Norvège, Ås, Norvège.
- Bartram, J. (2008a), « Sanitation is an investment with high economic returns », *UN Water Factsheet n° 2*, OMS, Genève, Suisse, <http://esa.un.org/yys/docs/IYS%20Advocacy%20kit%20ENGLISH/Fact%20sheet%202.pdf>.
- Bartram, J. (2008b), « Improving on haves and have-nots », commentaire publié dans *Nature*, vol. 452, 20 mars 2008, Nature Publishing Group.
- Bartram, J. et M. Sobsey (date inconnue), « Water, Sanitation and Health: the Millennium Development Goals and Reducing the Global Burden of Disease », présentation Powerpoint, OMS, Genève, Suisse.
- Bennett, D. (2009), « Clean Water Makes You Dirty: Water Supply and Sanitation Behavior in the Philippines », document de travail non publié, Université de Chicago, Chicago (Illinois), États-Unis, <http://home.uchicago.edu/~dmbennett/sanitation.pdf>.
- Berbel, J. (2009), « Water pricing: can it provide incentives and change behavior? The case of agriculture in Spain », dans P. Strosser, V. Mattheiß et P. Defrance, *Economic instruments to support water policy in Europe. Paving the way for research and future development*, document de conférence préparé pour l'ONEMA, 9-10 décembre 2009, Paris, France.
- Bhargava, A. *et al.* (2005), « Modelling the effects of health status and the educational infrastructure on cognitive development of Tanzanian children », *American Journal of Human Biology*.

- Bingham, T.H. *et al.* (2000), « A Benefits Assessment of Water Pollution Control Programs Since 1972: Part 1, The Benefits of Point Source Controls for Conventional Pollutants in Rivers and Streams », préparé pour l'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) des États-Unis, Washington, États-Unis, www.epa.gov/waterscience/economics/assessment.pdf.
- Birol, E., S. Das et R.N. Bhattacharya (2009), « Estimating the value of improved wastewater treatment: The case of River Ganga, India », *Environmental Economy and Policy Research*, série Discussion Paper n° 43.2009, Washington, États-Unis, www.landecon.cam.ac.uk/RePEc/pdf/432009.pdf.
- Black, M. et B. Fawcett (2008), *The Last Taboo. Opening the Door on the Global Sanitation Crisis*, Earthscan, Londres.
- Bolt, K., G. Ruta et M. Sarraf (2005), « Évaluer les coûts de la dégradation de l'environnement : Un manuel de formation en anglais, français et arabe », *Environment Department Papers*, septembre 2005, Banque mondiale, Département de l'environnement, Washington, États-Unis.
- Bouscasse, H. *et al.* (2009), « Évaluation économique des bénéfices environnementaux non marchands et de la valeur de non-usage réalisés suite à la mise en œuvre des plans de gestion de l'eau et l'atteinte des objectifs environnementaux de la Directive-cadre Eau pour les eaux de surface en Région wallonne », rapport préparé pour la Région wallonne, Belgique, non publié.
- BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) (après 2006), « Protection des captages d'eau souterraine destinés à la consommation humaine », www.brgm.fr/dcenewsFile?ID=321.
- Brouwer, R. *et al.* (1997), « A Meta-Analysis of Wetland Contingent Valuation Studies », *CSERGE Working Paper GEC 97-20*, 1997, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, Londres et Norwich, Royaume-Uni.
- Brown, J. *et al.* (2009), « Safe Water for All: Harnessing the Private Sector to Reach the Underserved », Société financière internationale (IFC), Groupe de la Banque mondiale.
- Brozovic, N., D.L. Sunding et D. Zilberman (2007), « Estimating business and residential water supply interruption losses from catastrophic events », Urbana (Illinois) et Berkeley (Californie), États-Unis.
- Buttner, J., R.W. Soderberg et D.E. Terlizzi (1993), « An Introduction to Water Chemistry in Freshwater Aquaculture », Northeastern Regional Aquaculture Center, NRAC Fact Sheet n° 170, Massachusetts, États-Unis.

- Cairncross S., R. Feachem (1993), *Environmental Health Engineering in the Tropics, An Introductory Text*, 2^e édition, John Wiley & Sons, Chichester, Royaume-Uni.
- Cairncross, S. et V. Valdmanis (2006), « Water Supply, Sanitation and Hygiene Promotion », chapitre 41 de *Disease Control Priorities in Developing Countries*, 2^e édition.
- Campling, P. *et al.* (2008), *Assessment of the risks and impacts of four alternative water supply options. Task 1 Report – Version 2*, étude réalisée pour la Commission européenne, non publié.
- Carson, R.T. et R.C. Mitchell (1993), « The Value of Clean Water: The Public's Willingness to Pay for Boatable, Fishable, and Swimmable Quality Water », *Water Resources Research*, vol. 29, n° 7, juillet 1993, pp. 2445-2454, www.econ.ucsd.edu/~rcarson/papers/CleanWater.pdf.
- Chanan, A. et P. Woods (2005), « Introducing total water cycle management in Sydney: a Kogarah Council initiative », dans *Desalination*, vol. 187 (2006), pp. 11-16.
- Cho, Y. et H.J. Kim (2004), « The Cost-Benefit Analysis of the Improvement of Water Quality of the Paldang Reservoir in Korea », réunions de l'American Agricultural Economics Association, 1-4 août 2004, Denver (Colorado), États-Unis, <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19911/1/sp04ch02.pdf>.
- Church, A. *et al.* (2008), « Water Framework Directive: Valuation of recreational benefits of improvements in water quality – potential benefits and data requirements », rapport préparé pour le ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA), Brighton, Royaume-Uni.
- Clasen, T. *et al.* (2006), « Interventions to improve water quality for preventing diarrhea » (A Cochrane Review), The Cochrane Library (3), Update Software, Oxford, Royaume-Uni.
- Commission européenne (2000), « Tarification et gestion durable des ressources en eau », Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social, COM(2000) 477 final, Bruxelles, Belgique.
- Commission européenne (2001), « Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document no. 1: Economics and the Environment. The implementation challenge of the Water Framework Directive » ou « the WATECO Guidance document », www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/GuidanceDocuments/GuidancedocIWATECO.pdf.

- Croitoru, L. *et al.* (2007), « République tunisienne : Évaluation du coût de la dégradation de l'eau », *Rapport n° 38856 – TN*, juin 2007, Bureau régional Moyen-Orient et Afrique du Nord, Groupe de la Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- Crouzet, P. *et al.* (1999), « Nutrients in European ecosystems », Environmental assessment report n° 4, Agence européenne pour l'environnement (AEE), Copenhague, Danemark.
- Crutchfield, S.R., J.C. Cooper et D. Hellerstein (1997), « Benefits of Safer Drinking Water: The Value of Nitrate Reduction », département de l'Agriculture des États-Unis, Economic Research Service, Food and Consumer Economics Division, Agricultural Economic Report n° 752, États-Unis, <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/34025/1/ae970752.pdf>.
- Cutler, D. et G. Miller (2005), « The role of public health improvements in health advances: The twentieth-century United States », *Demography*, vol. 42, pp. 1-22.
- Dalhuisen, J.M. *et al.* (2003), « Price and Income elasticities of residential water demand », Tinbergen Institute Discussion Paper, Amsterdam, Pays-Bas.
- Dandy, G., T. Nguyen et C. Davies (1997), « Estimating Residential Water Demand in the Presence of Free Allowances », *Land Economics*, vol. 73, n° 1, pp. 125-139.
- Datta, A. (2008), « L'assainissement protège l'environnement », *Fiche factuelle ONU-Eau n° 4*, OMS, Genève, Suisse, www.unwater.org/downloads/media/sanitation/iys/FactsheetNo.4_fr_2009.pdf.
- De Oliveira Cruz, B. et M. Morais (2000), « Demand for Housing and Urban Services in Brazil: A Hedonic Approach », *ENRH Conference*, juin 2000, Regional and Urban Studies Department de l'Institute of Applied Economic Research, Brasilia, Brésil.
- De Stefano, L. avec les contributions de M. Dakki et M. Touji (2003), « WWF's Water and Wetland Index: Results for Morocco », *WWF's Water and Wetland Index project*, décembre 2003, Fonds mondial pour la nature (WWF), bureau du Programme Méditerranée, Rome, Italie.
- Denny, E. *et al.* (2008), « Sustainable water strategies for Jordan », International Economic Development Program, Université du Michigan, Ann Arbor, États-Unis, www.umich.edu/~ipolicy/Policy%20Papers/water.pdf.
- Dillon, P. (2005), « Future management of aquifer recharge », *Hydrogeology Journal*, vol. 13, n° 1, pp. 313-316.
- Dumas, C.F. et P.W. Schuhmann (2004), « Measuring the Economic Benefits of Water Quality Improvement with Benefits Transfer: An Introduction for

