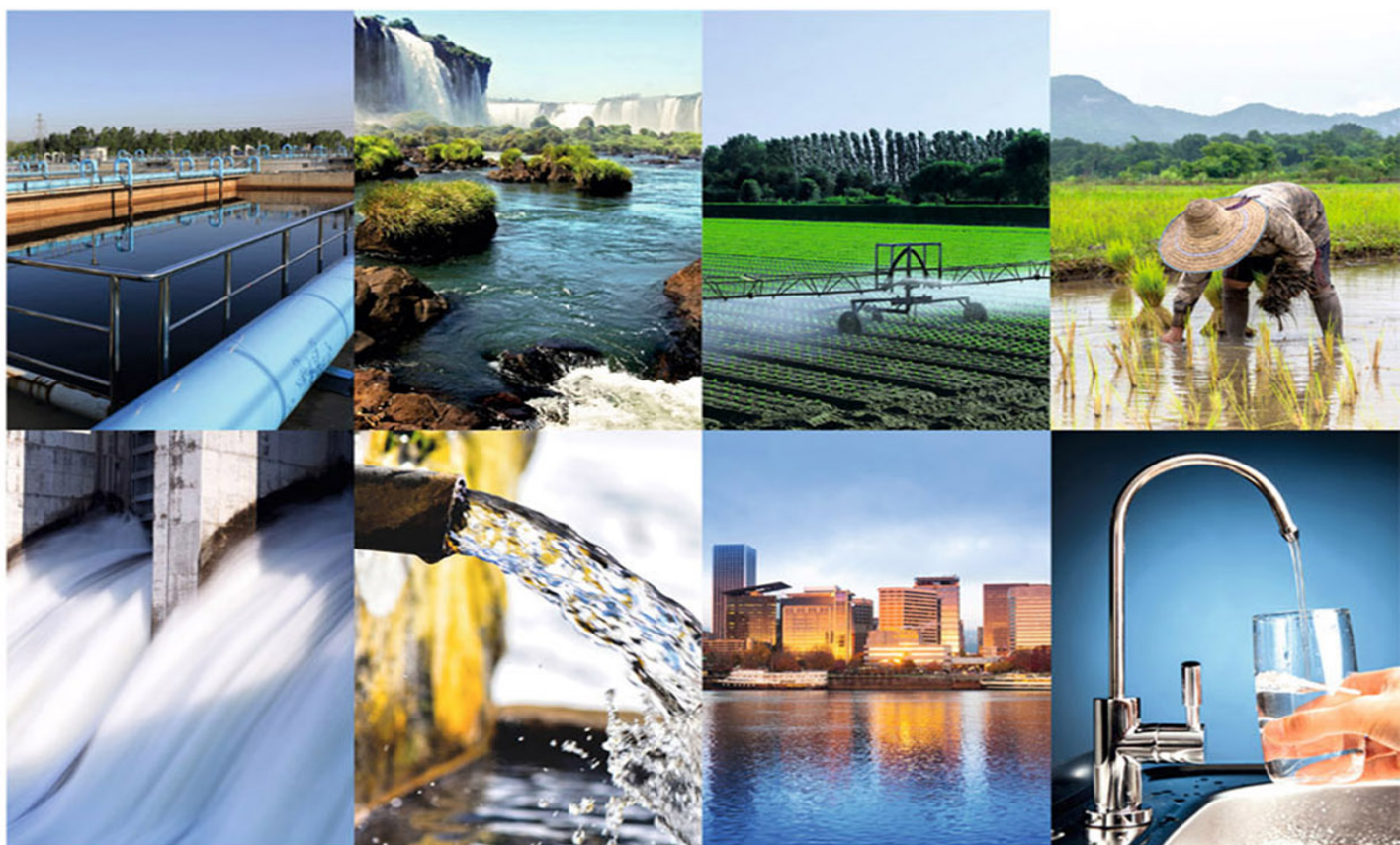


L'accès à l'eau

Enjeu majeur du
développement durable

Laurent **Baechler**





L'accès à l'eau

Enjeu majeur du
développement durable

Laurent **Baechler**



L'humanité entre dans une nouvelle phase de son évolution, dans laquelle elle est amenée à reconsidérer les aspects économiques, environnementaux et sociaux du développement. Le développement durable doit reposer, à quelque échelon que ce soit (États, entreprises, citoyens, ...), sur des réponses adaptées à tous les défis posés par l'articulation de ces trois dimensions.

Les titres de la collection Planète enjeu viennent alimenter le débat économique, social et politique autour de ces préoccupations liées au développement durable.

Cette collection a l'ambition de publier des ouvrages de réflexion, apportant un regard novateur. Son champ est largement ouvert à toutes les disciplines des sciences humaines.

Laurent Baechler

L'accès à l'eau. Enjeu majeur du développement durable

Edward B. Barbier

Un new deal écologique mondial. Repenser la reprise économique

Michael Carolan

Cheaponomics. Le coût élevé des produits bon marché

John Houghton

Le réchauffement climatique. Un état des lieux complet

Tim Jackson

Prospérité sans croissance. La transition vers une économie durable

David J.C. MacKay

L'énergie durable. Pas que du vent !

Peter Newell – Matthew Paterson

Climat et capitalisme. Réchauffement climatique et transformation de l'économie mondiale

Elinor Ostrom

Gouvernance des biens communs. Pour une nouvelle approche des ressources naturelles

Charles S. Pearson

Économie et défis du réchauffement climatique

**Ernst von Weizsäcker – Karlson 'Charlie' Hargroves – Michael H. Smith
– Cheryl Desha – Peter Stasinopoulos**

Facteur 5. Comment transformer l'économie en rendant les ressources 5 fois plus productives

à Nazan, Solène et Kenan

Sommaire

Titre

Introduction

1 - Les caractéristiques physiques de l'accès à l'eau

2 - Des pressions croissantes sur les ressources en eau

3 - L'accès à l'eau, un problème de développement

4 - La gestion de l'accès à l'eau

5 - Les conditions d'accès à l'eau, entre conflit et coopération

6 - La gouvernance de l'accès à l'eau

Conclusion

Bibliographie

Index

Copyright

Introduction

Il existe un contraste frappant entre la quantité énorme de publications disponibles sur la question de l'eau, et le peu d'intérêt que cette question semble susciter auprès du grand public ou de ses dirigeants, si l'on en juge par la couverture médiatique très discrète dont elle fait l'objet, ou le peu d'empressement dont font preuve les décideurs de tout bord pour se saisir de ce problème. Le premier constat s'explique beaucoup plus facilement que le second, qui trouvera des éléments d'explication tout au long de l'ouvrage. Parmi les très nombreuses problématiques du développement durable auxquelles il convient de s'intéresser, celles en rapport avec le domaine de l'eau sont probablement parmi les plus complexes, comme nous aurons l'occasion de le découvrir dans les pages qui suivent. De sorte que se pencher sur ces problématiques oblige à circonscrire les objets étudiés de manière très restrictive, presque chirurgicale, pour apporter des éléments de connaissance significatifs. Ce phénomène de spécialisation des connaissances est bien sûr commun à toutes les disciplines et à tous leurs sujets d'étude, mais il est particulièrement marqué dans le domaine de l'eau, ainsi que peut le découvrir le lecteur qui s'y aventure.

Le problème de l'eau se pose effectivement différemment d'un endroit à un autre, d'une activité à une autre, d'une époque à une autre, et donne lieu à des regards différents selon qu'il est abordé par un hydrologue, un juriste, un économiste, un politologue... Il en résulte une littérature gigantesque, qu'il est d'ailleurs parfaitement illusoire de vouloir couvrir entièrement, qui

constitue le corpus de connaissances dont nous disposons, et qui ne cesse de croître d'année en année. Si l'on veut contribuer à ce corpus, le choix se porte généralement sur deux possibilités : se spécialiser et tenter d'ajouter un apport aux connaissances existantes ; adopter un point de vue plus général, qui permet de saisir les problèmes dans leur globalité. Les ouvrages qui s'orientent vers cette deuxième option le font généralement en adoptant un angle de perception particulier, qui les amène à étudier par exemple le problème de l'eau dans les pays en développement, les conflits internationaux autour de l'eau, les questions de financement du secteur de l'eau, les problèmes de pollution, la question des barrages... ou n'importe lequel des milliers d'autres problèmes qui composent ce champ d'analyse.

L'ouvrage présent repose sur la conviction qu'il est possible d'aller plus loin dans le degré de généralité par lequel on peut aborder ces questions, sans pour autant perdre en pertinence d'analyse. Il faut pour cela se donner les moyens de saisir les enjeux essentiels qui ressortent de chaque segment du problème global, sans laisser de côté une dimension de ce problème qui permette d'en comprendre les principales composantes. C'est à cette condition qu'il est possible d'avoir finalement une vue panoramique du problème de l'eau. L'exercice est périlleux, et repose sur une double exigence : couvrir le champ de connaissances le plus large possible, sans passer à côté d'informations décisives pour la pertinence de l'analyse. Il est donc question de parcourir une vaste littérature, dans des disciplines aussi diverses que l'hydrologie, l'économie, le droit, la science politique... tout en retenant dans chacune de ces disciplines les apports qui font autorité auprès des personnes compétentes.

C'est au lecteur de juger si l'exercice est réussi. Il trouvera à cet effet un ouvrage dont le fil conducteur est l'accès à l'eau, les problèmes qu'il pose, les solutions qu'il suscite. Le tout est composé de six chapitres, les trois premiers abordant les problèmes, les trois derniers les solutions.

Le [premier chapitre](#) aborde la question de l'accès à l'eau sous l'angle de ses conditions physiques, ou naturelles. L'hydrologie est le principal guide en la matière, mais le cycle de l'eau n'étant pas strictement séparable des activités humaines qu'il entretient, il convient également de voir dans quelle mesure ces activités ont un impact sur la disponibilité naturelle de l'eau.

Le [second chapitre](#) décrit les conditions dans lesquelles les pressions de toutes sortes exercées sur les ressources en eau par les activités humaines ont mené à la situation actuelle dans différentes parties du monde.

Le [troisième chapitre](#) permet de comprendre en quoi l'accès à l'eau est un enjeu majeur du développement économique, humain, et durable de manière générale. Il permet également de comprendre que cet enjeu se présente de manière très différente selon les pays auxquels on s'intéresse, et que l'on peut regrouper en quatre catégories.

Le [quatrième chapitre](#) explore les solutions techniques et les instruments économiques qui se présentent pour résoudre les problèmes d'accès à l'eau, quels qu'ils soient.

Le [cinquième chapitre](#) aborde la question du statut de l'eau, des droits de propriété, et finalement des possibilités de coopération qui existent pour faire face aux risques de tensions et conflits qui caractérisent le secteur de l'eau, que ce soit au plan national ou international.

Le [sixième chapitre](#) expose les conditions dans lesquelles la gouvernance du secteur de l'eau se met en place et pourrait être améliorée dans le monde.

1

Les caractéristiques physiques de l'accès à l'eau

Une grande partie des activités humaines reposent in fine sur l'exploitation de ressources naturelles transformées par du travail humain grâce à des technologies plus ou moins sophistiquées. Il est bien sûr également question de capital physique, mais les bâtiments, machines, infrastructures... peuvent également être considérés comme le fruit de cette combinaison. Parmi les ressources naturelles qui contribuent au développement de ces activités, l'eau présente plusieurs caractéristiques qui la distinguent de toutes les autres : elle est indispensable à la vie et n'a pas de substitut ; elle est disponible en quantités strictement fixes, dictées par les lois de la nature ; elle est omniprésente, mais d'accès difficile.

Une ressource comme aucune autre

L'eau est indispensable à la vie, et de fait la vie est apparue dans l'eau il y a environ 3 milliards d'années sous la forme d'organismes unicellulaires. L'eau représente l'essentiel de la composition des êtres vivants. à ce point qu'elle représente 75 % de la composition du corps chez un nourrisson,

65 % chez un adulte et 55 % chez une personne âgée. Comme un symbole, elle se fait plus rare à mesure qu'un être se rapproche de la mort... L'eau compose 79 % du cœur et 77 % du cerveau humain, les deux organes les plus vitaux. Une perte de teneur en eau du corps de 1 % donne soif ; une perte de 10 % conduit à des hallucinations ; une perte de 15 % entraîne la mort, tout comme sans apport d'eau douce d'aucune sorte, l'homme ne peut vivre plus de deux ou trois jours, alors que s'il boit sans manger, il peut survivre une quarantaine de jours, à condition de ne fournir aucun effort. On comprend l'importance qu'a l'eau pour le corps humain en prenant conscience des rôles qu'elle y joue : elle transporte les nutriments aux cellules ; elle intervient dans la régulation thermique et participe aux nombreuses réactions chimiques du corps ; elle fabrique les ions nécessaires au système nerveux, et transmet au cerveau les influx nerveux et hormones qui lui permettent de fonctionner ; elle nettoie l'organisme en participant à l'évacuation des déchets du métabolisme ; non seulement elle structure la matière vivante qui compose notre corps, mais elle occupe l'espace intercellulaire, servant de réserve aux cellules et aux vaisseaux sanguins, circulant en permanence dans tout l'organisme. L'eau assure les mêmes fonctions pour les autres animaux, dont certains sont composés à plus de 80 % d'eau, comme certains animaux marins.

Les végétaux quant à eux puisent dans le sol l'eau qui leur permet de constituer leur sève brute. Cette sève monte dans la tige et se répartit dans les feuilles où, grâce à la chlorophylle et à l'énergie du soleil, la photosynthèse enrichit la plante en substances organiques et génère la sève élaborée qui va assurer le développement normal de la plante, et permettre la constitution de réserves en vue d'une prochaine reproduction (tubercules, graines, fruits).

Non seulement l'eau est indispensable à la vie sur Terre, mais elle est également unique, au sens où elle n'a pas de substitut. Cette caractéristique en fait une ressource naturelle tout à fait à part, puisqu'il est toujours

possible de trouver un substitut à toutes les autres ressources naturelles sur lesquelles reposent les activités humaines, quelles qu'elles soient. La seule autre ressource comparable à l'eau de ce point de vue est l'atmosphère, qui est à la fois indispensable à la vie et sans substitut. Mais l'atmosphère n'est pas une ressource rare au sens propre du terme : elle est disponible en quantités illimitées (tout au moins pour l'usage qu'en font les êtres vivants pour se maintenir en vie – pour les autres usages, on peut considérer l'atmosphère comme une ressource rare à partir du moment où elle est polluée), ce qui n'est malheureusement pas le cas de l'eau. La biogéochimie nous apprend en effet que les cycles de l'azote, de l'oxygène et du carbone (qui assurent une composition stable de l'atmosphère : 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % d'autres gaz) comptent pour peu de choses dans la quantité d'oxygène disponible dans l'air que nous respirons : le stock d'oxygène accumulé au cours des temps géologiques est devenu indépendant des processus de la biosphère. Autrement dit, les activités humaines ne peuvent détruire l'oxygène de l'air indispensable à la vie sur Terre. Si l'on brûlait simultanément l'ensemble des réserves connues de carbone fossile, la teneur en oxygène de l'air ne diminuerait que de 3 %, laissant largement de quoi subsister à l'ensemble des êtres vivants (Duplessy et Morel, 1990). L'eau n'a pas ces caractéristiques, comme nous le verrons tout au long de cet ouvrage, et correspond donc bien à la définition traditionnelle d'un bien économique : disponible en quantités limitées et utile.

Nous verrons également que ces caractéristiques uniques de l'eau, à la fois indispensable à la vie et sans substitut, en font une ressource convoitée plus qu'aucune autre : sa rareté maintient des populations entières dans des « trappes à pauvreté » ; elle entretient des tensions politiques dont on craint qu'elles aillent éventuellement jusqu'au conflit armé ; elle débouche sur la tentation de faire de l'accès à l'eau un droit humain.

Une abondance trompeuse

L'eau est omniprésente sur la Terre, qui, d'après les connaissances actuelles, est la planète du système solaire qui combine les conditions les plus favorables à l'existence d'eau sous forme liquide, préalables à la vie. Elle en recouvre 70 % de la surface (si la Terre n'avait pas de relief, l'eau la recouvrirait sur une épaisseur de 3 kilomètres), mais la quantité utile pour les activités humaines est une partie infime de ce total ([tableau 1](#)).

Sur les quelques 1,4 milliard de km³ d'eau qu'abrite la planète, 96,5 % est constitué des eaux salées océaniques inutilisables pour les activités humaines (sans transformation, nous y reviendrons plus loin). Les 3,5 % restant sont de l'eau potentiellement utile, mais la moitié est « piégée » dans les glaciers et calottes glacières (1,75 %), et donc inutilisable également. Le reste se partage entre eaux souterraines (1,70 %) et eaux de surface (0,05 %), mais plus de la moitié de l'eau souterraine est elle-même saline, autrement dit pas toujours propre aux usages humains. La quantité d'eau douce utilisable pour tous les usages humains (à distinguer de l'eau potable) représente donc près de 0,8 % du total de l'eau présente sur la planète. L'essentiel se trouve sous forme souterraine (0,75 %), les eaux de surface (les 0,05 % restant) se répartissant entre cours d'eau (2 % des eaux de surface), marais (11 %) et lacs (87 %).

Tableau 1.1 – Répartition des ressources en eau sur la planète

Source d'eau	Volume d'eau (km ³)	% d'eau douce	% d'eau totale
Océans, mers et baies	1 338 000 000	–	96,5 %
Calottes glacières, glaciers et neiges éternelles	24 064 000	68,7 %	1,74 %
Eau souterraine :	23 400 000	–	1,7 %
– douce	10 530 000	30,1 %	0,76 %
– saline	12 870 000	–	0,94 %
Humidité du sol	16,5	0,05 %	0,001 %
Hydrolaccolithe et pergélisol	300	0,86 %	0,022 %
Lacs :	176,4	–	0,013 %
– d'eau douce	91	0,26 %	0,007 %
– d'eau saline	85,4	–	0,006 %
Atmosphère	12,9	0,04 %	0,001 %
Eau marécageuse	11,47	0,03 %	0,0008 %
Rivières	2,12	0,006 %	0,0002 %
Eau biologique	1,12	0,003 %	0,0001 %
Total	1 386 000 000	–	100 %

Source : P. H. Gleick : « Water Resources », in *Encyclopedia of Climate and Weather*, S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp. 817-823, 1996.

Toute cette quantité d'eau douce potentiellement utilisable n'est pas accessible. Si l'on additionne les quantités d'eau douce accessible sous toutes ses formes (souterraine et de surface), on trouve une estimation haute de 15 000 km³ d'eau douce disponibles chaque année pour les usages humains, ce qui représente près de 5 500 litres par personne et par jour au

plan mondial pour la population actuelle. Il faut comparer ce chiffre au prélèvement quotidien moyen qui, d'après les calculs reposant sur les dernières données disponibles de la FAO¹, représente près de 1 330 litres. Ces chiffres peuvent donner l'impression que l'eau est surabondante sur la planète, ce qui est effectivement le cas en moyenne. Mais nous verrons que cette moyenne masque d'énormes disparités locales. Ainsi les prélèvements nationaux actuels les plus élevés dépassent largement à la fois la moyenne mondiale des prélèvements, mais également celle des disponibilités, les niveaux les plus élevés se situant en Asie centrale, où les prélèvements quotidiens par personne atteignent jusqu'à près de 16 000 litres au Turkménistan (le record mondial, de loin). Le Chili (près de 5 800 litres) et les États-Unis (4 400 litres) font également partie des plus gros utilisateurs d'eau.

Mais si l'on s'en tient à l'échelle globale du cycle de l'eau, celle-ci semble être l'une des rares ressources naturelles pour lesquelles les limites écologiques de la planète n'ont pas été atteintes, ou ne sont pas en voie de l'être bientôt. Le *Stockholm Resilience Centre* de l'université de Stockholm publie régulièrement un état des lieux de ces limites, et identifie à ce titre 9 catégories de « frontières planétaires écologiques » majeures, celles qui ont le plus d'impact en termes de développement durable. Le changement climatique et la perte de biodiversité sont les situations les plus préoccupantes à ce titre, alors que les prélèvements d'eau douce restent encore dans des limites globales éloignées de la frontière en question, puisqu'ils étaient de 4 000 km³ (lors du premier rapport publié en 2009, voir Rockström *et al.*, 2009), ce qui correspond à un niveau de consommation d'eau de 2 600 km³ par an (la différence entre prélèvement et consommation est expliquée plus loin), pour une limite basse fixée à 4 000 km³, et un intervalle de soutenabilité de 4 000-6 000 km³.

Cependant, cette apparence est trompeuse pour trois raisons majeures. Premièrement, les statistiques disponibles sur les utilisations d'eau ne

tiennent généralement pas compte des usages *in situ* de l'eau, autrement dit des utilisations qui ne reposent pas sur un prélèvement effectué à un endroit ou un autre du cycle de l'eau, comme c'est le cas des usages *ex situ* qui supposent d'amener la ressource d'un point de prélèvement vers un point d'utilisation. Il peut s'agir d'activités de transport par navigation, d'activités touristiques ou sportives, ou de production d'énergie (mécanique ou électrique) par exploitation de l'énergie fournie par un flux d'eau. Toutes ces activités ne supposent pas de prélèvement d'eau, mais peuvent pourtant venir en concurrence des prélèvements nécessaires à d'autres activités humaines, quand par exemple l'eau nécessaire à la navigation peut être dérivée pour l'irrigation, ou lorsque l'eau utilisée pour la production d'énergie est prélevée en amont d'un cours d'eau pour d'autres usages. Une comptabilité rigoureuse des disponibilités devrait tenir compte de ces usages concurrents, ce qui réduirait l'écart global entre eau disponible et eau utilisée actuellement enregistré par les statistiques officielles.