- Non-Economists », Wilmington, États-Unis, <http://econ.appstate.edu/RePEC/pdf/wp0412.pdf>.
- Dworak, T. *et al.* (2007), « EU Water saving potential (Part 1 – Report) », rapport préparé pour la Commission européenne, ENV.D.2/ETU/2007/0001r, Berlin, Allemagne.
- Edwards, C. (2008), « Social cost-benefit analysis – the available evidence on drinking water », dans *Valuing water – valuing well-being: a guide to understanding the costs and benefits of water interventions*, Organisation mondiale de la Santé (OMS), Genève, Suisse.
- El Madani, M. et P. Strosser (2008), « Évaluer les bénéfices liés à l'amélioration de la qualité des eaux dans le bassin du Sebou », Rapport préliminaire du projet Ec'Eau Sebou, Maroc.
- Emerson, P.M. *et al.* (2000), « Review of the Evidence Base for the “F” and “E” Components of the SAFE Strategy for Trachoma Control », *Tropical Medicine and International Health*, vol. 5 n° 8, pp. 515–27.
- Emerton, L. et E. Bos (2004), « Value. Counting ecosystems as water infrastructure », UICN, Gland, Suisse, et Cambridge, Royaume-Uni, <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2004-046.pdf>.
- EPA (2000a), « Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. Manual », Ohio, États-Unis.
- EPA (2000b), « Guidelines for Preparing Economic Analyses », [http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/webpages/Guidelines.html/\\$file/Guidelines.pdf](http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/webpages/Guidelines.html/$file/Guidelines.pdf).
- EPA (2002), « Cases in Water Conservation: How Efficiency Programs Help Water Utilities Save Water and Avoid Costs », EPA832-B-02-003, Washington, États-Unis, www.epa.gov/watersense/docs/utilityconservation_508.pdf.
- Espey, M., J. Espey et W.D. Shaw (1997), « Price Elasticity of Residential Demand for Water: A Meta-Analysis », *Water Resources Research*, vol. 33, pp.1369-1374.
- Esrey, S.A. (1996), « Water, waste, and well-being: a multicountry study », *American Journal of Epidemiology*, vol. 143, n° 6, pp. 608–623.
- Eswaran, M. (2006), « Fertility in Developing Countries », dans *Understanding Poverty*, édité par A.V. Banerjee, R. Bénabou et D. Mookherjee, Oxford University Press, New York, États-Unis.
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005), *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water. Synthesis*, World Resources Institute, Washington, États-Unis.

- Fewtrell, L. *et al.* (2005), « Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis », *Lancet Infect Dis*, vol. 5, pp. 42-52, janvier 2005, Research into Environment and Health, Université du pays de Galles, Aberystwyth, Ceredigion, Royaume-Uni.
- Florio, M. *et al.* (2008), *Guide to cost-benefit analysis of investment projects, Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession*, Direction générale Politique régionale, juin 2008, Commission européenne, Bruxelles, Belgique.
- Florio, M. *et al.* (2003), « Guide de l'analyse coûts-avantages des projets d'investissement », préparé pour l'unité chargée de l'évaluation, Direction générale Politique régionale, 2003, Commission européenne, Bruxelles, Belgique.
- Foster, V. et C. Briceño-Garmendia (2010), *Africa's Infrastructure: A Time for Transformation*, copublication de l'Agence Française de Développement et de la Banque mondiale, www.infrastructureafrica.org/aicd/.
- Fox-Rushby, J., et K. Hanson (2001), « Calculating and Presenting Disability Adjusted Life Years in Cost-Effectiveness Analysis », *Health Economics and Financing Programme 2001*, London School of Hygiene and Tropical Medicine et Oxford University Press, Londres, Royaume-Uni.
- Frederiksen, H.D. (n. d.), « California Water Project – Example water management principles applied in a State with mal-distribution of water supplies », www.chinawater.net.cn/CWSnet/ware-meeting/11.htm.
- Freeman, A.M. (1995) « The Benefits of Water Quality Improvements for Marine Recreation: A Review of the Empirical Evidence », *Marine Resource Economics*, vol. 10, pp. 385-406 <http://ageconsearch.umn.edu/handle/28262>.
- Garandeau, R., D. Casella et K. Bostoen (2009). « Evaluating & Improving the WASH Sector: Strengthening WASH Governance, Learning about Complexity, Assessing Change », Cahier thématique (TOP, Thematic Overview Paper), n° 23, IRC, Centre international de l'eau et l'assainissement, La Haye.
- Goldbert, J. (2007), « Economic Valuation of Watershed Systems: A Tool for Improved Water Resource Management », note de synthèse pour le 6^e Dialogue interaméricain sur la gestion des ressources hydriques, 15 août 2007, Guatemala (ville), Guatemala, www.oas.org/dsd/Water/InformeFinalTallerRD2.pdf.
- Gouvernement d'Australie-Occidentale (2009), « Drinking Water Catchment Protection », www.public.health.wa.gov.au/cproot/2633/2/Drinking%20Water%20Catchment%20Protection.pdf.

- Gouvernement de Californie (2010), « California State Water Project Overview », Department of Water Resources, www.water.ca.gov/swp/.
- Griffin, R.C. et J.W. Mjelde (2000). « Valuing water supply reliability », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 82, n° 2 (mai 2000), pp. 414-426.
- Groupe tripartite (2002), « Best practice principles in the economic level of leakage calculation », Royaume-Uni, www.ofwat.gov.uk/publications/commissioned/rpt_com_tripartitestudybstpractprinc.pdf.
- GWA (George Wilkenfeld and Associates Pty Ltd) (2003), « A Mandatory Water Efficiency Labelling Scheme for Australia », rapport préparé pour Environment Australia, Sydney, Australie, www.waterrating.gov.au/publications/pubs/strategic-study.pdf.
- Hajkowicz, S. et P. Okotai (2006), « An economic valuation of watershed pollution in Rarotonga, the Cook Islands », IWP-Pacific Technical Report n° 18, Apia, Samoa, www.sprep.org/att/publication/000517_IWP_PTR18.pdf.
- Haller, L., G. Hutton et J. Bartram (2007), « Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level », *Journal of Water and Health*, vol. 5, n° 4, OMS, Genève, Suisse.
- Hanley, N., R.E. Wright et B. Alvarez-Farizo (2006), « Estimating the economic value of improvements in river ecology using choice experiments: an application to water framework directive », *Journal of Environmental Management*, vol. 78, pp. 183-193.
- Haq, M., U. Mustafa et I. Ahmad (2008), « Household's Willingness to Pay for Safe Drinking Water: A Case Study of Abbottabad District », *The Pakistan Development Review*, vol. 46, n° 4, partie II (hiver 2007), pp. 1137-1153, http://mpr.aub.uni-muenchen.de/15208/1/MPRA_paper_15208.pdf.
- Heinz, I. *et al.* (2002), « Voluntary arrangements to cope with diffuse pollution from agriculture and their role in European water policy », dans *Water Science and Technology*, vol. 46, n° 6-7, pp. 27-34.
- Hernández Sancho, F., M. Molinos Senante et R. Sala Garrido (*après 2008*), « Valoración Económica de los Beneficios Ambientales del Proceso de Depuración de Aguas Residuales », XVII Jornadas ASEPUMA – V Encuentro Internacional, Rect@, vol. Actas_17, n° 1, p. 103, www.uv.es/asepuma/XVII/103.pdf.
- Hoehn, J.P. et D. Krieger (*après 1994*), « Estimating the economic benefits of water and wastewater investments: Residential demands in Cairo, Egypt », www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V109_A6.pdf.
- Howarth, A. *et al.* (2001), « Valuing the benefits of environmental policy: The Netherlands », rapport RIVM 481505 024, Londres, Royaume-Uni.

- Huissier, A. (2003), « Gestion domestique des eaux usées et des excreta : étude des pratiques et comportements, des fonctions de demande, de leur mesure en situation contingente et de leur opérationnalisation », *Assainissement A05a/b Rapport final*, février 2005, ministère des Affaires étrangères, Paris, France.
- Hunt, A. et J. Ferguson (2009), « A review of recent policy-relevant findings from the environmental health literature », *Direction de l'Environnement de l'OCDE*, septembre 2009, Université de Bath, Paris, France/Bath, Royaume-Uni.
- Hutton G. et al. (2008), *Economic impacts of sanitation in Southeast Asia, A four-country study conducted in Cambodia, Indonesia, the Philippines and Vietnam under the Economics of Sanitation Initiative (ESI)*, Programme pour l'eau et l'assainissement, février 2008, Jakarta, Indonésie.
- Hutton, G. (éd.) (2009), *Economic Impacts of Sanitation in Lao PDR: A five-country study conducted in Cambodia, Indonesia, Lao PDR, the Philippines, and Vietnam, under the Economics of Sanitation Initiative (ESI)*, rapport de recherche pour Programme pour l'eau et l'assainissement, avril 2009, Jakarta, Indonésie.
- Hutton, G. et J. Bartram (2008), « Coûts globaux de la réalisation de l'objectif du Millénaire pour le développement relatif à l'approvisionnement en eau et à l'assainissement », *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, janvier 2008, vol. 86 n° 1, Genève, Suisse.
- Hutton, G., L. Haller (2004), « Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level », *Eau, assainissement et santé, Protection de l'environnement humain (PHE)*, Organisation mondiale de la Santé (OMS), Genève, Suisse.
- Hutton, G., L. Haller et J. Bartram (2007a), « Economic and health effects of increasing coverage of low cost household drinking water supply and sanitation interventions », document de référence du *Rapport mondial sur le développement humain 2006*, Programme des Nations Unies pour le développement, OMS, Genève, Suisse.
- Hutton, G., L. Haller et J. Bartram (2007b), « Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions », *Journal of Water and Health*, vol. 5, n° 4, OMS, Genève, Suisse.
- IEG (Groupe d'évaluation indépendante) (2008), *What works in water supply and sanitation: lessons from impact evaluation*, Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- IFREMER (2004), « Survie des virus dans l'environnement », IFREMER, Port-en-Bessin, France.

- Iovanna, R. et C. Griffiths (2006), « Clean water, ecological benefits, and benefits transfer: A work in progress at the U.S. EPA », *Ecological Economics*, vol. 60 (2006), pp. 473-482.
- Jenkins, M. et V. Curtis (2005), « Achieving the ‘good life’. Why some people want latrines in Rural Benin », *Social Science and Medicine*, vol. 61, pp. 2446-2459.
- Jenkins, M., V. Pfeiffer et J. Etienne (2009), « Financing Change in Personal Hygiene Behavior and Demand Creation for Sanitation », préparé pour la session n° 1 du KfW Water Symposium 2009, « Financing Sanitation », 8-9 octobre 2009, Francfort, Allemagne.
- Jouravlev, A (2004), « Drinking water supply and sanitation services on the threshold of the XXI century », CEPALC (CEPAL), série *Recursos naturales e infraestructura* n° 74, Santiago du Chili, Chili, www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/19539/lcl2169i.pdf.
- Kazmierczak, R.F. (2001), « Economic Linkages Between Coastal Wetlands and Water Quality: A Review of Value Estimates Reported in the Published Literature », Louisiane, États-Unis.
- Lallana, C. *et al.* (2001), « Sustainable water use in Europe. Part 2: Demand management », Agence européenne pour l’environnement, Copenhague, Danemark.
- Lloyd Owen, D (2009), *Tapping liquidity: financing water and wastewater to 2029*, rapport pour PFI Market Intelligence, Thomson Reuters, Londres, Royaume-Uni.
- Lomborg, B. (éd.) (2009), *Global Crises, Global Solutions – Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.
- Manandhar, D. R et Shiawakoti, N. (2004), « Piloting Ecological Sanitation Toilets in a Peri Urban Community of Nepal », 30^e Conférence internationale du WEDC, Vientiane, RDP Lao.
- Martins, R. et A. Fortunato (2005), « Residential water demand under block rates – a Portuguese case study », *ESTUDOS DO GEMF* n° 9, Faculté d’économie de l’Université de Coimbra, Portugal.
- Massarutto, A (1999), « Agriculture, water resources and water policies in Italy », Udine, Italie, www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL1999/NDL1999-033.pdf.
- McCartney, M.P., M.C. Acreman et G. Bergkamp (1999), « Freshwater ecosystem management and environmental security », document de référence pour le Vision for Water and Nature Workshop, 20-22 juin 1999, San José, Costa Rica, www.bvsde.paho.org/bvsarg/i/fulltext/security/security.pdf.

- McKinsey & Company (2009), *Charting Our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making*, rapport pour le 2030 Water Resources Group, www.mckinsey.com/client-service/water/charting_our_water_future.aspx.
- Meziani, M. et N. Fornage (2006), « Régie de Fès-RADEEF : Programme de dépollution de l'oued Sebou », *France-Expo*, mars 2006, RADEEF, AFD, BEI, Casablanca, Maroc.
- Milanesi, J., A. l'Huissier et B. Contamin (2002), « L'amélioration des services d'assainissement de la ville de Moshi (Tanzanie) : Analyse de la demande des ménages », Programme « Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain », 2002, ministère des Affaires étrangères, Paris, France.
- Moons, E. (2003), « The development and application of economic valuation techniques and their use in environmental policy – A survey », série *Working paper* n° 2003-7, Université catholique de Louvain, Belgique, www.econ.kuleuven.ac.be/ew/academic/energimil/downloads/ete-wp-2003-07.pdf.
- Munda, G. (1996), « Cost-benefit analysis in integrated environmental assessment: some methodological issues », *Ecological Economics*, vol. 19 (1996), pp. 157-168.
- Nanan, D. *et al.* (2003), « Evaluation of a water, sanitation, and hygiene education intervention on diarrhoea in northern Pakistan », *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, Genève, Suisse.
- Napitupulu, L. et G. Hutton (2008), « Economic impacts of sanitation in Indonesia », *Water and Sanitation Program: ESI*, août 2008, Banque mondiale, Jakarta, Indonésie.
- Nations Unies (2003), *Waste-water treatment technologies: A general review*, New York, États-Unis.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (version Web), « Restoration Economics. Environmental Valuation: Principles, Techniques and Applications », www.csc.noaa.gov/coastal/economics/envvaluation.htm.
- OCDE (2000), « Background paper on valuing environmental benefits and damages in the NIS: Opportunities to integrate environmental concerns into policy and investment decisions », Consultation ministérielle entre les ministres de l'Économie et des Finances et les ministres de l'Environnement sur la gestion de l'eau et l'investissement dans les NEI, 16-17 octobre 2000, Almaty, Kazakhstan.
- OCDE (2005), « Water and Agriculture: Sustainability, Markets, and Policies », Atelier « Agriculture et eau : durabilité, marchés et politiques », novembre 2005, OCDE, Adélaïde, Australie.