Deuxièmement, les hydrologues aiment à rappeler que les usages humains de l'eau sont toujours en concurrence d'une manière ou d'une autre non seulement entre eux, mais également avec les exigences de l'entretien des écosystèmes. Certains iraient jusqu'à dire qu'il n'existe pas de quantités d'eau inexploitées dans la nature, puisqu'elles servent toujours à la reproduction d'espèces animales ou végétales ou à l'entretien des milieux naturels (renouvellement des nappes souterraines, évacuation des sédiments, élimination de polluants, reproduction des espèces halieutiques...). Cette question nous entraînerait loin dans le débat sur le développement durable et les limites à l'expansion des activités humaines. S'il est incontestable que l'eau présente des caractéristiques uniques par rapport à d'autres matières premières, tant elle intervient de manière indispensable dans le maintien des équilibres de l'ensemble des écosystèmes, il n'en reste pas moins vrai que l'augmentation des besoins humains en eau est une réalité incontournable, qu'il s'agit d'aborder de la

manière la plus raisonnable et rationnelle possible, comme nous tenterons de le faire dans cet ouvrage. Pour le dire simplement, il n'est pas concevable de faire face à une augmentation de la population mondiale et à une augmentation des niveaux de vie partout dans le monde sans considérer la nécessité d'augmenter les prélèvements d'eau. De ce point de vue, il n'est pas absurde de penser qu'il existe encore des marges d'exploitation d'eau inutilisées à l'échelle globale, à condition de tenir compte d'exigences croissantes du développement durable (une question abordée au [chapitre 3](#)).

Troisièmement, l'écart constaté globalement entre disponibilité et prélèvements d'eau (les prélèvements d'eau totaux de l'humanité représentant actuellement environ un dixième des écoulements continentaux) ne donne aucune idée de l'état de l'accès à la ressource en eau en différents endroits de la planète. Le cycle planétaire de l'eau est composé d'une multitude de circuits locaux qui débouchent sur des inégalités extrêmes en matière de ressources renouvelables. Nous verrons plus loin en quoi ces inégalités donnent lieu à des situations de stress hydrique extrêmes.

En résumé, l'abondance apparente d'eau à l'échelle globale masque d'énormes difficultés locales d'accès aux ressources en eau, tandis que la réalité des pénuries d'eau ici ou là n'affecte pas l'état global des ressources en eau, ni le fait que leur exploitation semble encore loin de leur frontière écologique théorique. Il ne s'agit pas d'un paradoxe, mais simplement du reflet de ce que l'accès à l'eau est un problème local et non pas global. Ceci s'explique par le fait que les ressources en eau sont extraordinairement mal réparties sur la planète, ou si l'on adopte une perspective différente, que la population et les niveaux de vie sont répartis mondialement d'une façon non concordante avec la disponibilité locale d'eau.

Une ressource disponible en quantités fixes

L'eau est disponible en quantités parfaitement fixes à l'échelle planétaire, mais sous des formes différentes, et évolutives. Elle est présente dans toutes les composantes de l'espace terrestre : lithosphère, hydrosphère, atmosphère, biosphère. Mais c'est bien sûr l'hydrosphère qui constitue le réceptacle principal de l'eau, elle-même étant composée de différents réservoirs tels que les océans, les calottes glacières, les lacs et rivières, nappes souterraines... L'eau circule entre ces différentes composantes de l'espace terrestre, formant un cycle. Elle circule ainsi entre les différents réservoirs de l'hydrosphère, s'écoule dans le sol et le sous-sol, s'évapore dans l'atmosphère, est assimilée par les êtres vivants qui forment la biosphère... Le cycle de l'eau est un phénomène biogéochimique qui assure le renouvellement de la ressource selon un processus sans cesse renouvelé, pour une quantité globale parfaitement fixe. Ce cycle constitue un tout, un système complexe animé par deux moteurs, l'énergie solaire et la pesanteur, et composé de réservoirs de nature et volumes différents se remplissant et se vidant à des rythmes différents. Le schéma global du cycle de l'eau est bien connu. L'eau de l'hydrosphère, sous l'action du soleil, gagne son état gazeux par évaporation et s'élève dans l'atmosphère. Par condensation, l'eau retrouve sa forme liquide et regagne la lithosphère lors des précipitations. La circulation de l'eau dans la lithosphère emprunte trois voies : le ruissellement, le long des reliefs du sol ; l'infiltration, à travers les fissures naturelles des sols et des roches ; la percolation, en migrant lentement à travers les sols. L'eau alimente les nappes phréatiques à travers l'infiltration et la percolation dans le sol, et regagne l'hydrosphère par ruissellement. L'équation fondamentale du cycle de l'eau peut se résumer de la manière suivante :

*Somme des précipitations reçues (sur une période donnée)
= somme des écoulements fluviaux + eau retournée à
l'atmosphère + somme des réserves d'eau retenues dans les
différents réservoirs*

Cette égalité est toujours observée sur une période de temps donnée. Les différents réservoirs qui jalonnent le cycle global retiennent l'eau pour un temps d'autant plus long que leur cycle propre est plus lent. Et leur cycle est d'autant plus lent qu'il présente un rapport flux/stock d'eau faible, autrement dit que le temps de recharge du stock que constitue le réservoir en question par le flux d'eau qui l'alimente est long. Ainsi le lac Léman bénéficie d'un flux de 8 milliards de m³ d'eau par an, pour un stock de 90 milliards de m³, ce qui signifie que sa durée de renouvellement (ou le temps de séjour moyen de l'eau dans le lac, ce qui revient au même) est d'environ 11 années. Le [tableau 2](#) indique ainsi les durées de renouvellement des principaux réservoirs d'eau.

Tableau 1.2 – Durée de renouvellement des principaux réservoirs d'eau douce (en moyenne)

Glaciers et calottes glaciaires	1 600 à 9 700 ans
Ensemble des eaux souterraines	1 000 ans
Océans	2 500 ans
Lacs d'eau douce	17 ans
Humidité des sols	1 an
Rivières	16 jours
Atmosphère	8 jours

Source : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/cycle/stocksfluxEau.html>

Les précipitations peuvent donc être considérées comme un point de départ du cycle de l'eau. Celui-ci assure un niveau de précipitations terrestres d'environ 113 000 km³ par an, dont il faut soustraire 72 000 km³ d'évaporation pour obtenir le flux net disponible, ce qui signifie au passage qu'il précipite davantage qu'il ne s'évapore au-dessus des continents, alors que le phénomène inverse se produit au-dessus des surfaces océaniques, la différence représentant le volume d'eau apporté aux océans par les cours d'eau (les transferts d'eau entre continents et océans), soit la réserve d'eau dans laquelle il est possible d'effectuer des prélèvements pour satisfaire les usages humains. Sur la différence, qui représente donc près de 40 000 km³, 32 900 sont considérés comme géographiquement accessibles, mais il faut également tenir compte du moment auquel ont lieu ces précipitations. La plupart sont concentrées sur des périodes de temps réduites et donnent lieu à des inondations ; restent 9 000 km³ effectivement accessibles ; si l'on ajoute les eaux de précipitation retenues en barrages (6 000 km³), on retrouve finalement l'estimation précédemment évoquée de 15 000 km³ d'eau douce disponibles chaque année pour les usages humains.

Le cycle de l'eau renouvelle donc sans cesse les ressources en eau ainsi que les différents réservoirs qui les composent. Ce qui signifie que les activités humaines peuvent puiser dans une réserve perpétuellement renouvelée. On estime ainsi que l'humanité a utilisé au cours du xx^e siècle 4 à 5 fois la quantité d'eau que le cycle de l'eau fait circuler annuellement sur les terres émergées, les quelque 40 000 km³ évoqués précédemment, soit près de 200 000 milliards de m³. Ces estimations pourraient laisser penser qu'étant donné ce renouvellement permanent, l'humanité bénéficie d'un accès illimité aux ressources en eau. Ce serait confondre renouvelable et illimité². Les ressources en eau sont effectivement indéfiniment renouvelables, mais elles sont fixes sur une période donnée (un an par exemple si l'on retient les besoins planétaires en eau sur cette période), alors que les besoins humains sont en augmentation rapide, comme nous le

verrons plus loin. Il s'agit donc de période en période de satisfaire des besoins croissants avec des ressources fixes. Il va sans dire que cette tendance accroît la pression sur les ressources en eau, un problème qui fera l'objet de développements détaillés dans les chapitres ultérieurs. Nous voulons nous intéresser ici à la disponibilité naturelle des ressources en eau, et à la manière dont les usages humains y ont accès. Le fait que cette disponibilité soit fixe, puisque dictée par le cycle de l'eau, ne signifie pas que les activités humaines disposent toujours des mêmes quantités d'eau. Pour le comprendre, il faut introduire une distinction fondamentale entre disponibilité et accès à l'eau.

Une différence fondamentale entre disponibilité et accès à l'eau

L'eau est disponible en quantités fixes dictées par le cycle de l'eau, mais l'accès à l'eau dépend de paramètres complexes et évolutifs, que l'on peut regrouper en trois catégories.

Il y a tout d'abord les états dans lesquels l'eau disponible se présente aux usages humains, autrement dit les différents réservoirs naturels d'eau mentionnés précédemment : calottes glacières, eau souterraine, atmosphère, etc. Ces états peuvent faire l'objet de modifications et rendre l'accès à l'eau plus ou moins difficile. Les activités humaines ont-elles un impact en la matière ? On peut le penser, en particulier si l'on considère le changement climatique comme un phénomène provoqué par ces activités, une idée qui fait désormais presque consensus, les dissensions portant pour l'essentiel sur le rythme et l'ampleur du phénomène. Il devrait effectivement avoir des répercussions majeures, et négatives, sur le cycle de l'eau, réduisant les quantités d'eau effectivement accessibles. Le sujet mérite un traitement à part, et sera développé dans un prochain paragraphe. De manière parfaitement indépendante du phénomène de changement climatique, il est

également envisageable que de « nouveaux » gisements d'eau soient révélés, du fait notamment des évolutions scientifiques et technologiques. à ce titre, on peut mentionner la découverte de ressources souterraines jusqu'ici inconnues, comme en Namibie en 2012³, ou l'existence de gigantesques réserves d'eau douce potentielles récemment découvertes au fond des océans.

Il faut ensuite retenir l'impact des activités humaines sur les quantités d'eau restituées au cycle de l'eau sous une forme accessible. Pour ce faire, il nous faut introduire la distinction entre prélèvements et consommation d'eau. La littérature n'est pas toujours cohérente en matière de terminologie employée pour caractériser les usages de l'eau, mais pour l'essentiel il s'agit de distinguer deux types d'usages : ceux qui donnent lieu à restitution des ressources en eau au cycle sous une forme réutilisable, et que l'on appelle prélèvements le plus souvent ; ceux qui ne donnent pas lieu à restitution des ressources en eau au cycle sous une forme réutilisable, appelés généralement consommation⁴. Environ la moitié des 4 000 km³ d'eau prélevés annuellement est consommée par évaporation et évapotranspiration des plantes. à l'opposé, l'eau prélevée mais non consommée retourne aux cours d'eau en s'écoulant en surface, ou s'infiltre dans le sol pour être stockée dans les nappes souterraines.

Les concepts d'« eau bleue » et « eau verte » ont été proposés en 1993 (Falkenmark, 1995), précisément pour avoir une perspective plus réaliste de la différence entre prélèvements et consommations, afin d'améliorer les capacités de gestion des ressources en eau. L'eau bleue correspond à la première catégorie d'usages, et constitue 40 % de la masse totale des précipitations. Elle se trouve dans les cours d'eau, les lacs, les nappes phréatiques, et est donc remise à disposition des usages humains, contrairement à l'eau verte, qui correspond à la seconde catégorie d'usages. Celle-ci est stockée dans le sol et la biomasse, évapotranspirée par les plantes, ou s'évapore des différents réservoirs d'eau ; elle représente les

60 % restant des précipitations. Les impacts des activités humaines sur la répartition des ressources entre eau bleue et verte dépendent essentiellement de deux éléments : le développement des activités agricoles, qui modifient le couvert végétal et mobilisent des techniques plus ou moins gourmandes en eau, conditionnant ainsi l'orientation des ressources en eau vers la biomasse (eau verte) ou les zones d'écoulement (eau bleue) ; la création de réservoirs d'eau, qui augmentent les surfaces d'évaporation potentielle. Le développement de l'agriculture irriguée, la plantation de forêts et la construction de barrages font ainsi partie des activités humaines qui contribuent le plus aux transferts de flux d'eau bleue vers de l'eau verte.

à ce titre, l'évolution de long terme du cycle de l'eau fait apparaître un tournant récent, vers 1950 (L'vovich et White, 1990). Avant cette date, le développement des surfaces agricoles pour nourrir une population mondiale en forte augmentation entraîna une réduction importante des flux d'eau verte au bénéfice de l'eau bleue, la végétation des surfaces cultivées consommant $3\,700\text{ km}^3$ d'eau par an de moins que la végétation naturelle (la déforestation réduit donc les flux d'eau verte au bénéfice des flux d'eau bleue, et ce de manière systématique). Après cette date, l'évolution des techniques agricoles entraîna le phénomène inverse, principalement du fait de l'expansion des surfaces irriguées pendant la révolution verte après la Seconde Guerre mondiale. La multiplication des zones de retenue d'eau en barrages contribua également à ce phénomène de réduction des quantités d'eau bleue disponibles pour les usages humains par augmentation des quantités évaporées depuis ces zones, qui sont actuellement estimées à 210 milliards de m^3 par an.

Enfin, il faut considérer que pour un état donné des réservoirs du cycle de l'eau et pour un niveau donné du rapport consommation/prélèvements, l'accès à l'eau dépend des techniques déployées pour rendre cet accès plus facile ou moins compliqué. Elles se rangent globalement en deux catégories : celles qui permettent de mettre l'eau à disposition des besoins

humains *quand* elle est nécessaire (les barrages essentiellement, qui retiennent l'eau qui pourra être utilisée pour l'irrigation ou la production d'électricité), et celles qui permettent de mettre l'eau à disposition des besoins *où* elle est nécessaire (comme les réseaux d'adduction, qui transportent l'eau d'un point de prélèvement à l'endroit où elle doit être utilisée). En allant dans le détail, on peut ajouter les techniques qui permettent d'éviter les gaspillages pendant l'acheminement ou le transport, celles qui autorisent une optimisation de la productivité des ressources en eau dans les activités agricoles ou industrielles... Ces techniques sont innombrables, et font l'objet d'améliorations constantes, qui permettent à la fois de faciliter l'accès à l'eau... et d'augmenter les pressions sur les ressources en eau disponibles.

Une estimation proposée en 1996 (Postel *et al.*, 1996) indiquait que les humains prélevaient ou consommaient à l'époque 54 % des flux d'eau douce accessibles annuellement, autrement dit 54 % des 15 000 km³ évoqués précédemment. Cette même étude prévoyait qu'en 2025, le ratio serait de près de 70 %, à la suite d'une augmentation des besoins en eau plus importante que celle des flux accessibles.

Tout ceci laisse à penser que l'accès à l'eau peut être élargi en augmentant la fraction des composantes du cycle de l'eau auxquelles les humains ont accès, et en améliorant le contrôle sur ces composantes. Les techniques qui permettent de le faire feront l'objet d'un traitement détaillé au [chapitre 4](#), lorsqu'il s'agira d'envisager les solutions aux problèmes d'accès à l'eau. Parmi toutes ces techniques, deux se distinguent par leur capacité à faire reculer de manière décisive les limites fixées par le cycle de l'eau. L'une est le recyclage des eaux usées, qui par définition permet de réintroduire dans le cycle des quantités d'eau précédemment utilisées, éventuellement de manière infiniment répétée. L'autre est le dessalement de l'eau de mer, qui permet d'augmenter les quantités d'eau douce circulant dans le cycle en exploitant les réserves quasi infinies des océans. Il va sans

dire que le déploiement de ces techniques dépend de leur coût, et des ressources que l'on veut bien leur consacrer. Elles feront l'objet d'une exploration approfondie au [chapitre 4](#).

Une remarque d'ordre général s'impose ici. Parmi les trois catégories de paramètres déterminant les conditions d'accès à l'eau qui viennent d'être évoquées, toutes n'ont pas le même statut au regard de l'analyse menée tout au long de cet ouvrage, et qui vise rappelons-le à comprendre ces conditions et à voir dans quelle mesure elles pourraient être améliorées. Les états dans lesquels l'eau se présente aux usages humains ne sont influencés qu'indirectement par les activités humaines, par le biais notamment du changement climatique comme nous l'avons précisé. Les leviers pour améliorer l'accès à l'eau ne peuvent être ici qu'indirects, et passent par exemple par la lutte contre le changement climatique, qui permettrait en fait de réduire les pertes de réservoirs d'eau. C'est moins vrai pour ce qui concerne l'impact des activités humaines sur les quantités d'eau restituées au cycle de l'eau sous une forme accessible. Les écarts entre prélèvements et consommation d'eau dépendent des réorientations de ces activités, par rapport auxquelles les moyens d'action peuvent être plus directs. Il en va ainsi par exemple de l'évolution de la répartition des activités entre secteur agricole, secteur industriel et services, qui influence largement la consommation d'eau. Enfin, les techniques déployées pour faciliter l'accès à l'eau constituent par définition un moyen d'action directe, et sont à ce titre le principal levier par lequel les conditions d'accès aux ressources en eau peuvent être améliorées. C'est pourquoi elles seront traitées spécifiquement ultérieurement.

Deux conclusions s'imposent à ce stade. Premièrement si la disponibilité d'eau est fixe, au sens indiqué par le cycle de l'eau, l'accès à l'eau ne l'est pas, au sens où il dépend de facteurs multiples qui doivent faire l'objet d'une analyse relevant des trois paramètres relevés précédemment. Deuxièmement si l'accès à l'eau est variable, il ne peut

cependant pas être considéré comme illimité, puisque le cycle de l'eau détermine une disponibilité fixe, donc une limite ultime. Cela signifie en fin de compte que l'eau est une ressource renouvelable, mais épuisable.

Une ressource renouvelable, mais épuisable

Dans la classification des ressources naturelles que les économistes retiennent pour répertorier les problèmes de gestion de ces ressources, l'eau occupe une catégorie à elle seule, car c'est la seule à avoir cette double caractéristique d'être indéfiniment renouvelable tout en étant épuisable. La plupart des ressources naturelles sont simplement épuisables puisque prélevées sur un stock fini (les minerais essentiellement). Certaines sont uniquement recyclables, car elles-mêmes le produit de transformations (le papier, le verre, certains métaux...). D'autres encore sont reproductibles grâce aux activités humaines, comme les produits de l'agriculture. Certaines sont renouvelables biologiquement et épuisables économiquement, telles que les espèces animales exploitées commercialement, mais elles sont épuisables au sens où le « stock » peut être détruit jusqu'au point où l'espèce concernée disparaît complètement (ce dont sont menacés un grand nombre de mammifères terrestres ou de ressources halieutiques). L'eau est indestructible, et il y a aujourd'hui sur la planète Terre les mêmes quantités d'eau que par le passé ou dans le futur. Mais indestructible ne veut pas dire inusable, ce pourquoi les ressources en eau peuvent être considérées comme indéfiniment renouvelables grâce au cycle de l'eau, mais épuisables pour deux raisons qui ont une logique différente.

Nous avons vu précédemment que le cycle de l'eau pouvait être considéré comme un vaste circuit dans lequel des flux alimentent des stocks. Il suffit donc que les prélèvements exercés par les activités humaines excèdent les flux naturels sur une zone géographique et sur une période donnée pour que le stock commence à être entamé et ne puisse

plus être renouvelé. Les signaux les plus évidents et les plus alarmants de cet impact négatif des activités humaines sur les quantités d'eau restituées au cycle de l'eau sont la réduction du débit de certains cours d'eau, ou la diminution du volume de certains réservoirs d'eau. Le phénomène atteint des proportions dramatiques lorsque des fleuves ne s'écoulent plus jusqu'à leur embouchure maritime à certaines périodes (par exemple l'Indus au Pakistan pendant plus de 80 jours par an, ou le fleuve jaune en Chine pendant plus de 200 jours), ou lorsque des réservoirs sont en voie d'épuisement, comme on l'observe pour de nombreux aquifères, essentiellement dans les zones arides, ou dans le cas pathétique de la mer d'Aral, disparue aux trois quarts du fait de l'irrigation massive de champs de coton en Asie centrale pendant la période soviétique⁵.

Les prélèvements d'eau ne peuvent donc pas excéder un maximum donné sur une certaine période, compatible avec le renouvellement du stock localement. à titre d'illustration, on peut citer le cas de la Chine, pour laquelle il est estimé qu'elle dispose de 1 000 milliards de m³ d'eau par an renouvelables. Dans cette perspective, le gouvernement chinois a récemment défini une limite de prélèvements d'eau, fixée à 700 milliards de m³ par an.