- OCDE (2006a), *Les infrastructures à l'horizon 2030 : Télécommunications, transports terrestres, eau et électricité*, mai 2006, Paris, France.
- OCDE (2006b), « Analyse coûts-bénéfices et environnement : Développements récents », www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?CID=&LANG=en&SF1=DI&ST1=5LGL2L8J79ZQ.
- OCDE (2006c), « Economic Valuation of Environmental Health Risks to Children », OCDE, Paris, France.
- OCDE (2006d), « Maintenir la salubrité de l'eau », Synthèse, Paris, France, www.oecd.org/dataoecd/42/20/36279819.pdf.
- OCDE (2007a), *Les infrastructures à l'horizon 2030 (Vol. 2) : Électricité, eau et transports : quelles politiques ?*, Paris, France.
- OCDE (2007b), « Évaluer les politiques environnementales », *L'Observateur de l'OCDE*, Synthèse, février 2007, Paris, France, www.oecd.org/dataoecd/52/15/38208236.pdf.
- OCDE (2008), « Coût de l'inaction face à certains enjeux de la politique de l'environnement : Document de base », Direction de l'Environnement, février 2008, OCDE, Paris, France.
- OCDE (2009a), « Strategic Financial Planning for Water Supply and Sanitation », 5^e Forum mondial de l'eau, mars 2009, OCDE, Istanbul, Turquie.
- OCDE (2009b), « De l'eau pour tous : Perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement », 5^e Forum mondial de l'eau, mars 2009, OCDE, Istanbul, Turquie.
- OCDE-CAD (2009), « Measuring aid to water supply and sanitation », février 2009, OCDE, Paris, France, www.oecd.org/dac/stats/crs/water.
- Ojeda, M.I., A.S. Mayer et B.D. Solomon (2008), « Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta », *Ecological Economics*, vol. 65 (2008), pp. 155-166.
- Olmstead, S. (2009), « The Economics of Managing Scarce Water Resources », en cours de révision par le journal *Review of Environmental Economics and Policy*, <http://pantheon.yale.edu/~smc77/>.
- Olmstead, S. (2010), « The Economics of Water Quality », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 4, n° 1, hiver 2010, pp. 44-62, Oxford University Press.
- OMS (2002), « Rapport sur la Santé dans le Monde 2002 – Réduire les risques et promouvoir une vie saine », Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

- OMS (2008), *The global burden of disease: 2004 update*, Organisation mondiale de la Santé, Genève.
- OMS et UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance) (2000), « Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 2000 », États-Unis.
- Pagiola, S. (2002), « Payments for Environmental Services: Can They Help Alleviate Poverty? », *Pro-poor Markets for the Environment*, Sommet mondial pour le développement durable, août 2002, Groupe de la Banque mondiale, Johannesburg, Afrique du Sud.
- Pagiola, S., K. von Ritter et J. Bishop (2004), « Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation », Environment Department Paper No.101, octobre 2004, Groupe de la Banque mondiale en collaboration avec The Nature Conservancy et l'UICN—Union mondiale pour la nature, Washington, États-Unis.
- Pattanayak, S. *et al.* (2002), « International Health Benefits Transfer Application Tool: The Use Of PPP and Inflation Indices », préparé pour la Division de l'évaluation et de l'analyse économique, Bureau de la coordination des politiques et de l'analyse économique, septembre 2002, Direction de la coordination et de la planification des politiques, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa, Canada.
- Pattanayak, S.K. *et al.* (2005), « Coping with unreliable public water supplies: Averting expenditures by households in Kathmandu, Nepal », *Water Resources Research*, vol. 41, n° 2, W02012.
- PCS (2010), « Progress on Sanitation and Drinking Water, 2010 Update », Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF).
- Pearson, J. et K. McPhedran (2007), « The Case For Sanitation: A Literature Review of The Non-health and Social Impacts of Sanitation », London School of Hygiene & Tropical Medicine, mai 2007, Londres, Royaume-Uni.
- Peng, R.C. et D.K. PEng (2008), « From Waste to Resource. Shifting Directions in Wastewater Management in the Capital Regional District », *Innovation*, novembre/décembre 2008, www.wastewatermadeclear.ca/publicinput/documents/waste-to-resource_08.pdf.
- Peterson Zwane, A. et M. Kremer (2007), « What Works in Fighting Diarrheal Diseases in Developing Countries? A Critical Review », CID Working Paper n° 140, mars 2007, Center for International Development at Harvard University, documents de travail, www.economics.harvard.edu/faculty/kremer/files/wbro.pdf.

- Pickering, N (date inconnue), « Engineered Impacts to the Natural Water Cycle », Charles River Watershed Association, www.crwa.org/alert/wmapermits/CRWAWhitePaper_WaterCycle.pdf.
- Poulos, C., S.K. Pattanayak et K. Jones (2006), « A Guide to Water and Sanitation Sector Impact Evaluations », série *Doing Impact Evaluation* n° 4, Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- Prüss, A. *et al.* (2002), « Estimating the Burden of Disease from Water, Sanitation, and Hygiene at a Global Level », *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, n° 5, mai 2002, Organisation mondiale de la Santé, Protection de l'environnement humain (PHE), Genève, Suisse; Centre for Research into Environment and Health, Université du pays de Galles, Aberystwyth, Ceredigion, Royaume-Uni.
- Prüss-Üstün, A. *et al.* (2008), « Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health », Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
- Quick R. (2003), « Changing community behavior: experience from three African countries », *International journal of environmental health research*, vol. 13, pp. 115-121.
- Quick, R.E., *et al.* (1999), « Diarrhoea prevention in Bolivia through point-of-use water treatment and safe storage: a promising new strategy », *Epidemiol Infect*, vol. 122, pp. 83-90.
- Ranganathan, J. *et al.* (2008), « Ecosystem Services: A Guide for Decision Makers », Washington, États-Unis.
- Ready, R. et S. Navrud (2006), « International benefit transfer: Methods and validity », *Ecological Economics*, vol. 60, pp. 429-434.
- Renwick, M., P. Subedi et G. Hutton (2007), « Biogas for Better Life: An African Initiative. A Cost-Benefit Analysis of National and Regional Integrated Biogas and Sanitation Programs in Sub-Saharan Africa », projet du rapport final préparé pour le ministère néerlandais des Affaires étrangères, avril 2007, Winrock International, Little Rock, États-Unis.
- Renzetti, S. (2002), *The Economics of Water Demands*, Kluwer Academic Publishers, Boston, États-Unis.
- Rodriguez, D.J. (2009), « The Use of Economic Analysis for Water Quality Improvement Investments », thèse de doctorat, Université de Groningue, Pays-Bas.
- Rogers, P., R. Bhatia et A. Huber (1998), « Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice », Global Water Partnership,

- TAC Background Papers n° 2, Stockholm, Suède, www.gwpforum.org/gwp/library/TAC2.PDF.
- Rojat, D., H. Bourgeois et G. Lescuyer (2005), « Valorisation et financement des biens et services environnementaux », *World Bank Trilingual Public Goods Manual 2005*, Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- Rosenberger, R.S. et T.D. Stanley (2006), « Measurement, generalization, and publication: Sources of error in benefit transfers and their management », *Ecological Economics*, vol. 60, pp. 372-378.
- Ross, I., O. Cumming et N. Mukumbuta (2009), « Fatal neglect: How health systems are failing to comprehensively address child mortality », WaterAid, mai 2009, Londres, Royaume-Uni.
- Roth, E. (2001), « Water Pricing in the EU. A Review », Bureau européen de l'environnement (BEE), Bruxelles, Belgique.
- Salzman, J. (2005), « Creating Markets for Ecosystem Services: Notes From the Field », 80 NYU LAW REVIEW 870 (14/06/2005), www1.law.nyu.edu/journals/lawreview/issues/vol80/no3/NYU302.pdf.
- San Martin, O. (2002), « Water Resources in Latin America and the Caribbean: Issues and Options », Banque interaméricaine de développement, www.iadb.org/sds/doc/ENV-OSanMartin-WaterResourcesinLaC.pdf.
- Scatasta, M. (2008), « The challenges of designing and implementing tariff strategies for water and sanitation », présentation lors du Forum mondial sur le développement durable – Financement et tarification de l'eau, 1-2 décembre 2008, Paris, France, www.oecd.org/dataoecd/57/46/41803260.pdf.
- Schmidt, W.P. et Cairncross, S. (2009), « Household water treatment in poor populations: is there enough evidence for scaling up now? », *Environmental science & technology*, vol. 43, n° 4, pp. 986-992.
- Schuen, R. avec J. Parkinson et A. Knapp (2009), « Study for Financial and Economic Analysis of Ecological Sanitation in Sub-Saharan Africa », rapport du Programme pour l'eau et l'assainissement.
- SEI (Stockholm Environment Institute) et PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement) (après 2005), « Linking Poverty Reduction and Water Management », Poverty-Environment Partnership, www.who.int/water_sanitation_health/resources/povertyreduc2.pdf.
- Shankland, A. *et al.* (à paraître), « Global Economic and Sector Work on the Political Economy of Sanitation in Four Countries: Brazil Country Case study », rapport pour la Banque mondiale et le Programme pour l'eau et l'assainissement.

- Silva-Ochoa, P. et C.A. Scott (après 2001), « Treatment Plant Effects on Wastewater Irrigation Benefits: Revisiting a Case Study in the Guanajuato River Basin, Mexico », www.idrc.ca/en/ev-68341-201-1-DO_TOPIC.html.
- SIWI (Stockholm International Water Institute) (2005), « Making water part of economic development. The Economic Benefits of Improved Water Management and Services », Stockholm, Suède.
- Speck, S. (2006), « Financial aspects of water supply and sanitation in transboundary waters of South-Eastern Europe », rapport pour le ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire, Berlin, Allemagne, http://waterwiki.net/images/c/c1/Financial_Aspect_of_Water_Investment_SEE.pdf.
- Stephens, I. (2003), « Regulating economic levels of leakage in England and Wales », présentation à la Semaine mondiale de l'eau à Washington, 4-6 mars 2003, <http://siteresources.worldbank.org/EXTWAT/Resources/4602122-1213366294492/5106220-1213366309673/26.3RegulatingEconLevelsofLeakageInTheUK.pdf>
- Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm.
- Talpaert, L. (2005), « Inventaire des matériels hydro-économiques », Centre régional d'éco-énergie d'Aquitaine.
- Taylor, P., E. Gabbriellini et J. Holmberg (2008), « Economics in Sustainable Water Management », *Training Manual and Facilitator's Guide*, mars 2008, Cap-Net, PNUD, Global Water Partnership, EU Water Initiative Finance Working Group, Pretoria, Afrique du Sud.
- The Voluntary Initiative (2005), « H2OK? Water Catchment Protection », Royaume-Uni, www.water.org.uk/home/policy/reports/pollution/pesticides-report/pesticides-2.pdf.
- Trémolet, S. avec P. Kolsky et E. Perez (2010), *Financing On-Site Sanitation for the Poor. A Six Country Comparative Review and Analysis*, rapport technique, Programme pour l'eau et l'assainissement, janvier 2010, Washington, États-Unis, www.wsp.org/UserFiles/file/financing_analysis.pdf.
- Tuinhof, A. et J.P. Heederik (éd.) (2003), « Management of aquifer recharge and subsurface storage », Netherlands National Committee, International Association of Hydrogeology, n° 4, publication NNC-IAH.
- UICN (2003), « Flow. The essentials of environmental flows », M. Dyson, G. Bergkamp et J. Scanon (éd.), Gland, Suisse, et Cambridge, Royaume-Uni, <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2003-021.pdf>.

- UNICEF (2005), « Sanitation Provision in Benishangul-Gumuz Region State (BGRS) Schools: Girls and Women’s Experiences ».
- VEWA (2006), « Vergleich Europäischer Wasser- und Abwasserpreise – Preisvergleich unter Berücksichtigung von Leistungs- und Qualitätsstandards », communiqué de presse, www.bdew.de.
- Ville de Louisville (2004), « Drought Management Plan », plan préparé par City of Louisville Public Works Department, Colorado, États-Unis.
- Waddington, H. *et al.* (août 2009), « Water, sanitation and hygiene interventions to combat childhood diarrhea in developing countries », International Initiative for Impact Evaluation, Synthetic Review 001.
- Wade, W.W. et B. Roach (2003), « Economic Benefits of Municipal and Industrial Water Supply Reliability for Metropolitan Atlanta », Columbia, États-Unis, www.energyandwatereconomics.com/Publications/Water%20supply%20NED%20Article.pdf.
- WATECO (2003), « Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive », Guidance Document n° 1, Luxembourg. www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/GuidanceDocuments/Guidancedoc1WATECO.pdf.
- WaterAid (2003), « Arsenic 2002: An overview of arsenic issues and mitigation initiatives in Bangladesh », NAISU et WaterAid Bangladesh.
- WaterAid (2007), « Diseases related to water and sanitation », *Issue Sheet 3*, WaterAid, Royaume-Uni.
- WaterAid (2008), *Tackling the silent killer: The case for sanitation*, WaterAid, Royaume-Uni.
- WaterAid (2009), *Fatal neglect: How health systems are failing to comprehensively address child mortality*, WaterAid, Royaume-Uni.
- WaterAid (à paraître), *Evaluating the Effectiveness of Public Finance for Household Sanitation in Dar Es Salaam, Tanzania*, rapport pour WaterAid, WaterAid, Royaume-Uni.
- Whittington, D. *et al.* (2009), « Chapter 7: Water and Sanitation » dans B. Lomborg (éd.), *Global Crises, Global Solutions – Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.
- Wilson, M.A. et J.P. Hoehn (2006), « Valuing environmental goods and services using benefit transfer: The state-of-the art and science », *Ecological Economics*, vol. 60, pp. 335-342
- Wilson, S. J. (2000), « The GPI Water Quality Accounts: Case Study The Costs and Benefits of Sewage Treatment and Source Control for Halifax Harbour »,

- Measuring Sustainable Development, Application of the Genuine Progress Index to Nova Scotia, juillet 2000, GPI Atlantic, Glen Haven, Nouvelle-Écosse, Canada.
- Wolff, G. (2003), « Water Resources and Environment. Water Quality: Wastewater treatment », Technical Note D. 2, Banque mondiale, Washington, États-Unis.
- World Economic Forum (2009), « The Bubble Is Close to Bursting: A Forecast of the Main Economic and Geopolitical Water Issues Likely to Arise in the World during the Next Two Decades », projet de débat pour la réunion annuelle du World Economic Forum 2009, Genève, Suisse.
- WRc (2008), « Leakage Target Setting – A Frontier Approach. Final Report to Environment Agency and Ofwat », juin 2008.
- Wright, J., S. Gundry et R. Conroy (2004), « Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use », *Tropical Medicine and International Health*, vol. 9, n° 1, pp. 106-117.
- WSSCC (Conseil de Concertation pour l'Approvisionnement en Eau et l'Assainissement) (2006), *Pour elle c'est la grande question. Rapport Justificatif*, www.wsscc.org/sites/default/files/publications/wsscc_for_her_its_the_big_issue_evidence_report_2006_fr.pdf.
- WWF (Fonds mondial pour la nature), ABHS (Agence du bassin hydraulique du Sebou) et ACTeon (2008), « Évaluation des bénéfices liés à l'amélioration de la qualité des eaux dans le bassin du Sebou », Note synthétique, projet Ec'Eau Sebou, Maroc.
- WWF (World Water Forum) (2006), « Fighting poverty through waste water management », 4^e session du World Water Forum, thème « Water for Growth & Development », 17 mars 2006, document de synthèse, www.worldwaterforum4.org.mx/sessions/FTI_02/SYNTHESIS%203.pdf.
- Yaping, D. (1999), « The Use Of Benefit Transfer In The Evaluation Of Water Quality Improvement: An Application In China », *Economy and Environment Program for Southeast Asia*, mars 1999, Editorial Office of World Economy, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, www.idrc.ca/eepeea/ev-8426-201-1-DO_TOPIC.html.
- Young, R.A. (1996), « Measuring Economic Benefits for Water Investments and Policies », World Bank Technical Paper n° 338, Washington, États-Unis.