Les ressources en eau sont épuisables pour une deuxième raison, les différentes pollutions qu'entraînent les activités humaines. Celles-ci affectent toutes les composantes du cycle de l'eau : l'eau de pluie peut être polluée par différents acides issus de la combustion d'hydrocarbures, et détériorer en tombant le couvert végétal ou les réseaux d'adduction, qui amènent alors au robinet du consommateur de l'eau chargée en différents métaux lourds ; l'eau des cours d'eau est polluée par les rejets des activités industrielles ou ceux des zones urbaines qui ne traitent pas ou pas suffisamment leurs rejets ; les eaux souterraines sont polluées par les infiltrations de composants chimiques issues des activités agricoles. Ces pollutions diverses correspondent à une détérioration de la qualité de l'eau

disponible qui peut interdire tout usage ultérieur selon les besoins exprimés : la qualité de l'eau potable n'est pas celle de l'eau qui sert à refroidir les centrales thermiques. Hors traitement spécifique, seules les capacités d'autoépuration des milieux aquatiques permettent d'éliminer les polluants, ce qui implique de consacrer un débit suffisant à leur dilution, débit qui n'est alors plus disponible pour d'autres usages concurrents. Nous avons évoqué le rapport flux/stock comme une composante décisive du phénomène d'épuisement des ressources en eau. Il en est de même ici : un rapport trop faible expose un stock à un risque élevé de pollution par des flux contaminés, du fait que le temps de renouvellement du stock est alors très élevé, laissant à la pollution le temps de devenir difficilement réversible. Le lac Baïkal en Sibérie est exposé à un risque de pollution bien plus élevé que le lac Léman, puisque son stock est estimé à 23 000 milliards de m³ et qu'il se renouvelle en 350 années au lieu de 11. Nous verrons au [chapitre 2](#) le détail des problèmes que posent les différentes pollutions de l'eau. Il nous suffit pour le moment de retenir qu'une pollution excessive de l'eau peut effectivement conduire à un épuisement de la ressource par deux biais : le fait qu'une détérioration de la qualité de l'eau par certaines activités réduit les quantités disponibles pour d'autres usages ; le fait que la pollution des milieux aquatiques exige de consacrer une partie des débits à leur autoépuration, avec le même impact sur la réduction des quantités disponibles.

L'impact du changement climatique sur l'accès à l'eau

Nous avons vu précédemment que l'un des paramètres qui déterminent les conditions d'accès à l'eau est l'état dans lequel se présentent les différents réservoirs qui composent le cycle de l'eau. Le changement climatique jouera en toute probabilité un rôle décisif (et négatif) en la

matière, dans la mesure où le cycle de l'eau est l'un des systèmes les plus sensibles au phénomène, avec des impacts multiples, répertoriés dans le cinquième et dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Jiménez Cisneros *et al.*, 2014).

D'après les modèles climatiques sur lesquels se fondent les scénarios et projections de réchauffement climatique à long terme, il existe une forte probabilité (chaque scénario étant associé à un degré de probabilité) que les régions subtropicales arides soient confrontées à une réduction de l'accès à l'eau douce, alors que le phénomène inverse devrait être observé dans les régions tempérées aux latitudes plus élevées. Autrement dit, les conditions d'accès se détérioreront là où elles sont déjà difficiles, et pourraient s'améliorer là où elles posent le moins de problèmes. à long terme cependant, ces impacts positifs devraient disparaître, comme dans le cas très caractéristique des cours d'eau alimentés par des glaciers, dont la fonte devrait créer un surplus d'accès à l'eau pendant quelques décennies, avant que le phénomène ne s'amenuise de lui-même.

Un autre impact attendu du réchauffement climatique est l'augmentation de la fréquence (mais pas nécessairement de l'ampleur) des inondations dans certaines régions, particulièrement en Asie, en Afrique tropicale et en Amérique du Sud, sachant que les inondations rendent l'accès à l'eau plus difficile. De même, il est (moyennement) probable que le phénomène aggrave les phénomènes de sécheresse météorologique (moins de précipitations) et agricole (moins d'humidité des sols) dans les zones actuellement déjà arides, avec des impacts là encore probables sur ce que l'on appelle les sécheresses hydrologiques (moins de ressources en eau de surface et souterraine).

Il est très probable que l'augmentation de la variabilité d'accès aux différents réservoirs d'eau de surface entraîne une augmentation de l'exploitation des aquifères, accélérant leur épuisement.

Enfin parmi les techniques envisageables de séquestration du carbone atmosphérique⁶, la reforestation, si elle est mobilisée dans des proportions importantes, devrait avoir comme effet dans certaines régions de diminuer l'accès à l'eau, du fait de la réduction des flux d'eau bleue associée au développement des surfaces boisées évoquée précédemment.

Le changement climatique devrait également avoir des impacts négatifs sur la qualité de l'eau, par le biais de plusieurs phénomènes : du fait de l'augmentation des températures de l'eau qui amplifie l'eutrophisation⁷ des réservoirs ; par l'intensification des précipitations dans certaines zones, qui auront pour conséquence d'augmenter les phénomènes de sédimentation et de concentration en agents polluants ; par la réduction des capacités de dilution des polluants pendant les épisodes de sécheresse amplifiée ; du fait des dommages causés aux infrastructures de traitement de l'eau pendant les inondations ; si des techniques de captage et séquestration du carbone en sous-sol sont utilisées, du fait qu'elles impliquent des risques d'intrusion d'agents polluants dans les réservoirs d'eau souterrains ; par la montée du niveau des mers, l'un des principaux risques associés au réchauffement climatique, qui devrait amplifier les phénomènes d'intrusion d'eau salée dans les aquifères côtiers.

Une prévision résume l'ensemble de ces perspectives : pour chaque degré Celsius de réchauffement supplémentaire, on estime que 7 % de la population mondiale pourraient être exposés à une réduction d'accès à l'eau d'au moins 20 % (Jiménez Cisneros *et al.*, 2014). Mais ces indications sont à prendre avec grande précaution. Aquastat, le système mondial d'information sur l'eau de la FAO, révèle que jusqu'ici, sa seule tentative pour quantifier les effets du changement climatique sur l'accès à l'eau ne s'est pas révélée concluante. La seule certitude est donc que le réchauffement climatique réduira l'accès à l'eau pour les activités humaines, dans des proportions variables selon les régions.

Un problème de répartition

Si l'on veut avoir une vision pleinement pertinente du problème de l'accès à l'eau, il faut abandonner la perspective des bilans globaux que nous avons adoptée jusqu'ici, qui est utile pour fixer les ordres de grandeur de disponibilité de la ressource au niveau planétaire, mais qui n'a plus grand sens lorsqu'il s'agit d'étudier la question de l'accessibilité à l'eau pour les humains en termes très concrets. Parmi les caractéristiques de l'eau et problématiques qui en découlent, l'une des plus significatives est le caractère local de sa disponibilité, combiné à une inégalité extrême en termes de capacité à en faire un usage efficace. Ces éléments sont fonction de paramètres très contextuels, mélange de caractéristiques géophysiques, climatiques, démographiques, socio-économiques, institutionnelles... qui contribuent à faire de l'eau une ressource extraordinairement mal répartie et dont la gestion repose sur des paramètres essentiellement locaux. Nous verrons au [chapitre 3](#) en quoi l'eau peut s'avérer être un moteur ou un obstacle au développement, selon les conditions dans lesquelles elle peut être exploitée. Contentons-nous pour le moment de voir en quoi la disponibilité naturelle des ressources en eau donne lieu à une grande inégalité quant à la manière dont les humains y ont accès.

Les données disponibles sur les ressources en eau⁸ sont extrêmement variées et riches en informations diverses. Les principales qui nous intéressent ici sont de quatre ordres : les précipitations, les ressources renouvelables, les ressources exploitables et les prélèvements.

La différence entre précipitations et ressources renouvelables représente les quantités évapotranspirées par le couvert végétal naturel ou agricole, soit près de 60 % des précipitations comme nous l'avons indiqué précédemment. Le climat et le relief sont à l'origine d'une extrême variabilité géographique des précipitations. Les zones tempérées et intertropicales humides reçoivent 97,5 % des précipitations annuelles, les

2,5 % restant allant aux zones arides et semi-arides, qui non seulement accueillent 20 % de la population mondiale, mais sont également parmi les régions où la démographie est encore la plus dynamique (ce point sera développé au [prochain chapitre](#)). à l'échelon continental, on observe que le continent le plus arrosé est l'Amérique ($44\,400\text{ km}^3$ par an), presque deux fois plus que l'Asie ($26\,850$), elle-même recevant deux fois plus de précipitations que l'Europe ($12\,560$). Au plan régional, les écarts sont encore plus sensibles, entre par exemple le Moyen-Orient ($1\,420\text{ km}^3$) et l'Asie centrale ($1\,270$), qui reçoivent plus de 10 fois moins de précipitations que le Brésil à lui tout seul (près de $15\,000$). Les écarts sont bien entendu encore plus accentués à l'échelon national.

Mais les données relatives aux ressources renouvelables sont plus significatives que celles de précipitations, dans la mesure où elles représentent les quantités d'eau théoriquement disponibles pour les usages humains, puisqu'elles ne retournent pas directement à l'atmosphère. On constate ainsi que pour les continents les plus arides, l'Océanie et l'Afrique, les ressources renouvelables ne constituent qu' $1/5^{\text{ème}}$ des quantités précipitées, alors que partout ailleurs le ratio est de l'ordre d' $1/2$. C'est véritablement en termes de ressources en eau disponibles que se révèlent les écarts entre zones géographiques, et ce d'autant plus que les données tiennent compte de la démographie et sont exprimées par habitant. Ainsi si l'Océanie est le continent le plus sec, elle est également le moins densément peuplé, et donc le mieux doté en ressources en eau renouvelables, avec près de $30\,000\text{ m}^3$ par habitant chaque année ($81\,000$ litres par jour et par personne). Les situations de disponibilité de l'eau au plan national vont ainsi de l'abondance à l'extrême rareté. Au Canada, cette disponibilité est de l'ordre de $82\,000\text{ m}^3$ par personne et par an ($225\,000$ litres par jour et par personne), près de 9 fois plus qu'aux États-Unis ($9\,500\text{ m}^3$, $26\,000$ litres par jour), où l'on trouve presque 13 fois plus d'eau qu'en Égypte (700 m^3 par personne et par an, $1\,900$ litres par jour), l'Égypte étant elle-même bien

mieux dotée que l'Arabie saoudite (82 m^3 , 225 litres par jour). Aux extrêmes se trouvent l'Islande, avec près de $510\,000 \text{ m}^3$ d'eau par personne et par an (1 400 000 litres par jour), et le Koweït, avec seulement 5 m^3 (14 litres par jour)⁹. Ces perspectives nationales sont elles-mêmes souvent trompeuses, puisqu'on peut trouver dans un même pays des régions en pénurie d'eau et des régions où l'eau abonde. C'est particulièrement le cas dans les pays de grande taille où la variabilité climatique peut être importante. Ainsi la Chine du Sud concentre 80 % des ressources en eau et 55 % de la population du pays, alors que la Chine du Nord doit se contenter du reste de l'eau disponible pour 45 % de la population chinoise. On trouve en particulier que certaines provinces du Nord disposent de moins de 500 m^3 d'eau par habitant et par an (moins de 1 400 litres par jour). La disponibilité de l'eau est un problème typiquement local, fonction de paramètres climatiques et géographiques.

C'est encore plus vrai de l'accès à l'eau, dans la mesure où il dépend comme nous l'avons vu de multiples éléments, beaucoup n'étant pas d'ordre naturel et ayant à voir avec les conditions d'exploitation de la ressource. Parmi les éléments d'ordre naturel figure la variabilité temporelle des précipitations, qui joue un rôle clé puisque des précipitations concentrées sur une période limitée donnent généralement lieu à des inondations, qui réduisent les ressources accessibles pour les usages humains. L'Inde est l'un des cas les plus représentatifs de cette situation, avec 70 à 95 % des précipitations reçues pendant les trois mois de la mousson, entre juin et septembre. Comme nous l'avons déjà indiqué, le changement climatique devrait avoir des répercussions négatives majeures sur cette variabilité, et donc sur l'accès à l'eau. Un autre élément clé expliquant la différence entre ressources disponibles et ressources accessibles est la distance entre lieu de disponibilité et d'utilisation.

Les quantités d'eau accessibles sont indiquées par les données de ressources exploitables, autrement dit les flux d'eau bleue auxquels les

humains ont effectivement accès. à l'échelon national les situations varient à l'extrême, et vont de pays pour lesquels la quasi-totalité des ressources disponibles (renouvelables) sont accessibles (exploitables), comme la Suisse (avec un taux de ressources accessibles de près de 94 %) ou Israël (plus de 92 %), à des cas d'accessibilité infime tels que la Namibie (environ 1,63 %) ou Oman (0 % !). Il faut ajouter à ces données de ressources exploitables celles concernant la capacité des barrages, qui peut augmenter considérablement l'accessibilité à l'eau. Il en est ainsi en Turquie, dont la capacité en barrages de 157 km³ représente 140 % des quantités d'eau exploitables qui sont de 112 km³, ou davantage encore en Égypte, dont la capacité en barrages est trois fois plus importante que les quantités d'eau accessibles (avec un rapport de 168,2 km³/49,7 km³).

Après les quantités d'eau précipitées, disponibles et accessibles, viennent logiquement les quantités effectivement prélevées. Les décrire ici nous obligerait à tenir compte encore davantage des éléments liés aux conditions d'exploitation des ressources en eau, au-delà des capacités en barrages, ce qui nous éloignerait du propos de ce [premier chapitre](#), dans la mesure où il faudrait explorer ce que nous avons identifié comme étant la troisième composante des conditions d'accès à l'eau : les techniques déployées pour faciliter cet accès. Ce sont effectivement ces techniques qui déterminent finalement les quantités d'eau utilisées par les activités humaines, mais elles doivent faire l'objet d'un traitement spécifique, car il n'est plus du tout question ici d'un problème géoclimatique ou géographique de répartition des ressources en eau. Ainsi le Népal, pays relativement bien doté en ressources renouvelables, avec 219 km³ par an, prélève moins de 5 % de ce total (9,5 km³), alors que l'Italie prélève près du quart de son potentiel qui est du même ordre (53,75 km³ prélevés sur 191 disponibles). Nous découvrirons progressivement qu'à mesure que la perspective de l'accès aux ressources en eau est davantage locale et centrée

sur les moyens mis en œuvre pour faciliter cet accès, celui-ci apparaît comme un problème de développement.

Les obstacles aux transferts internationaux d'eau

N'est-ce pas la caractéristique de toutes les ressources naturelles que d'être inégalement réparties sur la planète ? 90 % des réserves prouvées de pétrole se trouvent dans 15 pays, ce qui n'empêche pas tous les pays de consommer du pétrole. C'est bien évidemment le commerce international qui permet cette correspondance entre offre et demande de pétrole dans le monde, comme de toute autre matière première. Il faut donc se demander pourquoi l'eau ne fait pas l'objet de transferts internationaux comparables à ceux d'une ressource comme le pétrole qui, par ailleurs, se trouve dans des conditions d'exploitation infiniment plus compliquées, à des profondeurs allant de 2 500 à 3 500 mètres de profondeur (parfois davantage), alors que l'eau est souvent disponible en surface ou dans des nappes phréatiques se trouvant à des profondeurs allant de moins d'un mètre à 80 mètres sous la surface du sol¹⁰. La réponse réside dans les paramètres techniques et économiques d'exploitation de ces ressources, qui sont en fait intimement liés. L'eau est trop lourde et trop volumineuse pour pouvoir faire l'objet d'échanges internationaux à grande échelle dans des conditions rentables, d'autant que son prix est loin d'être toujours établi de manière claire et rationnelle (nous le verrons plus en détail au [chapitre 4](#)). La réalité qui s'impose est que l'extension maximum des marchés de l'eau dans des conditions réalistes de prix et de coûts de sa distribution est celle des réseaux municipaux et des infrastructures associées. Un marché mondial de l'eau n'est tout simplement pas concevable dans l'état actuel des connaissances et des techniques.

Il n'est pourtant pas tout à fait exact de dire que l'eau ne fait pas l'objet de transferts internationaux. L'eau n'est pas transportable internationalement sous sa forme brute, mais elle l'est une fois « transformée » en produits industriels ou agricoles, dont la production constitue l'une des principales utilisations de l'eau dans le monde. Concept introduit au début des années 1990 (Allan, 1993), l'eau virtuelle est ainsi entendue comme la quantité d'eau incorporée dans les processus de production et de distribution des produits consommés partout dans le monde. Environ 1/3 de l'eau utilisée dans le monde est de l'eau virtuelle (1 300 milliards de m³ sur un total de près de 4 000 milliards prélevés pour tous les usages), échangée entre pays sous forme de produits agricoles ou industriels. Les pays les plus dépendants de ces ressources sont sans surprise les îles et les régions désertiques qui ont intérêt à importer l'eau qui leur fait défaut : Malte dépend à 92 % de l'eau virtuelle, le Koweït à 90 %, la Jordanie à 86 % et Israël à 82 %. En valeur absolue, les plus gros importateurs et exportateurs d'eau virtuelle sont bien entendu les principales puissances commerciales en produits intensifs en eau comme les produits agricoles. Ainsi les États-Unis importent actuellement 234 milliards de m³ d'eau chaque année, devant le Japon (127 milliards de m³), l'Allemagne (125), la Chine (121), l'Italie (101), le Mexique (92) et la France (78). Les principaux exportateurs sont les États-Unis (314 milliards de m³ par an), la Chine (143), l'Inde (125) et le Brésil (112).

Hormis ces échanges internationaux d'eau virtuelle, l'utilisation de l'eau est donc essentiellement locale, à l'échelle de l'étendue maximum envisageable des infrastructures d'exploitation de la ressource. Les seules exceptions sont des infrastructures de transfert ou dérivation entre bassins hydrographiques¹¹, toujours à une échelle nationale, jamais internationale jusqu'ici. Le Canada vient en tête dans ce domaine, avec des transferts annuels de l'ordre de 100 milliards de m³, essentiellement à des fins hydroélectriques. La Chine et l'Inde prévoient également de gigantesques

transferts entre bassins hydrographiques pour compenser les inégalités de répartition des ressources en eau à l'échelon national. Mais aucun des grands projets d'infrastructures de transfert d'eau à une échelle continentale (encore moins intercontinentale), comme il en existe par exemple entre le Canada et les États-Unis, n'a été jusqu'ici réalisé. Il en est de même des projets de pipeline internationaux, comme celui entre la Turquie et Israël, qui prévoit depuis longtemps la construction d'un pipeline permettant d'alimenter Israël, mais qui n'a toujours pas abouti. Une exception est le pipeline sous-marin de 107 km reliant la Turquie à la partie nord de Chypre, inauguré en octobre 2015, qui fournit une capacité annuelle de 75 millions de m³ d'eau.

On trouve par ailleurs des situations dans lesquelles l'eau est transportée internationalement par tanker, sacs flottants ou même déplacement d'icebergs, principalement pour faire face à des situations de crise aiguë dans lesquelles le coût d'opportunité du transport de l'eau est donc faible. On observe ainsi le transport d'eau par sacs entre la Turquie et Chypre ou entre la Grèce continentale et les îles en périodes de pics de demande, mais pour des quantités très faibles, de l'ordre de 30 millions de litres par an au maximum.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de comprendre que les caractéristiques physiques de l'accès à l'eau sont guidées par des paramètres hydrologiques, géoclimatiques et géographiques qui s'imposent aux activités humaines. Ces paramètres ne sont pas immuables, mais leur relative stabilité fait que les difficultés croissantes d'accès à l'eau observées un peu partout dans le monde ne peuvent pas trouver d'explication satisfaisante de ce côté de la problématique. De manière évidente, il faut explorer les conditions dans lesquelles les activités humaines utilisent les ressources en eau pour

comprendre d'où viennent les pressions croissantes exercées sur ces ressources.

2

Des pressions croissantes sur les ressources en eau

Au-delà d'être indispensable à la vie sur Terre, l'eau est utilisée dans pratiquement toutes les activités humaines productives d'utilité ou de satisfaction. Au quotidien pour un certain nombre de tâches domestiques au-delà des besoins de subsistance, dans l'agriculture pour l'irrigation et l'élevage, dans l'industrie pour nettoyer ou refroidir des objets et installations, obtenir des réactions chimiques, produire des biens alimentaires et pharmaceutiques ou de l'énergie. Il faut également tenir compte des usages de l'eau comme voie de transport ou pour les activités de loisir qui, s'ils n'entrent pas en considération dans les données de prélèvement ou consommation d'eau, peuvent représenter des usages concurrents de ceux qui en font partie. Enfin, ainsi que nous l'avons vu au [chapitre précédent](#), il ne faut pas oublier les usages de l'eau correspondant à l'émission de déchets et autres polluants lors des activités productives de toutes sortes. On regroupe pour simplifier les usages de l'eau en grandes catégories d'activités que sont les usages agricoles, industriels, et domestiques. Au plan mondial, l'agriculture représente actuellement environ 70 % des prélèvements et 93 % de la consommation d'eau, l'industrie respectivement 20 % et 4 %, les usages domestiques 10 % et

3 %. Ces ordres de grandeur sont utiles surtout pour comprendre que les types d'utilisation des ressources en eau sont étroitement liés à la structure des activités économiques d'un pays, comme nous le verrons en détail plus loin (nous verrons en fait que le climat joue un rôle bien plus déterminant que le niveau de vie). Mais pour l'essentiel les informations qu'ils fournissent sont trop globales pour être significatives.