Annexe A

Évaluation des bénéfices : questions méthodologiques

Cette annexe expose plus en détail les méthodes couramment employées pour évaluer les types de bénéfices que procurent les investissements réalisés dans les services d'eau et d'assainissement. Elle examine la façon dont ces bénéfices peuvent être définis et dont chaque grande catégorie (bénéfices sanitaires, environnementaux, économiques et immatériels) peut être mesurée.

A.1 Définition et évaluation des bénéfices

Les bénéfices peuvent être définis de diverses manières. En termes d'analyse coût-bénéfice, ils peuvent s'entendre comme les améliorations nettes apportées par une intervention donnée (et l'investissement qui lui est associé) ou comme le « coût évité », que l'intervention ait eu lieu ou non. Ainsi, un rapport récent de l'OCDE a estimé les « coûts de l'inaction » associés à certains défis environnementaux qui se posent aux pouvoirs publics (OCDE, 2008). L'inaction y était définie comme le scénario hypothétique dans lequel « aucune politique nouvelle ne serait adoptée en dehors de celles déjà en place ».

Les bénéfices peuvent comprendre des effets directs et indirects. Les effets directs de l'investissement dans l'eau comprennent, par exemple, les répercussions sanitaires de l'amélioration de la qualité de l'eau, tandis que les effets indirects englobent notamment l'augmentation de la productivité et de la fréquentation scolaire ou encore la baisse des taux de fertilité (résultant du recul de la mortalité infantile).

L'une des principales difficultés est d'exprimer les bénéfices au moyen d'une unité commune. L'unité dans laquelle les bénéfices sont décrits dépend généralement de leur type : par exemple, on utilise les AVCI pour déterminer les retombées sanitaires, et le pourcentage de PIB pour évaluer les répercussions économiques. Pour comparer et regrouper différents types

de bénéfices, il est nécessaire d'exprimer ces bénéfices dans une même unité monétaire. ce qui suppose d'attribuer des valeurs monétaires à des bénéfices parfois difficiles à quantifier. Ainsi, bien qu'il soit possible de « traduire » les AVCI évitées en bénéfices monétaires en attribuant une valeur à la vie humaine, l'opération pose divers problèmes méthodologiques, comme celui d'évaluer la vie d'un enfant de moins de 5 ans par rapport à la vie d'un adulte. La question revêt une importance particulière pour les services d'eau et d'assainissement, car les personnes les plus touchées par l'inadéquation de l'eau et de l'assainissement sont les enfants de moins de 5 ans.

Utilisation des valeurs attribuées aux bénéfices : limites du transfert des bénéfices. Le transfert d'un pays à l'autre des valeurs associées aux bénéfices est difficile et source d'erreurs, surtout entre pays développés et pays en développement. Il est important de garder ce point à l'esprit, car ce transfert est souvent utilisé, de manière abusive à certains égards, pour réduire le coût de la mesure des bénéfices. Des éléments de réflexion sur la question sont fournis dans l'encadré A.1.

Le niveau de développement économique a une incidence directe sur l'ampleur des bénéfices. Par exemple, investir dans des activités d'épuration des eaux usées procurerait plus de bénéfices (en termes monétaires) dans le sud de l'Espagne, où les recettes touristiques sont fortement dépendantes de la qualité des eaux de baignade, que dans une région reculée d'un pays en développement. Ce facteur peut être corrigé de deux façons : en utilisant des valeurs pertinentes localement (comme la valeur de la vie statistique, établie à partir du revenu intérieur) et en évaluant les bénéfices en référence au PIB local.

Évaluation des bénéfices : bénéfices marginaux et facteurs liés aux spécificités locales. Les valeurs attribuées aux bénéfices sont très difficiles à mesurer en termes absolus : il faut donc essayer de déterminer les bénéfices marginaux que procurerait une nouvelle mesure, compte tenu du chemin parcouru jusque là. Ainsi, les investissements motivés par la Directive nitrates de l'UE ont permis de réduire nettement les niveaux de nitrate dans les années 90. Par voie de conséquence, toute réduction supplémentaire aurait un coût marginal bien supérieur à celui enregistré précédemment. S'agissant des répercussions sur les maladies diarrhéiques de l'accès à l'eau et à l'assainissement, les bénéfices réels dépendent fortement de la prévalence de ces maladies avant l'intervention dans la région étudiée.

A.2 Mesure des bénéfices sanitaires

Les bénéfices sanitaires peuvent se concrétiser à différents stades de la chaîne de valeur, à travers la fourniture de l'accès aux services d'eau et d'assainissement ou suite à l'investissement dans l'épuration des eaux usées afin d'améliorer le cadre de vie général (la qualité des eaux de baignade, par exemple)⁵².

Encadré A.1. **Transfert des bénéfices : limites et possibilités**

Il peut s'avérer utile d'appliquer à un site des valeurs économiques mesurées initialement sur un autre site pour un bien similaire, notamment quand la seule autre solution alternative serait de ne disposer d'aucune estimation chiffrée, étant donné que la collecte de données primaires est longue et coûteuse. Il n'en reste pas moins que cette translation d'un site à l'autre, appelée « transfert des bénéfices », comporte un certain nombre de risques et d'incertitudes. Plusieurs questions doivent être envisagées, en particulier la conversion des valeurs entre monnaies ou la prise en compte des écarts de revenus entre pays. Compte tenu du nécessaire recours aux hypothèses, les transferts de bénéfices augmentent inévitablement le niveau de subjectivité et d'incertitude par rapport à l'étude originale. Il convient de décider au cas par cas si ce procédé est acceptable et si les valeurs transférées restent utiles.

Étant donné le rôle essentiel que peuvent jouer les valeurs associées aux bénéfices dans la prise de décisions liées à l'environnement, il est surprenant qu'il n'existe aucun protocole consensuel de transfert sur lequel les analystes puissent s'appuyer. Toutefois, certaines recommandations sont largement acceptées :

- La précision et la qualité de l'étude originale doivent être examinées attentivement.
- Le site initial de l'étude et le site auquel le transfert s'applique doivent posséder des caractéristiques démographiques similaires ; sinon, il faut tenir compte des effets des différences sur le consentement à payer.
- Les changements auxquels est soumis le bien en question doivent être semblables sur les deux sites.
- Il est préférable d'utiliser une méta-analyse (combinant les résultats de plusieurs études comparables) ou d'adapter la fonction des bénéfices à la nouvelle situation plutôt que d'appliquer directement des valeurs individuelles.
- Il est nécessaire que soient bien comprises toutes les appréciations et hypothèses formulées lors du transfert des bénéfices ainsi que leurs répercussions potentielles sur les estimations finales.

En règle générale, plus les deux sites se ressemblent, moins le risque d'erreur est important. Trouver des sites similaires au site étudié et peu éloignés de celui-ci doit donc être une priorité.

Sources : EPA (2000b) ; OCDE (2006b) ; Ready et Navrud (2006).

Les facteurs ci-après sont habituellement pris en compte pour mesurer les bénéfices sanitaires.