Tout d'abord elles n'indiquent en rien que les problèmes d'accès à l'eau sont spécifiquement liés aux activités agricoles davantage qu'aux autres activités, même si bien évidemment les écarts statistiques révèlent que les occasions de gaspiller la ressource sont beaucoup plus importantes dans l'agriculture qu'ailleurs, ce qui est effectivement le cas. Le fait que les usages domestiques par exemple ne représentent que 10 % des prélèvements ne révèle en rien les difficultés grandissantes d'accès à l'eau en milieu urbain pour un nombre croissant d'individus, dans les pays en développement particulièrement. Par ailleurs, des données d'utilisation des ressources en eau à un moment donné ne fournissent aucune indication sur l'état de gravité des pressions exercées sur la ressource, qui ne peut être saisi que dans une perspective temporelle, intégrant si possible des projections futures. Enfin, ces chiffres globaux masquent les énormes disparités régionales et locales qui, comme nous l'avons déjà souligné, constituent l'essentiel du problème de l'accès à l'eau. Tous ces paramètres doivent être combinés pour avoir une vision la plus claire possible de l'état actuel ainsi que des perspectives futures d'utilisation des ressources en eau.

Quelques remarques supplémentaires s'imposent ici. Discuter des prélèvements et de la consommation d'eau à différentes périodes et en différents endroits nécessite de mobiliser une quantité importante de données. La littérature sur l'eau regorge d'affirmations infondées, imprécises, voire simplement fausses, par négligence des données disponibles. Celles-ci sont certes surabondantes, et il n'est pas toujours facile d'y cheminer clairement, mais c'est le point de départ indispensable à

toute réflexion éclairée sur ces questions. Il faut cependant noter qu'en dépit des progrès réalisés en matière de collecte et de traitement des données dans le domaine de l'eau, particulièrement depuis deux décennies, celles-ci restent très parcellaires, pas toujours comparables entre pays (WWDR, 2009, chap. 13), et notre connaissance des phénomènes discutés dans cet ouvrage est encore à bien des égards insatisfaisante. L'essentiel des données mobilisées dans ce chapitre provient du système Aquastat de la FAO¹.

Les tendances de l'exploitation des ressources en eau : une vue d'ensemble

On estime qu'au cours des siècles passés et jusqu'à une date récente, les prélèvements d'eau effectués par les humains pour conduire leurs activités n'ont eu aucune incidence sur les conditions d'accès à la ressource. La population mondiale n'était encore que d'environ 1 milliard d'habitants au début du XIX^e siècle, et légèrement supérieur à 1,5 milliard au début du XX^e siècle. Quant au niveau de vie, d'après les travaux d'historiens de l'économie, il a pour l'essentiel stagné pendant des siècles à un niveau très faible², avant de commencer à décoller lentement aux alentours du XVIII^e siècle, en Europe puis dans les pays d'immigration européenne. C'est au XX^e siècle, et plus particulièrement dans sa deuxième moitié, que l'explosion démographique et l'accélération de la croissance économique (autrement dit une augmentation rapide du niveau de vie moyen) se sont combinées pour modifier le régime d'exploitation des ressources naturelles, dont l'eau. Le XX^e siècle a vu la population mondiale être multipliée par 3,6 (un passage de 1,66 milliard à 6 milliards d'habitants), et son niveau de vie moyen par 4 (un passage de 1 500 à 6 000 dollars américains de 1990, autrement dit en termes constants et donc comparables sur le long terme),

ce qui signifie que la production mondiale de toutes sortes de biens a elle-même été multipliée par 15 en un siècle ! Le résultat est que les prélèvements d'eau ont été multipliés par plus de 7, pour arriver à une moyenne mondiale de l'ordre de 1 500 litres d'eau par jour par personne, soit un total de près de 4 000 km³ par an.

Les deux principaux moteurs des prélèvements d'eau sont donc à l'évidence la croissance démographique et la croissance du niveau de vie (mesurée par l'augmentation du PIB/habitant, autrement dit la croissance économique).

La croissance démographique a été autorisée par et a dans le même temps entraîné une forte augmentation des surfaces agricoles irriguées, qui représentent le principal usage de l'eau : celles-ci ont été multipliées par deux depuis la Seconde Guerre mondiale, alors que la quantité d'eau utilisée par les activités agricoles a été multipliée par trois. On peut voir dans ces chiffres la confirmation ainsi que l'accélération du plus phénoménal effet rebond de l'histoire de l'humanité, l'effet rebond étant le phénomène par lequel l'amélioration de l'efficacité dans l'usage d'une ressource entraîne une augmentation de son utilisation, et non pas une diminution comme on pourrait s'y attendre³. Les estimations en l'occurrence sont que depuis les débuts du Néolithique et de l'agriculture il y a près de 12 000 ans, la population mondiale a été multipliée environ par 100, de même que la productivité des activités agricoles. La démographie jouera encore un rôle important dans l'augmentation des prélèvements d'eau globaux au cours des décennies à venir, dans la mesure où la population mondiale devrait encore augmenter pour atteindre un plateau aux alentours de 10 milliards d'habitants d'ici à la deuxième moitié du XXI^e siècle. Son impact ira décroissant avec la généralisation du phénomène de transition démographique⁴, qui finira par faire baisser les taux d'accroissement naturel des populations à des niveaux très faibles, et ce partout dans le monde. Mais l'ampleur de la diminution des ressources

hydriques par habitant aura considérablement aggravé le problème de l'accès à l'eau d'ici là.

L'autre facteur décisif de hausse des prélèvements d'eau est l'augmentation des niveaux de vie, tant les changements de modes de production et de consommation modifient en profondeur les usages de l'eau. à ce titre, on peut noter des tendances contradictoires. Le développement économique tend à réduire les prélèvements d'eau par deux biais, tous les deux liés à la productivité de la ressource, qui mesure la capacité à produire des choses utiles avec une certaine quantité d'eau : le transfert des activités économiques du secteur agricole, fortement consommateur d'eau, vers les secteurs de l'industrie et des services domestiques qui reposent beaucoup moins sur cette ressource, dans la mesure où en moyenne la productivité de l'eau est par exemple 60 fois plus élevée dans l'industrie que dans l'agriculture (autrement dit, il faut beaucoup moins d'eau pour obtenir une certaine valeur produite)⁵ ; l'amélioration de la productivité de l'eau dans tous les secteurs. Sur le premier point, on note que dans les pays à haut revenu en Europe, l'eau est utilisée en moyenne à 65 % dans l'industrie, 20 % dans l'agriculture et 15 % dans le secteur domestique, alors que la répartition est de 9 %/74 %/18 % en Amérique latine et de 4 %/87 %/9 % en Afrique subsaharienne. Par ailleurs, les prélèvements d'eau pour l'industrie et les activités domestiques, qui ne comptent encore respectivement que pour 22 % et 8 % des prélèvements globaux, ont connu une augmentation deux fois plus rapide que ceux pour l'agriculture au cours de la deuxième moitié du xx^e siècle, ce qui a probablement entraîné une baisse relative (mais pas nécessairement absolue) de la pression exercée sur les ressources en eau. Quant à la productivité de l'eau, elle suit une trajectoire d'augmentation presque linéaire sur plusieurs décennies dans l'agriculture, que ce soit dans les pays développés ou en développement, pour les cultures irriguées ou pluviales. L'explication principale réside dans l'augmentation des

rendements agricoles, qui ont doublé depuis le début des années 1960 grâce à la révolution verte. La principale différence entre pays selon leur niveau de développement est que la productivité des cultures irriguées est plus élevée que celle des cultures pluviales dans les pays en développement, alors qu'on observe l'inverse dans les pays développés, pour des raisons qui tiennent essentiellement au climat (Kijne, Barker, et Molden, 2003). On note les mêmes progrès en matière de productivité industrielle des usages de l'eau : il faut désormais 6 tonnes d'eau pour produire 1 tonne d'acier contre 60 à 100 tonnes d'eau avant la Seconde Guerre mondiale. En revanche, la situation en regard des niveaux de développement est plus contrastée. On note globalement qu'à niveau équivalent d'eau prélevée pour des usages industriels, la productivité augmente avec le niveau de développement économique, ce qui reflète logiquement l'état d'avancement technologique des pays développés. Mais à niveau de développement donné, la productivité de l'eau diminue avec les quantités prélevées, ce qui correspond à la loi des rendements décroissants⁶. De sorte que l'on trouve des pays peu développés dans lesquels la productivité industrielle de l'eau est comparable à ce qu'elle est dans les pays riches, mais pour des niveaux d'utilisation beaucoup plus faibles de la ressource. On trouve même des pays africains comme le Gabon, où la productivité de l'eau industrielle est presque 1 000 fois plus élevée que celle d'un pays comme l'Allemagne, mais pour un niveau de prélèvements 500 fois plus faible (WWDR, 2003, chap. 9).

Ces tendances sont cependant largement compensées par des facteurs d'augmentation plus puissants. L'effet rebond que nous venons d'évoquer en premier lieu, qui fait office de loi d'airain des pressions sur les ressources naturelles de toutes sortes, et qui permet à des populations qui s'enrichissent de diversifier leurs activités de production et de consommation en augmentant leurs prélèvements d'eau. Il faut également compter avec la transformation des habitudes de consommation qui

accompagne l'augmentation des niveaux de vie, et qui tend systématiquement à faire augmenter les besoins indirects en eau (ce que l'on appelle l'empreinte hydrique, notion abordée plus loin) essentiellement par évolution des régimes alimentaires. Ainsi de plus en plus de consommateurs deviennent de plus en plus gourmands en eau, dans les pays riches bien entendu, mais de plus en plus dans les pays émergents avec le développement des classes moyennes. Avec près de deux milliards de personnes en train d'accéder à ce statut dans les pays en croissance rapide comme la Chine et l'Inde, la consommation d'eau ne peut qu'augmenter du fait du changement de régime alimentaire qui, entre autres évolutions, intègre de plus en plus de produits carnés dont la production nécessite énormément d'eau (il faut 3 500 litres d'eau pour produire un kilo de riz, 15 000 pour produire un kilo de bœuf).

Le bilan de ces évolutions est que les prélèvements en eau ont augmenté plus de deux fois plus vite que la population mondiale au cours du xx^e siècle, ce qui peut se résumer par les deux paramètres évoqués à l'instant : la croissance démographique a entraîné une augmentation des prélèvements globaux, et la croissance des niveaux de vie a exercé des pressions supplémentaires faisant augmenter les prélèvements par habitant.

Une situation contrastée selon les pays

La demande d'eau a augmenté deux fois plus vite que la population mondiale au xx^e siècle, mais l'accélération s'est produite principalement entre 1950 et 1990, les années 1950 à 1970 correspondant à la phase de croissance économique exceptionnelle dans les pays développés succédant à la Seconde Guerre mondiale. On observe ainsi un doublement des prélèvements mondiaux entre 1900 et 1950 (d'environ 600 km^3 à $1\,300 \text{ km}^3$), puis un quasi triplement jusqu'en 1990 (jusqu'à $3\,700 \text{ km}^3$). On note depuis une décélération, mais surtout une divergence marquée des

trajectoires entre pays selon leur situation respective en matière de développement et de climat. Tout d'abord, on oublie souvent de rappeler que les pressions sur les ressources en eau se stabilisent ou diminuent depuis deux décennies dans les pays riches en niveau absolu, et donc diminuent en volume par habitant. Les prélèvements en France sont ainsi passés de 31 km³ en 1980 à 33 km³ en 2010, soit une diminution de 568 à 520 m³ par an par habitant (de 1 560 à 1 425 litres par jour). Aux États-Unis l'évolution est encore plus marquée, puisque les prélèvements totaux sur la même période sont passés de 517 à 485 km³, soit une réduction de 2 213 à 1 543 m³ par an par habitant (de 6 063 à 4 227 litres par jour, un niveau qui demeure l'un des plus élevés au monde). Ces tendances se confirment dans tous les pays de niveau de développement comparable.

On observe les mêmes tendances, mais surtout en volume par habitant plutôt qu'en niveau absolu (la démographie y étant encore dynamique), dans certains pays arides ou dans certains pays humides pauvres, pour des raisons radicalement différentes : dans les premiers par difficultés croissantes d'accès à une ressource en raréfaction (les populations ont augmenté deux fois plus vite en zones arides et semi-arides dépourvues d'eau qu'en zones humides au cours du xx^e siècle) ; dans les seconds par manque d'infrastructures d'accès (points qui seront développés plus loin). En revanche, les pays émergents en phase de rattrapage économique accéléré connaissent une forte augmentation des prélèvements d'eau, comme de toutes les autres matières premières. L'Inde a par exemple presque doublé ses prélèvements totaux de 436 à 761 km³ entre 1980 et 2010, pour un niveau stable de ponction par habitant de 600 m³ par an (1 644 litres par jour), qui implique en fait qu'une proportion croissante de la population a eu accès à un niveau de vie correspondant à ce niveau moyen de prélèvement d'eau.

Un point fondamental qu'il convient de garder à l'esprit est que si l'on compare à un moment donné les volumes de prélèvements d'eau par

habitant entre pays (la taille de la population restant par ailleurs un paramètre déterminant du volume global d'eau prélevé), le constat s'impose que ceux-ci n'ont pas grand-chose à voir avec le niveau de développement économique, mais sont étroitement liés au climat, en particulier à la nécessité ou à la volonté de recourir à l'agriculture irriguée. Il est certes évident que le niveau de développement économique détermine la répartition des activités économiques entre secteurs agricole, industriel et tertiaire, et qu'il oriente de ce fait les usages de l'eau entre ces secteurs, l'agriculture étant comme nous l'avons noté beaucoup plus gourmande en eau que les autres secteurs. Ainsi l'agriculture représente 39 % du PIB et 92 % de la population active au Burkina Faso, contre 1,7 % et 3 % en France. Les conséquences en matière de demande d'eau sont incontournables : l'eau prélevée au Burkina Faso l'est à 52 % pour les activités agricoles, contre moins de 13 % en France ; le ratio de prélèvements par habitant entre les deux pays n'est que d'environ 10 (520 m^3 par habitant par an en France contre 57 m^3 au Burkina Faso), alors que le PIB par habitant est 62 fois plus élevé en France (ce qui implique que les autres secteurs y créent plus de valeur ajoutée par volume d'eau mobilisé). Mais dans le même temps, les prélèvements pour les activités agricoles représentent 36 % du total aux États-Unis, 65 % en Australie et 62 % en Nouvelle-Zélande, pour un PIB agricole représentant respectivement 1,6 %, 3,7 % et 3,8 % du PIB national (et une population active agricole de 2, 3 et 7 %). C'est bien évidemment le climat relativement aride qui règne dans tout ou partie de ces pays qui explique ces contrastes, de même que la nécessité que cela entraîne d'avoir des agricultures irriguées à près de 90 % dans ces trois pays. Cependant, l'agriculture irriguée n'est pas qu'une affaire de nécessité imposée par le climat. Il est également question de choix agricoles, comme l'illustrent jusqu'à la caricature les pays d'Asie centrale, qui ont fait le « choix » sous le régime soviétique de la culture du coton, l'une des plus gourmandes en

eau⁷, et qui figurent depuis aux premiers rangs des pays les plus utilisateurs d'eau avec des records actuels s'établissant à 1 257 m³ par habitant par an au Kazakhstan, 1 530 m³ au Kirghizstan, 1 619 m³ au Tadjikistan, 2 106 m³ en Ouzbékistan et 5 753 m³ au Turkménistan (le record mondial).

Il faut cependant ramener ces prélèvements aux ressources disponibles pour avoir une idée des pressions que celles-ci subissent. à une échelle globale, on constate ainsi que la pression sur les ressources en eau due à l'agriculture irriguée (mesurée par le rapport eau prélevée pour l'irrigation/ressources renouvelables) est de 170 % en Afrique du Nord contre 3 % en Afrique subsaharienne, 4 % en Amérique du Nord contre 1 % en Amérique du Sud, 60 % en Asie centrale contre 6 % en Asie du Sud-Est, 3 % en Europe de l'Ouest contre 1 % en Europe de l'Est (incluant la Russie), et près de 50 % au Moyen-Orient (WWDR, 2012, chap. 18). Les taux les plus faibles peuvent s'expliquer par l'abondance des ressources en eau (Amérique du Sud) ou la faiblesse des surfaces irriguées (Afrique subsaharienne). Ils ne doivent pas masquer le fait qu'en moyenne mondiale, l'irrigation absorbe déjà 70 % des prélèvements, ce qui représente à n'en pas douter l'un des défis principaux qu'auront à relever les politiques de l'eau dans les décennies à venir, notamment dans la perspective de nourrir une population en forte augmentation (un point développé plus loin).

Les prélèvements d'eau ici et là à un moment donné sont donc sans grand rapport avec le niveau de développement économique. Mais cela reste-t-il vrai si l'on compare ces niveaux de prélèvements en un endroit donné à différentes époques ? Autrement dit quel est l'impact du développement économique sur les prélèvements d'eau dans un pays donné ? Nous avons déjà noté que l'augmentation du niveau de vie avait des effets contradictoires en la matière, mais que les forces exerçant une pression croissante sur les ressources l'emportaient sur celles ayant l'effet inverse à une échelle mondiale. C'était sans tenir compte de la situation dans différents pays selon leur niveau de développement respectif. Il

apparaît en l'occurrence que la relation entre PIB par habitant et prélèvements d'eau par habitant révèle un profil en cloche typique de ce que l'on appelle une courbe de Kuznets environnementale⁸ (Duarte, Pinilla, Serrano, 2013)⁹. Autrement dit, la relation entre revenu par habitant et prélèvement d'eau par habitant est positive lorsque le niveau de vie est faible, et est même d'autant plus croissante que le revenu par habitant est faible, mais elle s'amenuise pour finalement devenir légèrement négative lorsque le niveau de vie devient élevé, la tendance étant alors à une faible diminution de la pression sur les ressources par habitant (Flörke *et al.*, 2013). Les explications du phénomène relèvent de différents paramètres tels que les comportements des consommateurs, la technologie ou la qualité des institutions, et seront développées au [chapitre suivant](#). Il va sans dire que cette trajectoire varie d'un pays à l'autre, en particulier en raison des différences de climat, tant il est difficile par exemple pour un pays aride d'obtenir cette inversion de tendance, et ce quel que soit son niveau de développement. Mais le manque de données interdit d'établir avec précision les points d'inversion (le sommet la « cloche ») de l'élasticité-revenu des prélèvements d'eau par habitant¹⁰ dans chaque pays. Le point essentiel à retenir est que, contrairement à une idée répandue, la relation entre niveau de vie et pression sur les ressources en eau n'est pas systématiquement linéaire.

Le tableau de l'état de ces pressions ne concerne pas que des aspects quantitatifs. La pollution de l'eau est un problème au moins aussi important que ceux que nous avons évoqués jusqu'ici ou, pour être plus précis, fait partie intégrante de ces problèmes.

Un problème de qualité autant que de quantité

L'eau est la seule matière première dont les usages peuvent avoir un effet en retour sur les gisements. Il s'agit là en fait des deux facettes de

l'exploitation des ressources en eau : les prélèvements de toutes sortes, et les retours après usages qui en dégradent la qualité. Ces deux facettes sont étroitement imbriquées, puisqu'une dégradation de la qualité des eaux réduit les quantités disponibles pour certains usages qui nécessitent une qualité minimum. Car il n'y a pas une, mais des pollutions de l'eau, du fait que tous les usages de l'eau ne nécessitent pas la même qualité de la ressource. L'eau pour refroidir les centrales thermiques n'a pas besoin d'être de la même qualité que l'eau d'irrigation, qui elle-même n'a pas besoin d'être aussi propre que celle que nous buvons quotidiennement. C'est pourquoi les problèmes de pollution sont bien plus complexes à cerner que les problèmes purement quantitatifs d'accès à l'eau.

Commençons par le début, la description des phénomènes de pollution. Le rapport flux/stock des réservoirs d'eau que nous avons évoqué précédemment est la manière la plus commode de saisir le problème, car la pollution aquatique dépend de la capacité d'autoépuration d'un milieu après rejet de matières polluantes. Autrement dit, la résilience d'un milieu aquatique (sa capacité à revenir à son état d'équilibre temporairement perturbé sans intervention extérieure) dépend de la rapidité du renouvellement de l'eau dans ce milieu, qui elle-même dépend de l'importance du flux d'eau en comparaison du stock en question : une rivière est plus résiliente qu'un lac, dans la mesure où le rapport flux/stock y est beaucoup plus élevé ; les milieux les plus fragiles de ce point de vue sont les nappes souterraines, qui ont des temps de recharge très longs, de plusieurs années très souvent.

La pollution des eaux peut être naturelle ou anthropique. Naturelle lorsque par exemple la chaleur intensifie l'activité bactérienne qui raréfie l'oxygène, ce qui porte préjudice à la flore et la faune aquatique et rend l'eau impropre à la consommation humaine, ou lorsque le pourrissement des feuilles mortes en automne charge les eaux en substances nitrées. Mais la majeure partie des pollutions sont anthropiques, et problématiques du fait

qu'elles dépassent les capacités d'autoépuration des milieux. Elles se rangent en deux grandes catégories : les pollutions récurrentes et persistantes. Les premières sont les plus courantes, et comprennent la pollution organique provenant des rejets dans l'eau de déchets humains ou des industries agroalimentaires, la salinisation des eaux due à l'intensité de l'irrigation ou à la surexploitation des aquifères, l'acidification des eaux qui résulte de la production d'électricité ou de la pollution automobile, la pollution aux métaux lourds issue des activités d'extraction minière, les diverses pollutions chimiques provenant des rejets de différents secteurs industriels ainsi que de l'agriculture et des eaux usées urbaines, et l'augmentation de la température de l'eau (qui modifie sa composition en oxygène) en raison de la fragmentation des débits des cours d'eau due aux barrages et des activités de refroidissement des installations industrielles. La caractéristique principale de ces pollutions est qu'elles sont réversibles si l'on parvient à juguler les flux de rejets, l'autoépuration des milieux aquatiques faisant le reste.

Les pollutions persistantes ne le sont pas par définition. Elles concernent certains rejets de substances chimiques, comme les dioxines, les hydrocarbures aromatiques polycycliques ou les hormones de synthèse issues des contraceptifs oraux ou de certains additifs alimentaires pour animaux, ou des rejets radioactifs (en cas d'accident nucléaire), et ont pour effet de perturber la reproduction sexuée de certaines espèces de poissons ou de modifier l'ADN des cellules, les impacts se transmettant alors de génération en génération. Ces pollutions sont minoritaires, mais beaucoup plus nocives que les précédentes, puisqu'elles impliquent des effets irréversibles. Par ailleurs, elles restent jusqu'ici grandement négligées par les mesures prises pour lutter contre la pollution de l'eau malgré leur occurrence croissante, principalement dans les pays riches.

Quelle est l'ampleur du problème ? Difficile de le dire avec précision pour des raisons diverses. Il y a tout d'abord un manque de données pour

dresser un tableau complet de la situation, leur recueil étant particulièrement complexe et nécessitant des moyens que beaucoup de pays n'ont pas. Il faut également compter avec la nature des phénomènes de pollution eux-mêmes, qui rend difficile la quantification du problème : multiplicité des sources, dont certaines sont mobiles ; complexité des transferts de polluants dans les milieux aquatiques ; décalages dans le temps entre émission des polluants et leur mesure dans les différents milieux. Une estimation globale fait état d'une multiplication des eaux usées urbaines et industrielles par plus de 20 au cours du xx^e siècle, de 50 à plus de 1 000 km³ par an, avec la même accélération à partir des années 1950 que celle observée précédemment à propos des quantités utilisées. Chiffres à rapporter aux quelques 4 000 km³ d'eau par an prélevés actuellement pour mesurer l'ampleur des pollutions de toutes sortes. Quant à la pollution agricole, elle concerne essentiellement les phénomènes de salinisation des terres, d'accumulation de nutriments sources d'eutrophisation et de prolifération d'algues, d'accumulation de nitrates et de pesticides dans les nappes phréatiques et les eaux de surface. Tous ces phénomènes sont le résultat de l'intensification des pratiques agricoles, dans les pays riches principalement, mais de plus en plus dans les pays émergents. On estime ainsi que 66 % des terres agricoles sont dégradées par l'érosion, la salinisation causée par l'irrigation intensive (20 % du total des terres irriguées) et le manque d'entretien des infrastructures dans des zones où le drainage est mauvais (la salinité des sols provenant d'un déséquilibre entre l'évaporation et les précipitations, l'eau remontant par capillarité et concentrant le sel en surface), la dégradation biologique ou la pollution des sols.

Les impacts de ces pollutions diverses se font sentir essentiellement sur la santé humaine et sur celle des écosystèmes, avec pour simplifier le trait à l'extrême une occurrence inversée de ces impacts dans les pays riches ou en développement. Ainsi, en dépit des progrès réalisés depuis deux décennies

(sur lesquels nous reviendrons au [chapitre suivant](#)), le manque d'accès à une eau de qualité suffisante est responsable d'environ 3 millions de décès par an dans les pays en développement, parmi lesquels les maladies diarrhéiques représentent près de la moitié. Près de 750 millions de personnes n'ont pas accès à une eau potable, et 2,5 milliards ne bénéficient pas d'infrastructures d'assainissement de base dans ces pays. Même dans les pays à revenu intermédiaire, on estime que 75 % des eaux usées des ménages connectés à des réseaux d'égouts ne sont pas traitées de manière adéquate. Les indices synthétiques révèlent un classement international où apparaît une corrélation très étroite entre niveau de développement économique et qualité des eaux, avec quelques exceptions comme les Philippines, qui figurent en 15e position, et la Belgique, à la 122e et dernière place de ce classement (WWDR, 2012, chap. 5). Si l'on s'intéresse aux impacts sur les écosystèmes, on constate que les plus graves s'observent dans les pays riches, où par exemple les zones aquatiques considérées comme mortes par excès d'accumulation de nutriments ont été multipliées par 2 chaque décennie depuis 1950, pour atteindre le nombre de 500 actuellement, en majorité dans des zones côtières.

L'impact des infrastructures d'accès à l'eau

Nous avons déjà souligné que l'accès à l'eau est rarement immédiat, et nécessite des infrastructures importantes pour amener l'eau des réservoirs naturels où elle se trouve vers les endroits où elle est utilisée, notamment dans les zones urbaines. Ces infrastructures ont un impact ambigu sur les conditions d'utilisation de l'eau : elles libèrent en facilitant l'accès à la ressource, en même temps qu'elles contraignent en augmentant les pressions exercées. Tel est particulièrement le cas des infrastructures urbaines pour les usages domestiques, ainsi que des barrages, qui jouent un rôle majeur dans la régulation de l'accès à l'eau.

La population mondiale est de plus en plus urbanisée. Elle l'est actuellement à près de 55 %, et le rythme d'augmentation actuel est de 1,8 % par an globalement, mais 2,3 % dans les pays en développement qui comptent de nos jours pour 93 % du phénomène d'urbanisation des populations, au sein duquel 40 % représentent l'extension des bidonvilles. Quels sont les impacts spécifiques de cette urbanisation accélérée sur les conditions d'accès à l'eau ? On repère trois conséquences essentiellement : sur le cycle de l'eau lui-même, sur les quantités d'eau prélevées, et sur la pollution. Les impacts en termes de prélèvements et de pollution sont très contrastés selon le niveau de développement associé au phénomène d'urbanisation, avec pour simplifier une amélioration des conditions d'adduction et de traitement de l'eau à mesure que le niveau de vie augmente, les populations urbaines des pays à haut revenu bénéficiant d'une couverture de près de 100 % dans les deux domaines.

Sur le cycle de l'eau, l'impact principal de l'urbanisation est de réduire les possibilités de ruissellement et de percolation sous-terrain du fait de l'élargissement des surfaces artificielles (routes, immeubles, parkings...), ce qui augmente les risques d'inondation en cas de fortes précipitations, surtout dans les pays où alternent saison sèche et saison humide. Ceci a pour effet non seulement de réduire l'accès à l'eau dont les flux sont difficilement exploitables dans ces conditions, mais surtout d'augmenter considérablement l'incidence des catastrophes naturelles provoquées par les inondations, un risque qui fait partie intégrante de la gestion des ressources en eau.

En termes de prélèvements, nous avons déjà souligné que les usages urbains de l'eau représentaient la plus petite fraction des prélèvements globaux (près de 10 %, contre 70 % pour l'agriculture au plan mondial), surtout dans les pays en développement encore largement agricoles¹¹. Mais ils sont d'une importance cruciale, dans la mesure où ils permettent de couvrir les besoins d'une part importante et croissante de la population

mondiale, qui est de plus en plus concentrée en zones urbaines¹². Par ailleurs, la pression urbaine sur les ressources en eau, surtout potable, augmente avec la taille des villes et le niveau de vie de leur population, mais selon un schéma qui renvoie à nouveau à la courbe de Kuznets environnementale. Ainsi les grandes villes modernes bénéficiant de systèmes centralisés d'adduction et de traitement de l'eau peuvent avoir des niveaux de prélèvement par habitant de l'ordre de 400 à 600 litres par jour, tandis que les villes de taille plus réduite où le raccordement centralisé est plus limité voient leur niveau de prélèvement moyen tomber à 100/150 litres par jour par personne, et à 10 litres dans un pays pauvre comme le Mali (Shiklomanov, 1998). Mais des villes comme Paris ou Berlin ont vu leur niveau de prélèvements baisser au cours des quinze dernières années, alors que les trajectoires dans les pays émergents sont fortement croissantes. Par ailleurs, en reflet de leur dynamisme démographique, on observe dans les pays en développement qu'une couverture urbaine croissante en pourcentage de la population n'empêche pas qu'un nombre de plus en plus important de personnes n'a pas accès à l'eau potable. Ainsi de 1990 à 2012, la population des bidonvilles dans ces pays est passée de 650 à 862 millions de personnes, alors que dans le même temps la proportion d'habitants vivant dans un bidonville passait de 46 % à près de 33 %. La conséquence est que le nombre d'habitants sans accès à l'eau potable est passé de 111 à 149 millions. La seule zone où l'évolution en couverture relative et absolue est négative est l'Afrique subsaharienne où, sur la même période, le pourcentage de personnes bénéficiant d'un service d'adduction d'eau est passé de 42 % à 34 %.

Enfin, les prélèvements urbains sont associés à la majeure partie des phénomènes de pollution et de dégradation des ressources en eau, avec leur cortège d'impacts sur la santé humaine et les systèmes écologiques qui ont été évoqués précédemment. Les impacts en matière de santé sont particulièrement concentrés en zones urbaines, en raison de la forte

concentration de déchets d'activités humaines qu'on peut y observer. Globalement, on constate pour le traitement de l'eau les mêmes tendances que pour l'accès à l'eau potable (amélioration en pourcentage de la couverture des populations urbaines, mais détérioration en chiffres absolus), et les mêmes différences selon le niveau de développement, avec comme nuance majeure que d'une manière générale, les pays en développement consacrent la plupart de leurs ressources à l'adduction au détriment du traitement des eaux usées, alors que les deux sont étroitement liés, du fait que l'alimentation en eau potable suppose la collecte et le traitement des eaux usées, l'expérience montrant que sans cela, l'alimentation en eau sans traitement des rejets conduit à une détérioration de l'état de santé des populations. Ainsi, de 1990 à 2012, le nombre de résidents urbains sans accès à un système de traitement des eaux usées est passé de 540 à près de 750 millions d'individus, un phénomène largement associé à l'extension des bidonvilles. Par ailleurs, on estime que 90 % des eaux usées des villes des pays en développement sont directement rejetées sans traitement dans les rivières, lacs ou océans. Djakarta, la capitale indonésienne qui compte 9 millions d'habitants, rejette quotidiennement 1,3 million de m³ de déchets, parmi lesquels seuls 3 % sont traités. Par comparaison, Sydney, la plus grande ville australienne avec près de 4 millions d'habitants, traite quasiment l'intégralité de ses eaux usées dans lesquelles 1,2 million de m³ de déchets sont rejetés quotidiennement. Il ne faudrait cependant pas oublier qu'une partie des progrès réalisés en matière de contrôle de la pollution dans les pays développés tient probablement au transfert des activités polluantes (industrielles principalement) vers les pays émergents comme la Chine, d'où les produits sont ensuite importés. La proportion dans laquelle ce phénomène se développe n'a pas fait l'objet d'études systématiques pour la pollution de l'eau jusqu'ici. Des estimations existent pour la pollution atmosphérique, faisant état par exemple d'une diminution de la pollution de près de 6 % sur le territoire américain pour les filiales

d'entreprises multinationales américaines augmentant leurs importations de dix points de pourcentage en provenance de pays émergents à bas coûts. Difficile d'imaginer que ce phénomène n'existe pas également pour ce qui concerne la pollution de l'eau.

Finalement, un bilan global de l'accès à l'eau en milieu urbain fait apparaître les données suivantes : 523 millions de personnes vivent dans des villes où la disponibilité d'eau pose problème, 890 millions de personnes vivent dans des villes où la qualité de l'eau n'est pas assurée, et 1,3 milliard de personnes vivent dans des villes où l'adduction de l'eau est problématique (McDonald *et al.*, 2011).

Parmi les infrastructures de l'eau destinées à en réguler l'accès tant sur le plan géographique que temporel, les barrages sont certainement celles qui ont le rôle le plus important, ne serait-ce que du fait qu'ils stockent une quantité d'eau supérieure aux prélèvements mondiaux annuels, avec un total de près de 6 000 km³ (pour des prélèvements globaux de l'ordre de 4 000 km³). On en compte actuellement près de 45 000 de taille importante, contre à peine 500 en 1950. Mais près du tiers des 177 fleuves de plus de 1 000 km échappent encore aux fragmentations de flux qu'ils occasionnent, ce qui laisse une marge importante de développement, surtout en Afrique, où certains pays comme le Congo ou le Niger souffrent d'une énorme sous-exploitation de leur potentiel hydraulique, avec une capacité en barrages de 2 à 5 m³ par habitant par an, contre 4 000 à 5 000 m³ dans les pays d'Asie centrale par exemple.

Rien n'illustre mieux que les barrages l'impact ambigu des infrastructures sur l'accès à l'eau. Les barrages servent essentiellement à la maîtrise des flux d'eau pour l'agriculture irriguée et pour la production d'électricité, ainsi qu'à l'approvisionnement des villes en eau potable. Ils sont à cet égard un élément clé du développement économique. Mais cet accès étendu aux ressources en eau se paie cher en termes d'impacts sur les écosystèmes... et en termes d'accès à l'eau lui-même. On observe ainsi

trois rétroactions négatives des barrages sur les ressources en eau renouvelables (Margat et Andréassian, 2008, p. 28) : l'évaporation des réservoirs, qui représente près de 10 % de la consommation mondiale d'eau (soit plus que les consommations des secteurs domestiques et industriels) ; l'envasement des retenues par la sédimentation qui fait que, dans les zones arides ou semi-arides à érosion accélérée, les barrages peuvent perdre 2 à 4 % de leur capacité initiale chaque année, ce qui réduit considérablement leur durée de vie ; l'eutrophisation par enrichissement en substances fertilisantes de l'eau stockée, ce qui détériore sa qualité. Ces effets peuvent être considérés comme le « prix à payer » en pourcentage d'un accès à l'eau élargi, dans la mesure où ils sont largement inévitables. Ce n'est pas le cas des multiples impacts négatifs des aménagements hydrauliques sur les écosystèmes, sans même évoquer les déplacements de populations (50 millions de personnes depuis 1950) et les pertes de patrimoine culturel qu'ils occasionnent souvent. Près de la moitié des fleuves les plus importants ainsi que leurs écosystèmes associés sont considérés comme fortement affectés par la fragmentation de leur débit, la plupart en Europe et en Amérique du Nord.

La surexploitation des réservoirs d'eau douce

Les réservoirs d'eau douce sont en surface ou souterrains. Les réservoirs de surface sont principalement les cours d'eau. Un bassin fluvial est considéré comme « ouvert » lorsqu'il peut à la fois satisfaire les demandes de prélèvements et maintenir ses fonctions écologiques, et « fermé » lorsque les prélèvements atteignent des niveaux qui non seulement empiètent sur les services écologiques, mais empêchent également de satisfaire des demandes de prélèvements supplémentaires. De nombreux fleuves dans le monde ont déjà atteint ce niveau de saturation, fixé à 70 % de ressources prélevées, essentiellement du fait que l'irrigation

y a été développée dans des proportions importantes : principalement l'Indus, le Nil, le Colorado, le fleuve jaune, le Murray Darling, l'Amou-Daria et le Syr-Daria (Falkenmark, 2013).

Les réservoirs souterrains que sont les aquifères revêtent une importance particulière pour plusieurs raisons. Ils représentent comme nous l'avons vu au [chapitre précédent](#) près de 30 % des ressources en eau douce sur Terre, mais 97 % des ressources potentiellement disponibles pour les activités humaines (puisque près de 70 % des ressources en eau douce sont piégées dans les calottes glacières, glaciers et neiges éternelles). Ils constituent des réserves en eau extrêmement fragiles et exposées au risque d'épuisement, dans la mesure où ils sont soit non renouvelables (aquifères fossiles), soit renouvelables à un rythme que les prélèvements sont susceptibles de dépasser facilement. Ils sont dans de nombreux endroits la seule possibilité d'avoir accès aux ressources en eau. Dans les zones arides et semi-arides notamment, où les aquifères ne sont pas toujours directement en communication avec le réseau hydrographique de surface, les eaux souterraines sont une source d'approvisionnement vitale qui sert de stock tampon pour parer aux déficits saisonniers des précipitations.

Contrairement aux eaux de surface, les aquifères ont été épargnés par les activités humaines jusqu'au ^exx siècle. Leur exploitation a connu une expansion rapide à partir de 1950 dans les pays industrialisés, et à partir des années 1990 dans les pays en développement, mais elle ne représente jusqu'ici que 25 % des prélèvements d'eau pour toutes les utilisations. Elle concerne principalement les activités agricoles, puisqu'il est estimé que les prélèvements d'eau souterraine sont actuellement utilisés à presque 70 % pour les besoins de l'agriculture irriguée, essentiellement dans les pays arides et semi-arides, ce qui représente près de 45 % de toute l'eau mobilisée pour l'irrigation. Le reste se répartit entre les secteurs domestique (22 %) et industriel (11 %). Les aquifères fournissent de l'eau potable à au moins 50 % de la population mondiale, et près d'un tiers de cette population

dépend exclusivement d'eux pour satisfaire ses besoins quotidiens en eau (UNESCO, 2012). 70 % des prélèvements a lieu dans 5 pays : l'Inde, les États-Unis, la Chine, le Pakistan et l'Iran. Mais l'Inde représente à elle seule un tiers des prélèvements mondiaux, suite à une énorme augmentation au cours des dernières décennies (un impact de la révolution verte qui a permis de doubler les rendements agricoles), qui fait qu'aujourd'hui les prélèvements souterrains indiens sont plus de deux fois supérieurs à ceux des États-Unis ou de la Chine, avec 250 km³ par an contre près de 110 km³. Ainsi, l'Inde figure au rang des dix pays les plus riches en eau de la planète (en volume global), mais fait également partie de ceux ayant à faire face à la crise de l'eau la plus grave, par surexploitation de réserves non renouvelables. Le nombre de puits mécanisés y est passé de moins d'un million en 1960 à près de 19 millions en 2000, ce qui a largement contribué à la réduction de la pauvreté. Mais les pressions exercées sur les ressources en eau par ces prélèvements anarchiques entraînent des taux d'extraction supérieurs aux capacités de recharge dans la plupart des cas, et à l'assèchement des réservoirs dans de nombreux cas. Les aquifères fournissent environ 80 % de l'eau domestique dans les zones rurales, et près de 97 % de l'eau souterraine extraite alimente l'agriculture irriguée, pour une contribution à la production agricole nationale de l'ordre de 70 %. L'Inde est bien le pays le plus dépendant de cette forme de ressources en eau.

Les impacts de l'exploitation des aquifères sont multiples. Dans de nombreux cas, le risque est grand de voir ces stocks s'épuiser à long terme, surtout dans les pays où ils fournissent l'essentiel des ressources en eau et où ils sont non renouvelables, comme en Inde donc, mais également en Algérie, en Arabie saoudite et en Libye (où ils satisfont 95 % de la demande d'eau). On estime que 15 à 25 % des aquifères sont ainsi surexploités dans le monde, même s'il reste difficile d'estimer les volumes d'eau qu'ils contiennent avec précision. Ils peuvent également subir des intrusions d'eau

salée lorsqu'ils sont proches de zones côtières. La baisse de leur niveau, qui dans de nombreux cas peut atteindre jusqu'à 20 à 50 mètres, peut provoquer des phénomènes de subsidence (affaissement de terrain), comme à Mexico où certaines parties de la ville se sont affaissées de près de 8 mètres au cours des 60 dernières années. D'autres impacts sur les écosystèmes sont l'assèchement de rivières dont le débit de base dépend de ces ressources souterraines, ou la perte de zones humides dont l'existence est également dans cette dépendance.

Les indicateurs physiques de pression sur les ressources en eau

Toutes les pressions exercées sur les ressources en eau qui viennent d'être évoquées font l'objet d'estimations qui sont finalement synthétisées par des indicateurs autorisant une vision globale du phénomène. La science des indicateurs, environnementaux ou autres, peut se révéler parfois particulièrement complexe. Selon les critères retenus pour concevoir ces indicateurs, qui sont eux-mêmes généralement sélectionnés en fonction de ce que l'on veut saisir, la « photographie » prise des phénomènes que l'on veut décrire peut varier dans des proportions importantes. Il en va ainsi des indicateurs de pression sur les ressources en eau, qui ont pour but d'aller au-delà des données de prélèvements ou consommation d'eau afin d'estimer la mesure dans laquelle l'humanité dépasse ou non des seuils critiques en la matière. Ces indicateurs font l'objet depuis plus de deux décennies de raffinements successifs, destinés à donner l'idée la plus fidèle possible de l'état de la situation, même si en fin de compte il n'existe pas d'indicateur « parfait » capable d'englober toutes les dimensions d'un phénomène aussi complexe que l'accès à l'eau. Ces raffinements portent principalement sur trois paramètres clés : la nature des pressions exercées, leur variabilité spatiale, et leur variabilité temporelle. Mais le point essentiel qui distingue

ces indicateurs est leur capacité à prendre en compte des éléments contextuels qui conditionnent les pressions sur les ressources en eau, pour ne pas s'en tenir à des composantes unidimensionnelles telles que la démographie ou le climat.