Coûts directs des soins de santé : ces coûts peuvent être évalués à partir des coûts médicaux réels ou, si ceux-ci ne sont pas disponibles ou sont trop difficiles à recueillir, en fonction du nombre de jours d'hospitalisation ou du coût des médicaments utilisés pour soigner les maladies liées à l'eau. Ils risquent fort d'être sous-estimés, car ils comprennent uniquement les dépenses directes associées à un épisode morbide particulier (et non les répercussions à long terme, notamment sur la malnutrition infantile). Pour autant, cette méthode peut très bien convenir à des épidémies déclenchées, par exemple, à la suite du débordement des égouts ou de la contamination de l'eau de boisson.

Effet sur la productivité : il est possible de l'estimer en déterminant l'incidence des maladies sur la productivité générale du travail (en calculant le nombre de journées de travail perdues pour cause de maladie de la personne elle-même ou d'un membre de sa famille), la productivité individuelle ou la fréquentation scolaire, par exemple. Pour évaluer le temps d'absence au travail ou d'arrêt des activités familiales dû aux maladies, on peut estimer son coût d'opportunité en utilisant des valeurs de substitution (comme l'indemnisation moyenne des salariés, le salaire minimum ou le salaire moyen).

Effet sur la mortalité : l'inadéquation de l'eau et de l'assainissement peut entraîner des pertes de vies humaines, dont la valeur doit alors être mesurée. Cette valeur dépendra du niveau de développement du pays et de l'âge des personnes. Parmi les méthodes employées pour estimer la valeur de la vie statistique (VVS) figure l'approche dite du capital humain, qui consiste à calculer la valeur future actualisée de la production économique perdue suite au décès d'une personne. Cette méthode est critiquée, car elle détermine la valeur d'une vie humaine uniquement en fonction de la capacité de production des personnes. En particulier, elle n'est pas bien adaptée pour estimer la valeur de la vie des enfants de moins de 5 ans, lesquels n'ont pas encore atteint l'âge de travailler. Comme autres méthodes, on trouve la méthode des prix hédonistes (établie sur la base de l'observation des marchés du travail et sur le calcul de la prime demandée pour accepter des emplois plus risqués) et l'évaluation contingente (qui s'appuie sur les préférences exprimées par les personnes exposées au risque).

Les méthodes qui reposent sur des données salariales pour obtenir la valeur d'une vie (ou celle d'un décès évité) sont particulièrement sensibles aux différences de niveau de rémunération entre pays. Alors que la valeur d'une vie dans les pays moins développés peut descendre jusqu'à 4 500 USD (selon les estimations présentées dans le tableau 2.3), elle est, estime-t-on, plusieurs dizaines de fois plus élevée dans les pays développés. Ainsi, l'EPA

estime habituellement la valeur de la vie statistique à plus de 6 millions USD pour les États-Unis, après analyse des dizaines d'études publiées sur le sujet utilisant la méthode des prix hédonistes ou l'évaluation contingente (EPA, 2000b).

Effet sur la morbidité : quand elles n'entraînent pas la mort, les insuffisances de l'eau et de l'assainissement peuvent provoquer des maladies répétées. Pour mesurer l'effet défavorable cumulé sur la morbidité et la mortalité d'un vaste éventail d'interventions sanitaires, l'OMS a défini la notion d'AVCI (années de vie corrigées de l'incapacité) comme indicateur commun des conditions sanitaires. Quand les bénéfices ne sont pas chiffrés, on compare souvent le rapport coût-efficacité d'interventions de substitution en termes d'AVCI évitées (voir encadré A.2 et encadré 5.3).

Encadré A.2. Mesure des années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) et de la charge de morbidité

L'OMS définit les **années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI)** comme la somme des années de vie potentiellement perdues suite à une mort prématurée et des années de vie productives perdues du fait de l'incapacité. Ce second facteur élargit le premier de façon à prendre en compte les années de « vie en bonne santé » perdues en raison d'une altération de la santé ou d'une incapacité, ce qui revient à combiner la mortalité et la morbidité au sein d'une même mesure : une AVCI équivaut donc à une année de vie en bonne santé perdue. Cette unité est de plus en plus répandue dans le domaine de la santé publique ou pour évaluer les effets sanitaires de mesures prises dans les domaines de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène. La somme de ces AVCI dans l'ensemble d'une population donnée constitue ce que l'on appelle la « **charge de morbidité** ». On peut se représenter cette dernière comme une mesure de l'écart entre la situation sanitaire actuelle et une situation sanitaire idéale dans laquelle la totalité de la population vivrait jusqu'à un âge avancé sans être malade ni présenter d'incapacité.

En 1996, l'OMS a publié son premier rapport intitulé « Global Burden of Disease » (Charge mondiale de morbidité) qui utilisait des données datant de 1990 (d'où son abréviation : « GBD 1990 »). Ce rapport a été le premier à offrir une description cohérente et comparée de la charge de morbidité et d'incapacité ainsi que des facteurs de risque associés, dans le but d'éclairer la prise de décisions et la planification en matière de santé. L'étude a permis de quantifier les effets de plus de 100 maladies et types d'incapacité dans huit régions du monde en 1990, en adoptant les AVCI comme mesure commune. Lors de sa mise à jour ultérieure, les auteurs y ont ajouté une analyse de la mortalité et de la charge de morbidité attribuables à 26 facteurs de risque génériques, parmi lesquels figuraient l'eau, l'assainissement et l'hygiène. Le prochain rapport de la série (GBD 2005) devrait être publié fin 2010. Il devrait également retracer l'évolution de la charge mondiale de morbidité de 1990 à 2005.

Source : projet consacré à la charge mondiale de morbidité. www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/about/en/index.html (en anglais).

A.3 Estimation des bénéfices environnementaux

Attribution de valeurs à l'environnement. Pour décrire les différents types de valeurs associés à l'environnement, on classe souvent les biens et services écosystémiques selon la façon dont ils sont utilisés. Les valeurs sont généralement réparties dans les catégories suivantes (Pagiola *et al.*, 2004 ; voir aussi OCDE 2000) :

- **Valeurs d'usage direct** : ce type de valeurs désigne les biens et services écosystémiques utilisés directement, dans le cadre soit d'*activités consommatrices* (par ex. : extraction du bois pour la construction, aliments, plantes médicinales) soit d'*activités non consommatrices*. Ces dernières comprennent, par exemple, le tourisme vert, l'éducation ou la recherche scientifique. Ce sont principalement les personnes qui séjournent ou vivent dans l'écosystème qui profitent des valeurs d'usage direct.
- **Valeurs d'usage indirect** : les bénéfices tirés de l'usage indirect correspondent aux services écosystémiques qui sont fournis en dehors de l'écosystème et qui appuient des activités économiques ou améliorent le bien-être humain. Il s'agit notamment de la fonction de filtration de l'eau des zones humides ou des capacités de rétention de l'eau ou de piégeage du carbone.
- **Valeurs d'option** : ces valeurs reposent soit sur la possibilité d'utiliser soi-même les biens et services écosystémiques dans le futur (*valeur d'option*), soit sur la possibilité que ces biens et services puissent être utilisés par les générations futures (*valeur patrimoniale*)⁵³.
- **Valeurs hors usage** : cette catégorie renvoie au plaisir que l'on peut ressentir à savoir qu'une ressource existe, même si l'on ne pense pas l'utiliser directement soi-même un jour. Cette valeur est également appelée *valeur d'existence*.

En outre, certains économistes définissent une valeur intrinsèque, qui « repose sur la conviction que tous les organismes vivants sont utiles, quelle que soit la valeur monétaire que leur attribue la société » (NOAA, Web).