La première tentative ambitieuse pour saisir l'état des pressions sur les ressources en eau date de 1989. L'indice de stress hydrique de Falkenmark (1989) établit un niveau minimum de ressources en eau pour assurer une qualité de vie acceptable dans un pays moyennement développé dans une zone aride (caractéristiques à ne pas perdre de vue pour saisir la signification de cet indicateur). En deçà de 1 700 m³ par an et par habitant (4 660 litres par jour), on diagnostique une situation de stress hydrique. En deçà de 1 000 m³ (2 740 litres par jour), on parle de pénurie chronique. En deçà de 500 m³ (1 370 litres par jour), on considère que la population fait face à une pénurie absolue d'eau. D'après cet indicateur, de nombreux pays méditerranéens et du Moyen-Orient sont déjà en situation de pénurie (l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et l'Égypte) ou de pénurie absolue (Israël, la Libye, Malte, les territoires palestiniens).

Bien qu'il figure parmi les plus utilisés (les données sont faciles à recueillir et à comparer), cet indicateur fait l'objet de nombreuses critiques, comme d'ailleurs l'ensemble des indicateurs physiques de pression hydrique. Les spécialistes ne manquent pas de rappeler que les seuils de Falkenmark ont été initialement conçus pour tester la capacité de pays arides dépendants de la production agricole irriguée (situation gourmande en eau) à faire face aux besoins alimentaires de leur population. Ils ne sont donc pas nécessairement transposables à d'autres contextes climatiques, hydrologiques et socio-économiques. Par ailleurs, en considérant un standard de besoins en eau par habitant quel que soit le pays, ces seuils font implicitement du paramètre démographique le principal moteur des pressions sur les ressources en eau, ce qui relève d'une simplification statistique abusive. En réalité, ces demandes par habitant sont non

seulement extrêmement variées selon les pays (de près de 6 000 m³ par habitant par an à moins de 50 m³), mais elles n'ont surtout que peu de rapport avec les ressources disponibles, puisque les plus faibles se trouvent dans des pays riches en eau, essentiellement en Afrique centrale : la République centrafricaine bénéficie de 30 000 m³ d'eau par an par habitant, mais n'en prélève que 18 ; le Congo ne prélève que 14 m³ sur 182 000 disponibles ! Les prélèvements d'eau dépendent en fait pour l'essentiel de deux choses : la nécessité ou non d'irriguer les terres agricoles, pour laquelle le paramètre clé est le climat ; les capacités de prélèvement, autrement dit les infrastructures existantes pour tous les usages possibles, qui dépendent avant toute chose du niveau de développement économique.

Une dernière critique pointe le fait que tout indicateur de stress hydrique reposant sur des moyennes nationales masque par définition les différences de situations locales, qui peuvent être significatives (surtout dans des pays de superficie importante) et révéler que certaines régions d'un pays bien doté en eau sont en situation de pénurie importante, comme c'est par exemple le cas en Espagne, qui n'est pas moins bien dotée que la France ou l'Allemagne en m³ par habitant par an (près de 2 500), mais où le Sud se trouve en situation déficitaire.

Toujours dans la catégorie des indicateurs physiques, les ratios d'exploitation des ressources en eau sont mieux à même de tenir compte du contexte local de leur utilisation, dans la mesure où ils reflètent l'état des pressions exercées localement sur ces ressources. Ils calculent ainsi la moyenne d'un rapport entre prélèvements et ressources disponibles, en considérant les flux d'eau bleue. Les seuils définis vont de moins de 10 % de prélèvement pour un stress nul, à plus de 40 % pour une pénurie sévère. Certains indicateurs incorporent des préoccupations récentes concernant les besoins d'entretien des écosystèmes, et tiennent compte des flux d'eau bleue qui doivent rester disponibles à cette fin¹³. Pour certains cette

exigence va jusqu'à 50 % de ces flux qui devraient être réservés à l'entretien et à la santé des écosystèmes dans les zones tempérées (30 % dans les zones tropicales où la faune aquatique est habituée aux saisons sèches). Il va sans dire que plus les exigences en la matière sont importantes, plus les zones en stress hydrique sont nombreuses¹⁴.

Ces indicateurs présentent l'avantage de pouvoir tenir compte des nuances géographiques, dans la mesure où ils peuvent reposer sur l'estimation des ressources disponibles (renouvelables) et prélevées (ou consommées, pour tenir compte du fait que les ressources restituées au cycle de l'eau contribuent à faire diminuer un indice de stress hydrique) à l'échelle d'un bassin hydrographique. Ils donnent ainsi lieu à des études dont la précision n'est limitée que par la capacité et les efforts déployés pour recueillir les données nécessaires. Un raffinement supplémentaire consiste à intégrer la variabilité saisonnière des flux d'eau bleue, et à calculer par exemple des indicateurs de stress hydrique mensuels (Hoekstra *et al.*, 2012), plus significatifs pour la gestion de la ressource, dans la mesure où les difficultés d'accès à l'eau sont un problème typiquement saisonnier, pour les activités agricoles principalement.

Mais pourquoi s'en tenir aux flux d'eau bleue pour estimer les pressions exercées sur les ressources en eau, alors que près de 60 % de la production agricole mondiale est le fruit de l'agriculture pluviale (l'eau de pluie infiltrée dans les sols dont se nourrissent les végétaux, et qui correspond aux flux d'eau verte), et que l'eau de pluie constitue 80 % des quantités d'eau utilisées dans ce secteur¹⁵, et près de 100 % dans certaines régions en Europe, en Afrique et en Amérique du Sud ? La question ne s'est posée que très récemment, et débouche sur des études dont les résultats peuvent s'avérer décisifs pour la gestion future de la ressource (Rockström *et al.*, 2009). Il apparaît en effet que les indicateurs de rareté de l'eau reposant exclusivement sur l'exploitation de l'eau bleue pour l'irrigation donnent une image déformée de la réalité agricole, qui révèle en fait qu'actuellement

très peu de pays sont en situation de pénurie d'eau si l'on ajoute les flux d'eau verte, et que l'on fixe un seuil de ressources en eau indispensables pour soutenir un régime alimentaire standard (dans l'étude en question le seuil est fixé à 1 300 m³ d'eau par habitant par an pour la production agricole). Ces pays se trouvent essentiellement au Moyen-Orient, puisqu'on trouve la Jordanie, Israël, le Liban, l'Iran, l'Irak, mais également le Pakistan, le Burundi ou le Rwanda. D'autres pays sont en situation de pouvoir assurer leur autonomie agricole et alimentaire à condition de mieux gérer leur potentiel en eau verte, parmi lesquels figurent la Chine et l'Inde (une piste explorée au [chapitre 4](#)).

Une avancée récente et significative vient de la transposition du concept d'empreinte écologique au domaine de l'eau¹⁶. L'empreinte hydrique des activités humaines (Hoekstra, 2002) mesure les quantités d'eau douce nécessaires pour soutenir ces activités, en tenant compte de tous leurs impacts directs et indirects. Sont ainsi incorporés dans les calculs les flux d'eau nécessaires à l'épuration des milieux après pollution (ce que l'on appelle l'eau grise), et l'eau virtuelle (notion abordée au [chapitre 1](#)) contenue dans tous les produits consommés. L'empreinte hydrique peut être calculée à une échelle nationale ou individuelle, et pour n'importe quelle activité ou produit¹⁷. Elle présente par contre le défaut de ne pouvoir refléter les différences de pression hydrique infranationales, par réseau hydrographique ou région, de par sa construction qui tient compte de l'ensemble de la chaîne d'impacts des usages de l'eau, quelle que soit leur localisation. Elle peut cependant être considérée comme un indicateur plus complet que les précédents, puisqu'elle intègre l'ensemble des impacts des activités humaines sur la totalité du cycle de l'eau, en intégrant les flux d'eau verte pour les produits agricoles, et les flux d'eau bleue pour les produits agricoles, industriels, et les services domestiques. Le résultat est qu'elle donne une image des pressions sur l'eau bien différente de celle répercutée par les indicateurs précédents, entre lesquels les différences

restent marginales, et qui signalent systématiquement des zones de pression extrême se situant aux pourtours sud et est de la Méditerranée, au Moyen-Orient, en Asie centrale, et en quelques points clés tels que le nord de la Chine ou l'ouest des États-Unis. La carte des empreintes hydriques¹⁸ indique pour sa part que les pressions les plus élevées se situent aux États-Unis, en Chine et en Inde (38 % de l'empreinte globale ; 50 % en ajoutant la Russie, l'Indonésie, le Nigéria, le Brésil et le Pakistan). Calculée par habitant, l'empreinte hydrique est la plus importante dans les pays qui combinent un niveau élevé d'empreinte globale (verte/bleue/grise) du fait d'une activité agricole encore bien présente (et qui reste le facteur de pression principal, contribuant à hauteur de 92 % de l'empreinte mondiale), d'une forte consommation de produits industriels (contribuant beaucoup à la pression en termes d'eau virtuelle, à hauteur d'1/3 par exemple de l'empreinte totale aux États-Unis), et d'une pollution de l'eau élevée. Figurent au premier rang de ces pays les États-Unis, avec une empreinte de près de 2 800 m³ par habitant par an, à comparer au niveau de prélèvement de 1 500 m³, et les pays du sud de l'Europe (Espagne, Grèce, Italie), dont l'empreinte est de l'ordre de 2 300-2 400 m³ par an par habitant, contre un prélèvement qui se situe autour de 700-900 m³.

Tous ces indicateurs physiques de pression sur les ressources en eau souffrent du défaut de ne pas être conçus pour pouvoir tenir compte des difficultés d'accès aux ressources en eau. Entendons-nous bien : une faible disponibilité ou une pression élevée exercée sur les ressources en eau est certainement une indication que l'accès à l'eau présente d'énormes difficultés pour un pays ou une région ; mais cette indication est d'une utilité réduite pour juger de la capacité à faire face à cette situation. Ainsi un indice faible de stress ou d'empreinte hydrique n'implique pas nécessairement qu'il n'y a pas de problème d'accès à l'eau : l'explication peut simplement résider dans une faible capacité à mobiliser les ressources existantes. Il est donc parfaitement envisageable qu'un pays pauvre en eau

ne connaisse pas de stress hydrique : le Rwanda ne bénéficie que de 1 100 m³ d'eau par an par habitant, ce qui le placerait presque en situation de pénurie d'eau d'après l'indicateur de Falkenmark, mais il n'en prélève que 17 m³, ce qui implique une faible empreinte hydrique. L'inverse est beaucoup plus fréquent, puisqu'il « suffit » de gaspiller l'eau ou d'en faire un usage particulièrement inefficace pour se trouver en situation d'indice élevé de stress ou d'empreinte hydrique, en dépit d'une relative abondance d'eau : c'est le cas notamment de l'Ukraine, en situation de pénurie sévère en terme de ratio d'exploitation (supérieur à 40 % des ressources disponibles), malgré une disponibilité confortable de près de 4 000 m³ par an par habitant. De manière évidente, le problème de l'accès à l'eau n'est pas seulement une question de disponibilité physique confrontée à un certain niveau d'utilisation.

Les indicateurs d'accès à l'eau

La notion de pauvreté hydrique fait référence au fait que l'accès à l'eau est davantage un problème d'ordre économique, social et institutionnel, que simplement hydrologique ou géoclimatique. Un certain nombre d'indicateurs ont été développés à partir de cette notion, afin de marquer la distinction entre rareté « physique » et rareté « économique » de l'eau, l'idée générale étant qu'un pays en stress hydrique malgré des investissements suffisants en infrastructures et une bonne capacité d'adaptation à la situation est en état de rareté physique. Mais encore faut-il être capable de saisir statistiquement ce que l'on entend par « investissements suffisants » ou « bonne capacité d'adaptation », cette dernière notion étant évidemment bien plus compliquée à cerner que la précédente.

L'un des premiers indicateurs de ce genre (Sullivan, 2002), plutôt récent, intègre ainsi des paramètres aussi variés que la disponibilité des

ressources en eau, leur utilisation dans tous les secteurs d'activité, l'état de l'accès aux services de l'eau, différentes mesures de qualité ou de pollution de l'eau, et la capacité de gestion des ressources approximée par des paramètres tels que le niveau de vie ou le niveau d'éducation de la population. D'autres tiennent compte des capacités de dessalement de l'eau de mer et de recyclage des eaux usées, de même que du potentiel de développement des infrastructures et d'amélioration de l'efficacité des usages de l'eau, et permettent ainsi de repérer les pays pour lesquels l'accès à l'eau est compliqué par le manque d'investissements en infrastructures, et ceux qui souffrent d'un manque d'eau malgré des investissements réalisés dans ce domaine. De manière frappante, mais non surprenante, la comparaison géographique des indices de rareté physique et économique implique systématiquement un contraste marqué entre pays dits développés et pays en développement ou émergent. Presque toute l'Europe, une grande partie des États-Unis ainsi que le Japon font partie des régions où les pressions physiques et environnementales exercées sur les ressources en eau sont excessives, mais ces mêmes pays disparaissent de la liste des régions pauvres en eau dès que l'on intègre les capacités économiques et technologiques de gérer la situation. À l'inverse, une grande partie de l'Afrique subsaharienne, certaines zones en Asie du Sud et Asie du Sud-Est ainsi qu'en Amérique latine sont considérées comme pauvres en eau malgré un faible degré de rareté physique de la ressource (Molden *et al.*, 2007).

On comprend aisément que, dans ce domaine, la sophistication des indicateurs n'est limitée que par l'imagination de leur concepteur et la disponibilité des données que l'on veut intégrer. Et cela est d'autant plus vrai que l'on veut saisir la notion de capacité d'adaptation à une situation de stress hydrique, tant les éléments pouvant influencer cette capacité sont nombreux et potentiellement complexes. Un exemple simple suffira à l'illustrer. Nous avons introduit au chapitre précédent la notion d'échanges d'eau virtuelle par le biais du commerce international. Il apparaît clairement

que ces échanges font partie des moyens utilisés (délibérément ou non, c'est une autre question que nous aborderons plus tard) pour s'adapter à la rareté des ressources en eau. On constate ainsi que les régions les plus importatrices nettes d'eau virtuelle (en comptabilisant donc des importations supérieures aux exportations) sont l'Europe, le Japon et le Moyen-Orient, autrement dit des zones en situation de déficit hydrique (prononcé ou non, dû à un climat aride ou à d'autres raisons) et ayant les moyens économiques de s'y adapter. Tandis que les régions exportatrices nettes (exportations supérieures aux importations) sont l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud (Brésil et Argentine), l'Australie et certaines parties de l'Asie du Sud (Pakistan, Indonésie et Thaïlande), c'est-à-dire des pays bénéficiant en moyenne d'une abondance relative d'eau (l'Australie en raison de sa faible population, et non pas bien sûr de son climat). Les études disponibles (il en existe très peu) montrent que ces échanges d'eau virtuelle permettent d'économiser l'équivalent de 4 % de l'empreinte hydrique liée à la production agricole mondiale (Mekonnen et Hoekstra, 2011).

La liste des possibilités d'adaptation au manque d'eau serait longue, et devrait intégrer des éléments beaucoup plus variés et pointus que ceux pris en compte par les indicateurs actuellement utilisés, qui doivent se contenter par exemple du niveau de vie ou du niveau d'éducation de la population. Il faudrait pouvoir tenir compte des possibilités d'amélioration de la productivité des différents usages de l'eau, de la capacité à faire payer l'usage de l'eau, des capacités de réponse institutionnelle... et de biens d'autres paramètres dont nous discuterons au [chapitre 4](#), lorsqu'il sera question des politiques de gestion de l'accès à l'eau. Mais il est bien évident que plus l'indicateur est détaillé, plus il est difficile d'obtenir des données complètes et comparables sur une large échelle géographique. Par ailleurs, certains paramètres sont extrêmement difficiles à mesurer, comme par exemple la productivité de l'eau dans ces différents usages domestiques. Il est donc certain qu'à mesure que l'on veut sophistiquer les indicateurs

d'accès à l'eau, il faut se contenter d'indicateurs partiels, et locaux, selon la disponibilité des données.

Finalement, au-delà de ces difficultés, est-on bien sûr que tout peut être mesuré et comparé ? Comment comparer les capacités d'adaptation au manque d'eau d'un Californien et d'un Palestinien ? Pour le premier, le stress hydrique implique probablement des restrictions en matière d'arrosage des espaces verts et d'utilisation de l'eau à des fins récréatives, alors que pour le second il peut être véritablement question de sécurité alimentaire, ce que ne ferait pas apparaître un indicateur de stress hydrique similaire. La seule façon d'échapper à cette dimension subjective est de se référer à des indicateurs de subsistance, qui établissent un niveau minimum de besoins d'eau valable quel que soit le contexte. Il a été par exemple estimé (Gleick, 1996) qu'un individu a besoin quotidiennement de 50 litres d'eau pour satisfaire ses besoins alimentaires (boisson et préparation des aliments) et hygiéniques. L'Organisation Mondiale de la Santé préconise 100 litres par jour par personne si l'on ajoute les besoins de nettoyage divers, et 20 litres comme norme humanitaire minimum. Ces indicateurs sont utiles pour concevoir des politiques d'aide au développement et établir des cibles d'accès à l'eau dans des contextes de sous-développement, mais excluent par définition les situations de stress hydrique auxquelles peuvent être confrontés des pays plus développés, et sont donc peu utilisés pour établir des comparaisons mondiales.

Les indicateurs d'accès à l'eau sont donc indispensables pour mesurer et comparer les conditions dans lesquelles les activités humaines exercent des pressions sur les ressources disponibles. Mais il faut les manier avec précaution, en sachant comment ils sont conçus et ce qui leur échappe par construction.

En simplifiant à l'extrême les éléments développés précédemment, on pourrait résumer la question de l'accès aux ressources en eau à deux catégories de problèmes : ceux qui relèvent de la sécurité de cet accès en

termes de quantité et de qualité de l'eau ; ceux qui concernent la dégradation des écosystèmes et les pertes de biodiversité dues aux activités humaines dans ce domaine. Ces impacts sont bien évidemment souvent combinés, mais dans des proportions qui varient énormément, les zones les plus touchées étant celles où se combinent un climat défavorable et un haut niveau de développement. Cependant, un haut niveau de développement est également un facteur de réduction du risque, grâce aux capacités d'investissement en infrastructures de traitement et d'accès à l'eau qu'il procure. Une étude récente (Vörösmarty *et al.*, 2010) illustre parfaitement ce point, en distinguant un indicateur de menaces pour l'accès à l'eau d'une part, menaces composées d'un indice de sécurité humaine d'accès à l'eau et d'un indice d'atteintes à la biodiversité aquatique construits à partir de la combinaison de quatre facteurs de stress hydrique (niveaux de prélèvements, pollution de l'eau, détournements de flux résultant des infrastructures, facteurs biotiques), et un indicateur de menaces pour l'accès à l'eau corrigé des investissements en infrastructures réalisés d'autre part, investissements qui permettent d'améliorer l'accès à l'eau et de traiter les eaux usées. L'Europe et les États-Unis apparaissent comme des zones à haut risque en termes d'accès à l'eau et d'atteintes à la biodiversité, mais les énormes investissements qui y sont réalisés pour faciliter l'accès à l'eau permettent d'y réduire l'incidence de ce risque à hauteur de deux tiers. La situation est totalement différente dans les PED, où le manque d'investissements entretient un haut niveau d'insécurité en termes d'accès à l'eau.

Cependant, dans les pays riches, il est essentiellement question d'infrastructures en matière de sécurité d'accès à l'eau, et pas tellement de préservation des écosystèmes et de la biodiversité, pour laquelle les investissements sont minimes ou inexistants jusqu'ici. Et de fait, beaucoup d'investissements réalisés pour réduire les risques en matière d'accès ont un impact négatif sur les écosystèmes, comme par exemple les infrastructures

de diversion des flux d'eau (les barrages essentiellement). Reste donc en résumé beaucoup à faire pour faciliter l'accès aux ressources en eau dans les PED, et pour préserver les écosystèmes menacés par les activités humaines dans les pays riches. Il est malheureusement certain que les multiples facteurs de stress hydrique à l'œuvre depuis plusieurs décennies continueront d'exercer des pressions importantes dans un avenir proche.

Les scénarios du futur

La demande d'eau par habitant a commencé à stagner voire à diminuer dans les pays riches depuis deux décennies, et la tendance ne fera que se confirmer à l'avenir. Sachant que l'accroissement démographique est faible et parfois négatif dans certains de ces pays, cela signifie que leurs prélèvements d'eau sont en voie de réduction en volume absolu. Il en est de même dans certains cas pour la qualité de l'eau, qui s'améliore comme nous l'avons vu avec le niveau de développement. Le problème de l'accès à l'eau dans les décennies à venir dépendra donc de plus en plus de la trajectoire démographique et économique des pays émergents et en développement.