Méthodes d'évaluation. L'évaluation des actifs environnementaux implique de conférer une valeur monétaire aux biens et services écosystémiques ainsi qu'aux transformations de la qualité environnementale découlant des activités humaines. Or, les biens et services environnementaux font moins souvent que d'autres l'objet de transactions de marché. Leur valeur n'est donc pas donnée par un prix de marché et doit être calculée en suivant différentes approches (OCDE, 2000). L'évaluation des biens et services environnementaux s'appuie en grande partie sur l'hypothèse selon laquelle des personnes sont disposées à payer pour conserver ou accroître des bénéfices liés à l'environnement. Ce

consentement à payer constitue donc un instrument essentiel de valorisation des composantes environnementales.

Les méthodes sont multiples, mais seules les plus pertinentes pour les valeurs mentionnées dans ce rapport sont décrites ci-après.

Méthode d'évaluation contingente : cette approche est l'une des méthodes possibles pour apprécier certains aspects de biens environnementaux qui ne s'échangent pas sur les marchés, tels que les valeurs d'option et d'existence. Elle cherche à mesurer le consentement à payer pour des améliorations de l'environnement, en interrogeant directement un échantillon représentatif de personnes (OCDE, 2000). L'enquête comprend un questionnaire qui présente un scénario ou un marché hypothétique décrivant une amélioration ou une dégradation de la qualité de l'environnement. Il est ensuite demandé aux personnes incluses dans l'échantillon d'indiquer la somme qu'elles seraient disposées à payer (à travers l'augmentation de l'une de leurs factures, par exemple) pour ce bien ou ce service environnemental amélioré. Partant des réponses fournies, on estime les consentements à payer moyen et médian associés à ladite amélioration, ce qui donne une indication de la valeur de celle-ci. Cela étant, les études réalisées selon cette méthode peuvent s'accompagner de certains biais, notamment si les personnes interrogées pensent que leurs réponses pourraient influencer sur l'action des pouvoirs publics, ce qui peut les inciter à sous-estimer ou à surestimer intentionnellement la somme qu'elles consentiraient effectivement à payer pour obtenir le résultat escompté. Pour réduire les biais le plus possible, les analystes doivent être très vigilants quand ils conçoivent les enquêtes et conduisent les entretiens (NOAA, Web).

Méthode des choix multi-attributs (ou de modélisation des choix) : contrairement à la méthode d'évaluation contingente, celle des choix multi-attributs consiste à proposer aux personnes interrogées différentes solutions à partir des possibilités d'action envisagées. Cette méthode permet d'examiner plus en détail les préférences de chacun relativement aux composantes ou attributs présentés et offre aux analystes le moyen de mieux cerner les priorités individuelles. Alors que la méthode contingente associe au final une valeur unique à un changement de la qualité de l'environnement, la méthode des choix multi-attributs associe des valeurs indépendantes aux différentes caractéristiques de cette même variation (NOAA, Web).

Méthode des coûts de déplacement : cette méthode peut être appliquée pour évaluer les bénéfices récréatifs qu'offre un site particulier. Elle consiste à établir une courbe de la demande à partir de données d'enquête relatives au temps et à la somme investis pour se rendre sur le site en question (Pagiola, 2007). Ces dépenses sont considérées comme un indicateur du consentement à payer pour accéder aux services récréatifs fournis par le site (NOAA, Web). La méthode a ses limites, en particulier quand les déplacements concernent

plusieurs destinations (Pagiola, 2007). En outre, elle ne peut pas être utilisée pour mesurer des valeurs hors usage (NOAA, Web).

Méthode des prix hédonistes : la qualité d'un milieu aquatique (qui dépend en partie de celle des services d'eau et d'assainissement) aura généralement une incidence sur la valeur des biens fonciers et immobiliers situés aux abords de masses d'eau. L'examen du prix de ces biens sur le marché peut mettre en évidence la valeur associée à la dépollution de l'eau.

A.4 Prise en compte des bénéfices économiques

Il est possible de mesurer les bénéfices économiques à travers l'incidence de l'eau et de l'assainissement sur les activités économiques, telles que la production d'électricité, la pêche, l'aquaculture et le tourisme. Ces bénéfices peuvent être estimés au regard des pertes de production économique liées à la mauvaise qualité de l'eau et de l'assainissement. Ils se concrétisent aussi parfois par le temps gagné du fait qu'il n'est plus nécessaire d'aller chercher de l'eau ni de rechercher un endroit isolé pour déféquer, un gain de temps qu'il faut évaluer sur la base du coût d'opportunité pour les personnes concernées.

Lors de la mesure des bénéfices économiques, il est essentiel d'éviter le double comptage. Par exemple, si l'on estime les bénéfices sanitaires à partir de l'augmentation de la productivité (c'est-à-dire la diminution du nombre de journées d'absence pour maladie), il ne faut pas considérer celle-ci comme un bénéfice économique distinct. De même, si l'on mesure les bénéfices environnementaux à l'aune du développement des populations de poissons et de la production piscicole, cet effet ne peut pas être considéré comme un bénéfice séparé. Toutefois, il est probable que certains bénéfices économiques d'ordre général (sur le tourisme ou l'agriculture, par exemple) n'auront pas été correctement pris en compte dans l'évaluation des autres types de bénéfices.

Les bénéfices économiques indirects peuvent être considérables, mais ils ne sont pas toujours comptabilisés. Par exemple, l'augmentation de la fréquentation scolaire constatée suite à l'aménagement de toilettes dans les établissements d'enseignement pourrait déboucher ultérieurement sur une élévation des revenus des filles qui sont allées à l'école. Bien que ce résultat soit important, il peut être difficile à quantifier car il ne se concrétise qu'après un certain temps.

A.5 Inclusion d'autres bénéfices

Certains autres bénéfices sont parfois plus difficiles à quantifier et à évaluer, notamment les répercussions non sanitaires de l'accès aux services d'eau et d'assainissement (dignité, valeur d'agrément, etc.). Il existe des méthodes pour déterminer la valeur de ces types de bénéfices, en particulier à partir d'évaluations contingentes, mais elles n'ont pas été appliquées avec suffisamment de constance pour estimer les bénéfices qu'offrent les investissements dans les domaines de l'eau et de l'assainissement.

Notes

1. Cette section s'inspire largement de Hutton *et al.* (2008).
2. Certains analystes y ajoutent également une valeur de quasi-option, à savoir celle qui résulte du fait d'éviter toute décision irréversible tant que l'on ignore si certains services écosystémiques ne comportent pas des valeurs non connues pour le moment (Arrow et Fisher 1974, cité dans Pagiola *et al.* 2004).

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Corée, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. L'Union européenne participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Études de l'OCDE sur l'eau

Bénéfices liés aux investissements dans l'eau et l'assainissement

PERSPECTIVES DE L'OCDE

La fourniture de services d'approvisionnement en eau, d'assainissement et de traitement des eaux usées, a des répercussions très favorables sur la santé publique, l'économie et l'environnement. Dans les pays en développement, le rapport avantages/coûts peut aller jusqu'à 7 pour 1 pour les services d'eau et d'assainissement de base.

Les actions en matière de traitement des eaux usées, par exemple, peuvent s'accompagner d'effets très positifs en termes de santé publique et d'environnement, ainsi que pour certains secteurs économiques comme la pêche, le tourisme et le marché de l'immobilier.

Les retombées favorables des services d'eau sont rarement considérées dans leur pleine mesure pour différentes raisons, notamment la difficulté de quantifier d'importants avantages non économiques tels que les valeurs de non-usage, la dignité, le statut social, la propreté et le bien-être général. Par ailleurs, les informations concernant les avantages liés aux services d'eau sont souvent enfouies dans des documents techniques et échappent aux principaux décideurs des ministères.

Ce rapport réunit et résume les informations existantes sur les avantages de l'eau et de l'assainissement.

Veillez consulter cet ouvrage en ligne : <http://dx.doi.org/10.1787/9789264101043-fr>.

Cet ouvrage est publié sur OECD iLibrary, la bibliothèque en ligne de l'OCDE, qui regroupe tous les livres, périodiques et bases de données statistiques de l'Organisation. Rendez-vous sur le site www.oecd-library.org pour plus d'informations.