Prévoir l'avenir est un exercice périlleux, surtout lorsque les paramètres gouvernant le phénomène étudié sont soumis à une incertitude radicale, comme c'est le cas pour l'accès à l'eau avec les impacts du changement climatique. De fait, les prévisions sont souvent démenties par les faits. Il faut rappeler à ce propos que les prélèvements d'eau globaux en 1995 étaient deux fois plus faibles que ce que certains avaient prévu 30 ans auparavant en fonction de tendances historiques, et ce grâce à des progrès enregistrés dans l'efficacité des usages de l'eau (Gleick 1998). Comme nous l'avons évoqué, les moteurs des pressions exercées sur l'eau sont nombreux et s'articulent de façon complexe. On peut néanmoins sans risque les regrouper en deux grandes catégories que sont la croissance démographique et la croissance économique, auxquelles il faudrait ajouter

le changement climatique comme facteur aggravant. Les phénomènes démographiques sont soumis à une grande inertie et sont donc relativement moins délicats à prévoir que les autres. Les scénarios convergent vers une population mondiale de près de 9 milliards d'individus en 2050, et aux alentours de 10 milliards à la fin du siècle, qui pourrait être un plateau provisoire. C'est donc à une augmentation de la population mondiale de près de 40 % qu'il faut s'attendre. Mais l'essentiel se fera dans les pays en développement, à hauteur de 90 % des 3 milliards d'habitants supplémentaires. Qui plus est, cette population supplémentaire sera de plus en plus urbaine, puisqu'on prévoit un passage de 3,9 milliards d'urbains en 2014 (54 % de la population totale) à 6,3 milliards en 2050 (70 % du total), les villes des pays en développement regroupant plus de 80 % de la population urbaine à cette période. Et nous avons vu que les urbains consomment plus d'eau que les ruraux, tout au moins dans les phases d'accélération du niveau de vie. Les prélèvements d'eau augmenteront donc dans des proportions importantes dans tous les secteurs concernés, domestique, industriel et agricole. Dans quelles proportions ? On ne peut s'en remettre qu'à des scénarios pour l'imaginer, en combinant des prévisions pour les différents moteurs concernés (WWDR, 2012, chap. 9).

Nombreux sont les scénarios anticipant une augmentation des besoins en nourriture de l'ordre de 70 % d'ici 2050. Satisfaire cette demande alimentaire nécessitera de mobiliser des quantités d'eau supplémentaires allant de 4 500 à 5 500 km³ selon les prévisions (Rockström, 2003). Ce devrait être de loin la source d'augmentation des prélèvements d'eau la plus importante. L'agriculture pluviale consommait 5 000 km³ d'eau verte par an sur une superficie de 1 240 millions d'hectares en 2000, et l'agriculture irriguée 1 500 km³ d'eau bleue sur 264 millions d'hectares. Au rythme actuel d'expansion de l'irrigation, c'est 330 millions d'hectares qui devraient être irrigués en 2050, pour des prélèvements d'eau supplémentaires de l'ordre de 500 km³ par an, loin des 4 500 à 5 500 km³

nécessaires évoqués. Cette première estimation donne une idée des défis à relever dans ce domaine. Il faudra soit une très forte accélération des capacités d'irrigation (certaines estimations parlent d'un triplement des surfaces irriguées d'ici la moitié du siècle), soit une extension importante de l'agriculture pluviale pour satisfaire la demande alimentaire future. L'aménagement de nouvelles infrastructures d'irrigation sera vraisemblablement incapable de mobiliser la quantité d'eau supplémentaire prévue pour nourrir la population mondiale. La seule possibilité réaliste est l'extension de l'agriculture pluviale là où il est possible de le faire (les capacités les plus importantes se trouvent en Amérique du Sud, au Canada, en Russie, en Europe de l'Est et dans certaines zones de l'Afrique, avec peu de possibilités en Asie), sachant que l'augmentation des besoins alimentaires se fera principalement dans des régions arides ou semi-arides à faible potentiel de précipitations, ce qui implique un développement du commerce international de produits agricoles.

L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE, 2012) prévoit quant à elle que les surfaces irriguées ne pourront pas augmenter d'ici 2050, la concurrence des autres secteurs de prélèvements empêchant le développement agricole. Son scénario repose sur une diminution des prélèvements d'eau agricole, tandis que l'industrie devrait augmenter ses prélèvements de 400 % ($1\,000\text{ km}^3$), la production d'électricité de 140 % (600 km^3), et les usages domestiques de 130 % (300 km^3), essentiellement dans les pays émergents à croissance rapide. Ce genre de scénario repose fondamentalement sur l'hypothèse que la demande d'eau doit pouvoir être satisfaite par des capacités d'offre dans des conditions réalistes.

D'autres scénarios se préoccupent moins de ces contraintes et préfèrent extrapoler des tendances de prélèvements selon les paramètres démographiques et économiques à l'œuvre. L'un d'eux prévoit ainsi un quasi triplement de la demande d'eau (bleue) de $3\,350$ à $9\,250\text{ km}^2$ entre

2000 et 2050, en cas d'augmentation des revenus des pays les plus pauvres à des niveaux équivalents à ceux des pays à revenu intermédiaire aujourd'hui, et ce si les gouvernements de ces pays ne prennent aucune mesure pour limiter les prélèvements (Rogers *et al.*, 2006). Selon ce scénario, la demande d'eau d'irrigation devrait passer de 2 700 à 4 000 km² par an si les techniques d'irrigation ne s'améliorent pas.

Comme il se doit, chaque scénario dépend de l'imagination du scénariste concernant les multiples paramètres en jeu (essentiellement économiques et technologiques). Leur intérêt ne réside pas dans l'exactitude des chiffres qu'ils proposent, mais dans les tendances qu'ils dégagent, et qui révèlent toutes une augmentation considérable des prélèvements d'eau, dans tous les secteurs concernés, et dans les pays émergents et en développement principalement. Les pressions sur les ressources en eau ne feront donc qu'augmenter, ajoutant au stress hydrique déjà existant. Le scénario OCDE prévoit ainsi qu'en 2050, 40 % de la population mondiale se trouvera en zone de stress hydrique élevé, la quasi-totalité de la population d'Asie du Sud et du Moyen-Orient et de larges parties de la Chine et de l'Afrique du Nord étant concernées.

Le changement climatique et ses multiples impacts sur l'accès à l'eau ne devraient que renforcer ces tendances. Nous avons relevé au [chapitre précédent](#) que le phénomène aurait des répercussions négatives sur l'accès à l'eau, là encore principalement dans les régions où celui-ci est déjà compliqué. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat prévoit dans son dernier rapport (GIEC, 2014) qu'avec une baisse des ressources comprise entre 10 % et 30 % pour la période 2041-2060 par rapport à la période 1900-1970, le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde où les impacts hydrologiques du changement climatique risquent d'être les plus importants.

L'avenir s'annonce donc particulièrement sombre pour ce qui concerne l'accès à l'eau, surtout pour les régions qui en manquent déjà, les

conclusions de nombreux scénarios étant que dans beaucoup de ces régions, les exigences de prélèvements supplémentaires seront impossibles à satisfaire, alors que dans d'autres les investissements nécessaires seront impossibles à réaliser économiquement. Les issues seront explorées dans les [chapitres suivants](#), et nous verrons qu'il ne manque pas de possibilités d'améliorer les utilisations de l'eau dans tous les secteurs, qu'il s'agisse d'augmenter les rendements agricoles, de mieux utiliser l'eau verte, ou d'éviter les gaspillages d'eau parfois énormes (de l'ordre de 50 %) dans certaines activités, pour ne retenir que ces exemples. Mais l'essentiel est peut-être ailleurs, car les scénarios évoqués reposent presque toujours sur l'évolution des paramètres techniques et économiques de l'accès à l'eau, en négligeant le contexte politique et institutionnel qui, il est vrai, est par définition difficile à scénariser¹⁹. Le gaspillage de l'eau est souvent le résultat de mauvaises orientations des politiques agricoles, le manque d'investissements en infrastructures est parfois le reflet d'un désintéressement des décideurs, l'absence de tarification de l'eau dans de nombreux cas est le signe du manque de volonté politique pour remédier à la situation... et il en va ainsi de toutes les utilisations de l'eau qui sont loin d'être réalisées dans des conditions optimales.

Conclusion

Les activités humaines dans leur ensemble représentant un système ouvert, et les ressources en eau, comme toutes les autres ressources naturelles, étant un système fermé, il est inévitable que les pressions sur ces dernières augmentent avec le dynamisme démographique et économique de l'humanité. Au-delà de la question de la mesure de ces pressions se pose celle de la manière de les gérer. Les [chapitres suivants](#) permettront d'explorer en détail les réponses envisageables. Mais avant d'en venir aux solutions techniques, économiques ou autres qui se présentent, il est crucial

de comprendre pourquoi, ainsi que nous l'avons déjà évoqué, la question de l'accès à l'eau n'est pas qu'un problème de juxtaposition entre des ressources disponibles et des niveaux de prélèvements dans différentes activités, mais avant toute chose un problème de développement.

3

L'accès à l'eau, un problème de développement

Le cycle de l'eau est aux activités humaines ce que le système sanguin est au corps humain : il en alimente toutes les composantes, et permet à l'ensemble de se maintenir en mouvement permanent. Pas une seule de ces activités ne peut se passer d'eau, et nous avons vu au [chapitre précédent](#) qu'on pouvait mesurer leur empreinte hydrique ainsi que celle des produits qu'elles génèrent. En retour, il faut considérer que toutes les activités humaines ont un impact sur les conditions d'accès à l'eau, impact qui peut se révéler parfois particulièrement néfaste. Il est donc essentiel de saisir les tenants et aboutissants des relations entretenues entre activités humaines et accès aux ressources en eau. Nous verrons dans [ce chapitre](#) qu'elles sont l'une des clés du développement économique, et qu'elles ont le potentiel de contribuer à la réduction de la pauvreté, à l'amélioration de l'état de santé des populations, au développement de l'accès à l'éducation... sans parler de la protection des milieux naturels. Très curieusement, ces rapports entre accès à l'eau et développement n'ont pas fait l'objet du même intérêt que les liens entretenus par exemple entre accès à l'énergie et développement, alors qu'ils sont parfaitement comparables. Il faut probablement y voir là encore le fait que jusqu'à une date récente, la disponibilité de l'eau était

considérée comme une chose acquise. Maintenant qu'il est clair que ce n'est pas le cas, ces liens sont importants à explorer et à comprendre pour orienter les politiques de l'eau. C'est l'objet de [ce chapitre](#), qui gravitera autour de l'idée que les conditions d'utilisation de l'eau conditionnent le développement économique tout autant que le développement économique conditionne l'accès à l'eau.

Eau et développement économique : une relation complexe

Nous avons eu l'occasion de souligner au [chapitre précédent](#) que la relation entre prélèvements d'eau par habitant et niveau de vie (mesuré par le PIB/habitant) ne faisait apparaître aucune tendance particulière si l'on comparaît des situations en différents endroits du monde à un moment donné, mais qu'elle formait une courbe en cloche si l'on suivait sa trajectoire à un endroit donné sur longue période, indiquant un rapport dans un premier temps croissant entre les deux indicateurs jusqu'à un certain niveau de développement économique, puis décroissant pour des niveaux supérieurs.

La première indication est fondamentale, et distingue l'eau de toutes les autres ressources naturelles, en particulier les énergies fossiles, pour lesquelles on observe une relation très étroite entre niveau de développement économique et prélèvements en différents endroits à un moment donné. Une partie de l'explication réside comme nous l'avons vu dans le fait que les contributions des secteurs les plus utilisateurs d'eau au développement économique sont sans proportion avec les parts respectives des quantités d'eau utilisées, la distorsion la plus évidente étant celle du secteur de l'agriculture irriguée, qui contribue le plus aux prélèvements d'eau (et par la même occasion aux consommations) sans pour autant représenter l'apport le plus décisif à la création de richesse économique. Si

l'on veut s'intéresser à la relation entre prélèvements d'eau par habitant et niveau de vie, comme dans la courbe de Kuznets environnementale, l'indicateur le plus simple est le rapport entre prélèvements et PIB¹. Ainsi rapportées au PIB, les plus grandes quantités d'eau utilisées se trouvent en Asie (Chine, Inde, Pakistan, Asie centrale, Irak) et dans la vallée du Nil, dans des pays relativement peu développés à forte irrigation. Les rapports les plus faibles se situent dans des pays très industrialisés ou dans des pays peu développés sans agriculture irriguée (Afrique tropicale). Il apparaît finalement que les pays riches ne sont pas plus utilisateurs d'eau que les pays en développement. Cette idée reçue se nourrit du constat que les habitants des pays riches utilisent beaucoup plus d'eau pour les usages domestiques, et débouche sur des comparaisons outrées mais tendancieuses selon lesquelles, par exemple, « un citoyen américain consomme en moyenne plus de 600 litres d'eau par jour, un parisien a besoin de 240 litres par jour pour son usage personnel, tandis qu'en moyenne un agriculteur malgache consomme 10 litres d'eau par jour » (<http://www.planetoscope.com/consommation-eau/135-consommation-d-eau-par-habitant-dans-le-monde.html>). Ces chiffres sont justes, mais leur comparaison sans aucune pertinence, puisqu'elle juxtapose des usages différents dans des contextes différents. Si l'on compare donc les données globales de prélèvements d'eau au niveau de vie partout dans le monde, rien ne permet de dire que le développement économique exerce davantage de pression sur les ressources en eau. Pas plus qu'on ne peut dire que la disponibilité d'eau facilite le décollage économique. Ces deux affirmations se confirment même pour des pays appartenant à des zones climatiques comparables, et où a priori l'eau devrait jouer un rôle similaire dans l'épanouissement des activités économiques. Il en est ainsi des pays méditerranéens, entre lesquels aucun lien entre niveau de vie et quantités d'eau utilisées n'apparaît dans le [tableau suivant](#) (inspiré de Margat, 2008).

Tableau 3.1 – Niveau de vie (2015, en \$ courants) et eau utilisée en Méditerranée (selon la dernière disponibilité des données Aquastat)

Quantité d'eau annuelle utilisée (m³/hab/an)	Pays pauvres < 2 000 (\$/hab/an)	Pays relativement pauvres 2 000-5 000 (\$/hab/an)	Pays relativement riches 5 000-10 000 (\$/hab/an)	Pays riches 10 000-20 000 (\$/hab/an)	Pays très riches > 20 000 (\$/hab/an)
Demande forte > 1 000	Syrie				
Demande moyenne 500 à 1 000		Égypte Libye	Turquie	Grèce	Italie Espagne Slovénie
Demande faible 100 à 500		Algérie Tunisie Albanie Maroc	Liban	Chypre Croatie	France Israël Malte
Demande très faible < 100	Palestine	Bosnie-Herzégovine			

Source : inspiré de http://encyclopedie-dd.org/IMG/pdf_4D_No64.1_Margat.pdf (2008)

Les cas de la Grèce ou d’Israël sont particulièrement révélateurs de ce lien très lâche entre prélèvements d’eau et niveau de développement, dans la mesure où ils sont beaucoup plus riches que d’autres pays (Liban, Algérie, Égypte) où le secteur agricole occupe une place comparable (en contribution au PIB total et en besoins d’irrigation), ou aussi riches que d’autres pays (Slovénie) où l’agriculture occupe une part beaucoup plus faible du PIB (1 % contre près de 60 % pour Israël et la Grèce). L’efficacité de l’utilisation de l’eau est très certainement l’explication principale de ces différences.

La relation de courbe en cloche (courbe de Kuznets environnementale) entre prélèvements d'eau par habitant et PIB/habitant indique par contre qu'il existe une relation bien établie pour un pays donné entre niveau de vie et pression sur les ressources en eau : celle-ci augmente dans les premières étapes du décollage économique, puis diminue avec le développement économique. Précisons encore qu'il est question là de pression relative, exprimée en demande d'eau par habitant, ce qui ne garantit rien en termes de réduction de la pression absolue sur les ressources en eau (un point développé ultérieurement). Les données manquent cruellement pour établir un tableau complet de cette relation pour l'ensemble des pays sur le long terme, mais il est intéressant de noter que depuis les années 1970, le rapport prélèvements d'eau sur PIB est décroissant un peu partout dans le monde, y compris pour des pays émergents ou en développement comme la Chine, l'Inde ou la Turquie (Margat et Andréassian, 2008). Les seules exceptions étant les pays producteurs de pétrole (Libye, Arabie saoudite, Irak), dont on peut penser qu'ils ont exploité leur rente pétrolière pour desserrer la contrainte hydrique, par des moyens divers tels que le dessalement de l'eau de mer. Même s'il est difficile de le confirmer du fait du manque de données, cela semble indiquer que le point d'inversion de la courbe de Kuznets environnementale correspond pour de nombreux pays à un niveau de PIB par habitant assez faible, puisque le rapport demande d'eau/PIB commence à diminuer même dans des pays à niveau de développement faible².

Quelle conclusion tirer de ces premiers éléments de réflexion ? Qu'il n'y a pas de relation claire entre prélèvements d'eau et niveau de développement économique si l'on observe la situation en différents endroits à un moment donné, mais qu'il y en a une entre niveau de développement économique et prélèvements d'eau en un endroit donné sur le long terme. Cela implique-t-il que l'eau n'est pas une composante décisive du développement économique ? La conclusion paraît hasardeuse,

surtout si l'on considère la place que la ressource occupe dans l'ensemble des activités humaines. Comme le résume parfaitement Jean Margat (1997, p. 72) : « la relation entre les ressources en eau et la mobilisation des eaux d'une part, le développement socio-économique et le niveau de vie d'autre part, n'est ni simple ni à sens unique. Elle est biunivoque et interactive. Le développement socio-économique facilite et permet la maîtrise et la mobilisation des eaux ; il crée les moyens de satisfaire les besoins en eau qu'il engendre, y compris par les recours aux palliatifs à la raréfaction des disponibilités, autant, sinon plus, que les utilisations d'eau contribuent au développement. En somme, la rareté des ressources en eau ne paraît être un facteur limitant du développement que conjointement avec d'autres causes du sous-développement ».

Ce sont ces autres causes qu'il s'agit d'explorer maintenant. La notion de sécurité hydrique nous y aidera, en permettant d'étendre la question de l'accès à l'eau à d'autres dimensions du problème, telles que la protection contre les dégâts provoqués par l'eau ou la qualité de la gestion de la ressource.

Sécurité hydrique et développement économique

La sécurité hydrique peut être considérée comme la capacité à développer un accès à l'eau susceptible de couvrir les besoins, à faire un usage productif des ressources en eau disponibles, tout en se protégeant des impacts potentiellement destructeurs de l'eau qui découlent des sécheresses, inondations, contaminations et autre désertification. De manière plus générale, l'accès à l'eau est de plus en plus considéré comme un problème de sécurité dans un contexte de raréfaction de la ressource, tissant des liens étroits avec les questions de sécurité alimentaire, de changement climatique, de protection contre les catastrophes naturelles, de risques de conflits et

d'instabilité sociale... (questions abordées au [chapitre 5](#).) Un rapport récent du Forum économique mondial (WEF, 2015) considère les crises de l'eau comme la principale menace pesant sur la communauté internationale au cours des 10 prochaines années³, en particulier pour la zone méditerranéenne. Il est intéressant d'y lire que les menaces liées à l'eau ont fait leur apparition dans ce rapport annuel en 2012 seulement, et qu'elles ne sont plus considérées sous un angle exclusivement environnemental, mais plus globalement sociétal, à partir de l'année 2015.

Cependant, si ces préoccupations se font de plus en plus pressantes en ce début de ^eXXI siècle, elles ne doivent pas occulter le fait que la maîtrise de l'eau a toujours été un élément clé de l'essor des civilisations, et plus récemment du développement humain⁴. Il y a 5 000 ans, des communautés humaines construisaient dans la vallée de l'Indus des canaux d'adduction d'eau et des fossés d'évacuation des eaux usées aux abords des habitations. La maîtrise des eaux du Nil, de l'Euphrate et du Tigre a permis aux civilisations méditerranéennes de prospérer sur la base de l'essor des activités agricoles, qui pendant des millénaires ont constitué le socle du développement économique. Le ^eXIX siècle représente de ce point de vue un tournant, avec l'accélération de l'industrialisation et de l'urbanisation européennes et américaines, qui ont suscité de nouveaux besoins en infrastructures au-delà des systèmes d'irrigation agricole. Le mouvement s'est fait pour schématiser en deux temps (Human Development Report, 2006, chap. 1). Il a tout d'abord été question d'assurer l'approvisionnement en eau des industries naissantes et des populations urbaines en concentration croissante. Les grandes villes se sont équipées progressivement en infrastructures d'adduction à partir du début du ^eXIX siècle, infrastructures principalement collectives telles que les fontaines publiques. Mais un fossé s'est alors creusé entre un accès à l'eau développé et l'absence de capacités de traitement de l'eau. Tandis que l'urbanisation et l'industrialisation attiraient des populations rurales en proportions

croissantes et leur permettaient de bénéficier d'emplois de mieux en mieux rémunérés, ces populations étaient de plus en plus exposées à des agents pathogènes liés aux diverses pollutions de l'eau. Les épidémies de typhoïde et de choléra étaient monnaie courante dans les villes américaines et européennes jusqu'à la fin du XIX^e siècle, de même que les maladies telles que la diarrhée ou la dysenterie. Elles étaient responsables de près de 10 % des décès en milieu urbain, des villes comme Pittsburgh, Washington, Birmingham ou Liverpool atteignant des taux de mortalité infantile de 180 pour 1 000, près de deux fois les niveaux actuels de certains pays d'Afrique subsaharienne. Des villes comme Londres et Paris avaient bien développé des réseaux d'évacuation des eaux usées dès la première moitié du XIX^e siècle, mais ces eaux étaient directement rejetées dans la Tamise et la Seine, alimentant la situation sanitaire catastrophique. Cette période constitue l'un des exemples historiques les plus spectaculaires de déconnexion entre croissance économique et développement humain : les revenus des populations urbaines augmentaient rapidement, tandis que leur espérance de vie stagnait. Ce n'est que vers la fin du XIX^e siècle que les gouvernements et autorités municipales entreprirent de combler l'écart entre adduction et traitement de l'eau par des infrastructures et mesures appropriées, avec des résultats rapides et significatifs : l'espérance de vie britannique augmenta de 15 années entre 1880 et 1920 ; la mortalité infantile fut divisée par deux aux États-Unis entre 1900 et 1930, la moitié des progrès étant due exclusivement à des mesures de purification de l'eau urbaine. En 1920, presque toutes les villes du monde industrialisé bénéficiaient d'eau purifiée. Dix années plus tard, la plupart étaient équipées d'infrastructures de traitement des eaux usées permettant d'éviter la contamination de l'eau potable. De nos jours, comme nous l'avons vu au [chapitre précédent](#), les villes du monde riche couvrent presque l'intégralité des besoins en adduction et traitement de l'eau.

La sécurité hydrique n'a pas seulement à voir avec le développement de l'accès à l'eau et le traitement des eaux usées. Il est également question de protection contre les dégâts provoqués par l'eau, dans des proportions souvent sous-estimées dans la mesure où la capacité de production de richesses issue d'une bonne maîtrise de l'eau est souvent égalée par la capacité de destruction provoquée par les sécheresses, inondations ou désertification. On estime ainsi qu'au cours des cinq dernières décennies, et sur un total de 184 catastrophes naturelles, 25 % des pertes totales (humaines ou matérielles, directes ou indirectes) proviennent de désastres liés à l'eau, contre 40 % dues à des désastres géophysiques tels que les tremblements de terre. De fait, contrairement aux impacts du manque de traitement de l'eau, qui peuvent être résorbés par des investissements adéquats, ceux dus aux catastrophes naturelles ne sont pas aussi facilement maîtrisables, et de fait font encore partie des principales atteintes à la sécurité hydrique, y compris dans les pays riches où les risques associés concernent davantage les pertes matérielles que les pertes humaines. C'est pourquoi une grande partie des investissements réalisés dans le secteur de l'eau dans ces pays concernent la protection contre les désastres liés à l'eau, essentiellement les inondations. On estime ainsi le montant de ces investissements aux États-Unis à près de 200 milliards de dollars depuis 1920, et les bénéfices associés à près de 700 milliards. Au Japon, jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, les inondations et typhons occasionnaient des dégâts se montant à près de 20 % du PIB, alors que depuis les années 1970, les investissements en protection contre ces impacts ont permis de faire que ce chiffre ne dépasse jamais 1 %.

En quoi tous ces investissements en sécurité hydrique contribuent-ils au développement économique ? Il est impossible de le dire avec précision, tant l'eau intervient dans toutes les activités de manière décisive, avec ce paradoxe qu'elle est tellement présente que son importance est difficile à mesurer. On ne peut isoler statistiquement la contribution des

investissements dans le secteur de l'eau aux innombrables canaux par lesquels ils nourrissent ces activités, mais il est envisageable de tenter une estimation de l'impact global de tous les investissements réalisés sur le développement économique en général. Les études réalisées en la matière indiquent une relation en forme de « courbe en S » (Grey et Sadoff, 2006), impliquant les mécanismes suivants : il faut d'abord une masse critique minimum d'investissements pour observer un impact significatif en termes de croissance et développement, ce qui veut dire qu'il existe probablement un seuil minimum pour assurer la sécurité hydrique d'un pays ; passé ce seuil, la contribution des investissements dans le secteur de l'eau au développement économique s'accélère, du fait qu'une fois que les infrastructures sont en place, les activités de toutes sortes peuvent s'épanouir⁵, la protection contre les risques divers est en partie assurée, les conditions de santé de la population s'améliorent ; par la suite, une fois les bénéfices du décollage ou du rattrapage économique engrangés, les investissements supplémentaires ne peuvent plus avoir le même impact, d'autant qu'il est de plus en plus question d'entretenir des infrastructures existantes pour maintenir un même niveau d'activités et de services de l'eau. Dans ces phases de développement économique relativement élevé, les rendements sur investissements réalisés dans le secteur de l'eau peuvent devenir rapidement décroissants. On estime ainsi (Banque mondiale, 2012) que le coût du mètre cube d'eau supplémentaire obtenu grâce à une extension des réseaux est souvent deux à trois fois plus élevé que le coût pour des infrastructures existantes.

Parmi les investissements réalisés pour développer le secteur de l'eau et améliorer ses contributions au développement, il convient de distinguer les investissements en infrastructures à proprement parler, et ceux en institutions de gestion de l'eau, entendues de manière générale comme les capacités humaines et organisationnelles mobilisées pour faire en sorte que l'accès à l'eau soit assuré dans les meilleures conditions. Il apparaît que les

premiers sont décisifs dans les premières étapes du développement économique, qui ne peuvent pas se passer d'eux, tandis que les seconds prennent une importance croissante à mesure que les infrastructures sont déjà mises en place. Il est effectivement crucial de pouvoir maintenir les infrastructures de l'eau existantes dans un état opérationnel, tout en étant capable d'établir et de faire respecter de nouvelles normes de gestion du secteur de l'eau qui doivent contribuer d'une part à l'extension de l'accès à la ressource, d'autre part au rationnement des usages lorsque le stress hydrique augmente. Sans capacités institutionnelles et humaines en relai des infrastructures, il est à craindre que l'eau devienne un obstacle davantage qu'un facteur de développement. Celles-ci mettent beaucoup plus de temps et sont beaucoup plus difficiles à établir, mais leur rôle est de plus en plus décisif à mesure que le niveau de développement augmente. Les données du marché mondial de l'eau le confirment, puisqu'en 2014 les dépenses globales (de l'ordre de 600 milliards de dollars) étaient à près de 60 % consacrées à la gestion et à la maintenance des installations, contre environ 34 % d'investissements en infrastructures (RobecoSam, 2015). Dans le même temps, les pays à revenu faible doivent consacrer 70 % de leurs dépenses dans le secteur de l'eau aux infrastructures, contre seulement 20 % dans les pays émergents (Banque mondiale, 2012).

Insécurité hydrique et sous-développement

Si les investissements en infrastructures et institutions de l'eau ont un impact décisif sur le développement économique, se peut-il que la relation inverse soit vraie également, et qu'un niveau insuffisant de ces investissements génère un sous-développement ? La thèse est défendue par un nombre croissant d'observateurs du secteur de l'eau, alors que les études sur la question ont été initiées récemment (Grey et Sadoff, 2007). Les analyses mettent l'accent sur trois caractéristiques de l'insécurité hydrique :

la variabilité climatique ; l'accès insuffisant à l'eau douce et aux capacités de traitement ; la dégradation et la pollution des écosystèmes.

La variabilité climatique se manifeste essentiellement par l'irrégularité intra-annuelle et interannuelle des précipitations. La variabilité intra-annuelle est caractéristique des pays alternant une saison humide courte marquée par des pluies torrentielles et une saison sèche longue. La variabilité interannuelle est encore plus problématique, car elle implique des extrêmes imprévisibles d'inondations et de sécheresses (les précipitations pouvant être jusqu'à 50 % plus faibles ou plus importantes que la moyenne annuelle) qui créent des risques supplémentaires pour les individus et leurs activités. La combinaison de ces deux caractéristiques exige un seuil d'investissements en infrastructures et institutions beaucoup plus élevé que dans les pays à climat tempéré pour pouvoir assurer un minimum de sécurité hydrique. Ce sont en l'occurrence surtout les infrastructures de stockage de l'eau qui jouent un rôle important pour assurer une disponibilité stable de la ressource. Dans ces conditions, on constate à la fois que les investissements exigés sont importants en comparaison des niveaux de vie des pays concernés, et que leur rendement est particulièrement élevé étant donné leur impact sur la sécurité hydrique. La plupart des pays connaissant ces conditions étant des pays pauvres africains ou asiatiques fortement dépendants des activités agricoles et n'ayant pas les capacités de réaliser ces investissements, certaines études consacrées à ces questions en concluent que la variabilité climatique est l'un des facteurs clés du sous-développement, ou plus exactement que ces pays n'ont pas encore réussi à dépasser le seuil de la « courbe en S » évoqué plus haut pour faire en sorte que la croissance économique ne dépende plus autant des investissements dans le secteur de l'eau (Brown et Lall, 2006). De fait, les capacités de stockage de l'eau y sont très insuffisantes : pour un même degré de variabilité climatique, l'Australie par exemple possède une capacité de stockage par personne plus de 100 fois

plus élevée que celle de l'Éthiopie, tandis que la capacité américaine est 150 fois plus élevée pour une variabilité climatique trois fois moindre. La conséquence en est que les activités agricoles dans ces pays pauvres restent particulièrement sensibles à la disponibilité de l'eau verte, qui représente 84 % de la consommation d'eau pendant la saison végétative, alors même qu'ils ne bénéficient pas de précipitations abondantes.

Les difficultés d'accès à l'eau douce et aux capacités de traitement ne sont pas liées à la variabilité climatique, mais découlent bien également du manque d'infrastructures, qu'il s'agisse d'un système d'adduction d'eau à domicile ou d'installations sanitaires (toilettes et système d'égout). Les énormes progrès réalisés dans ce domaine dans les pays développés au ^{xx}^e siècle ont permis d'éradiquer un certain nombre de maladies infectieuses, mais les pays en développement situés en zone tropicale n'ont pas suivi cette trajectoire. Des progrès importants y ont certes été enregistrés : le nombre de personnes ayant accès à une source d'approvisionnement en eau améliorée (ce qui ne veut pas dire nécessairement potable) est passé de 2,4 milliards (64 % de la population mondiale) en 1970 à 6,2 milliards (89 %) en 2012, tandis que l'accès au traitement de l'eau couvre désormais 4,4 milliards d'individus (64 %) contre 1,3 milliard (36 %) en 1970. Ces progrès ont contribué à faire augmenter l'espérance de vie moyenne à la naissance de 56,5 à 68,7 ans sur la même période. En revanche, les pays ne bénéficiant pas de ces progrès ont vu leurs performances économiques affectées, puisqu'on estime que les pays pauvres sans accès développé à l'eau améliorée et au traitement de l'eau ont connu une croissance économique moyenne de seulement 0,1 % par an sur la période 1965-94, contre 3,7 % pour les pays ayant développé ces capacités (Sachs, 2001_a). L'Afrique subsaharienne est particulièrement concernée, avec seulement 56 % d'habitants ayant accès à une source d'approvisionnement en eau améliorée, 37 % bénéficiant d'un réseau d'assainissement, et 16 % ayant une connexion à domicile.

Les coûts humains et sociaux de cette situation sont énormes. Les maladies hydriques les plus répandues (choléra, dysenterie et typhoïde) tuent chaque année près de 1,8 million de personnes, à 90 % des enfants de moins de 5 ans. Les maladies vectorielles comme le paludisme, dont la fréquence est directement liée à l'irrigation intensive, la présence de barrages et autres projets hydrologiques, ajoutent près de 500 000 victimes à ce bilan, qui au total avoisine les 2,6 millions de décès par an. Au-delà, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que les pertes associées au manque d'accès à l'eau et aux installations sanitaires représentent actuellement 260 milliards de dollars par an, soit 1,5 % du PIB des pays concernés, ce montant atteignant 10 % dans les pires situations observées en Somalie, au Niger et en République démocratique du Congo.

Ces pertes sont pour l'essentiel le reflet du temps passé à collecter l'eau, ou à chercher un lieu de défécation à l'air libre, une contrainte qui concerne encore 1 milliard d'individus dans le monde. En Afrique subsaharienne par exemple, l'obligation d'aller chercher l'eau quotidiennement incombe essentiellement aux femmes et aux jeunes filles (à 75 %), qui y consacrent en moyenne 30 minutes par jour, mais jusqu'à 4 heures dans les pires situations. Ce temps correspond à une année d'emploi de l'ensemble de la force de travail française, un gisement considérable d'activités de toutes sortes. Par ailleurs, au bilan humain des maladies diarrhéiques et infectieuses s'ajoutent des pertes en termes de scolarisation, estimées à 443 millions de jours par an dans les pays concernés. La multiplication des études consacrées aux liens entre eau, développement et genre illustre les enjeux de ces questions. Certaines suggèrent qu'une réduction de seulement 15 minutes du temps de collecte quotidienne de l'eau au Ghana a permis d'augmenter l'assiduité scolaire des filles de 8 à 12 % (UN-Women, 2012), ou qu'un projet de séparation des installations sanitaires entre filles et garçons au Bangladesh a entraîné un résultat comparable (Nauges and Strand, 2011).

L'exactitude de ces estimations importe peu. L'essentiel est dans la prise de conscience que l'accès à l'eau et aux installations sanitaires est un chaînon clé du processus de développement et de sortie de la pauvreté extrême, particulièrement dans ces premières étapes : il libère du temps précieux pour d'autres activités productives, et autorise donc leur diversification, facilite l'accès à l'éducation, améliore les conditions d'hygiène, sans même parler de la contribution aux activités agricoles sur lesquelles repose la subsistance des populations concernées.

Enfin, la dégradation et la pollution des écosystèmes aquatiques doivent être considérées comme un frein supplémentaire au développement économique. Elles en sont également une conséquence, ce qui rend leur analyse plus complexe que pour les éléments précédents. On considère ici l'épuisement des ressources en eau, renouvelables ou non, l'interruption des flux naturels par la construction d'ouvrages hydrauliques, et les pollutions de toutes sortes déjà évoquées au chapitre précédent. Les impacts tels que la réduction de la biodiversité des milieux aquatiques dépendent de la sensibilité des milieux naturels aux divers risques, et il faut avouer que leur analyse est encore embryonnaire. On peut seulement supposer que ces impacts sont d'autant plus importants que le pays concerné est pauvre. Nous avons par exemple noté au [chapitre précédent](#) que les pollutions de l'eau caractérisaient plus spécifiquement les pays riches, mais il faut considérer qu'étant donné la faible capacité de les gérer ainsi que le fait que les activités humaines y sont particulièrement sensibles dans les pays pauvres, leurs impacts sont relativement beaucoup plus importants dans ces pays. Il est par ailleurs probable qu'il s'agit là d'un problème institutionnel davantage que d'infrastructures, car les défis découlant de ces impacts exigent un rationnement de la demande, et donc une organisation susceptible de modifier les comportements, plutôt qu'une extension des capacités d'accès (un point traité au [chapitre 4](#)).

Il apparaît finalement que l'insécurité hydrique touche de manière disproportionnée les populations les plus vulnérables des pays pauvres, du fait qu'elles tendent à vivre dans des conditions qui les rendent plus susceptibles de subir les dégâts de désastres liés à l'eau (inondations, sécheresses), qu'elles dépendent davantage de l'agriculture pluviale pour leur subsistance, et qu'elles utilisent majoritairement une eau de qualité dégradée menaçant leur santé. Parmi ces populations, les femmes et les enfants sont encore davantage exposés à cette insécurité. Si l'on combine ces caractéristiques aux éléments évoqués au [chapitre précédent](#) à propos des pressions croissantes exercées sur les ressources en eau, on trouve que les situations d'insécurité hydrique les plus sérieuses se trouvent dans les zones arides, fortement peuplées, et pauvres, c'est-à-dire incapables de fournir les efforts d'investissement indispensables pour assurer la disponibilité d'une eau propre en quantité suffisante, ou se protéger contre les impacts négatifs des risques hydriques.

Mais ce constat ne permet pas d'élucider complètement les liens entre accès à l'eau et développement économique. Nous avons souligné précédemment que ces liens étaient biunivoques et interactifs. Et les éléments évoqués à l'instant laissent à penser que la sécurité hydrique est facteur de développement autant que le développement est facteur de sécurité hydrique, et que par la même relation insécurité hydrique et sous-développement s'entretiennent mutuellement. Mais une forme d'interaction prime-t-elle sur l'autre ? La sécurité hydrique est-elle davantage une cause ou une conséquence du développement, et l'insécurité hydrique est-elle de même plutôt une cause ou une conséquence du sous-développement ? Ces questions sont essentielles, dans la mesure où les politiques de l'eau doivent être guidées par les réponses apportées.

Trappe à pauvreté ou faillite des institutions ?

Elles vont en fait bien au-delà du secteur de l'eau, et animent les débats sur les origines du développement économique depuis longtemps. On voit s'affronter deux thèses en l'occurrence (Rodrik et Subramanian, 2003) : selon l'une d'elles, le sous-développement est un problème essentiellement géoclimatique qui entretient une « trappe à pauvreté », dont seuls des éléments extérieurs permettent de sortir ; l'autre défend l'idée selon laquelle le sous-développement est avant toute chose un problème politique et institutionnel, qui nécessite que certaines conditions soient réunies pour pouvoir envisager des progrès autonomes. Voyons ce qu'il en est en matière d'accès à l'eau.

La thèse de la trappe à pauvreté entretenue par le secteur de l'eau s'appuie sur de nombreux constats. Le principal souligne le fait que les pays industrialisés bénéficient d'un contexte hydrologique particulièrement favorable, avec une faible variabilité climatique, un niveau de précipitations relativement élevé et des débits d'eau de surface et souterraine garantissant une bonne disponibilité de la ressource. Assurer un minimum de sécurité hydrique sous ce climat tempéré n'a pas nécessité un niveau d'investissement hors d'atteinte, et une fois obtenue, la masse critique d'infrastructures de l'eau a permis d'entretenir la croissance économique au lieu de lui faire obstacle.

En revanche, les pays pauvres souffriraient d'une hydrologie marquée par l'aridité doublée d'une grande variabilité climatique, et feraient face à un cercle vicieux dans lequel le manque d'épargne alimenterait le manque d'infrastructures hydrauliques, qui entretiendrait lui-même une faible croissance économique, un niveau de revenu faible et une épargne insuffisante. La théorie de la « courbe en S » évoquée précédemment conforte l'hypothèse, en indiquant que le décollage économique suppose de pouvoir endosser un niveau élevé de coûts fixes dans le secteur de l'eau qui, dans le cas des pays en question, est particulièrement élevé étant donné les contraintes hydrologiques. La clé de la trappe à pauvreté résiderait donc

dans ce seuil minimum d'investissements hors de portée de ces pays. En outre, il est possible que la variabilité climatique et l'incertitude qu'elle engendre aient un impact négatif sur la manière dont les individus perçoivent le risque dans ce contexte, les incitant à minimiser les risques de pertes plutôt qu'à maximiser les gains potentiels, avec pour résultat un niveau d'investissement encore plus faible que ce qu'il serait en conditions hydrologiques tempérées. La combinaison risques hydrologiques élevés/aversion au risque des individus/faibles investissements en infrastructures constituerait ainsi un cercle vicieux dont il serait extrêmement difficile de sortir, surtout pour des pays fortement dépendants des activités agricoles, et dont le potentiel de diversification des activités économiques reste très faible.

S'ajoutent à ce tableau les éléments relevés plus haut concernant les liens entre l'eau et le caractère endémique des maladies tropicales ou les difficultés d'accès à l'éducation. Des études estiment ainsi que l'Afrique subsaharienne est particulièrement touchée par les impacts de cette trappe à pauvreté, avec un retard de PIB par habitant par rapport aux autres zones en développement qui s'expliquerait par le facteur hydrologique dans une proportion allant de 13 à 36 % (Barrios *et al.*, 2003). Par ailleurs, on estime que près de 80 % des situations d'urgence alimentaire sont créées par des épisodes de sécheresse ou d'inondation, autrement dit des facteurs liés à la variabilité climatique, et que le continent africain est le plus touché en la matière. Il existe bien des zones climatiques comparables appartenant au monde développé, mais elles se situent exclusivement dans des colonies de peuplement d'origine européenne ayant bénéficié d'un apport « extérieur » en capital humain (autrement dit en compétences et savoir-faire) suffisant pour leur permettre de bien gérer les risques hydrologiques : le sud-ouest des États-Unis, l'Australie et Israël (le cas de l'Afrique australe étant différent).

Dans une perspective différente de la thèse de trappe à pauvreté, on peut également relever l'hypothèse selon laquelle certaines civilisations se seraient éteintes par manque de capacités de gérer ces risques. Ce serait le cas de la civilisation Khmère, qui aurait souffert dès le XII^e siècle de l'envasement par manque d'entretien des retenues d'eau qui ont permis son épanouissement à partir de 877 (Dorst, 1978). Ou de nombreuses autres sociétés pour lesquelles l'absence de réponse à la dégradation de l'environnement, avec l'accès à l'eau comme composante, aurait joué un rôle clé dans l'effondrement progressif : les Mayas d'Amérique centrale par exemple, ou encore la société pascuane de l'île de Pâques (Diamond, 2006).

L'idée de trappe à pauvreté est fondamentalement au cœur de la conception actuelle des politiques de lutte contre la grande pauvreté dans les pays en développement. L'Organisation des Nations Unies (ONU) a adopté en 2000 les Objectifs du millénaire pour le développement (OMD), une liste de 8 objectifs déclinés en 21 cibles à atteindre en 2015. Il s'agissait pour l'essentiel de réduire de moitié la pauvreté (plus exactement la proportion de la population mondiale vivant avec moins de 1,25 dollar par jour) et d'améliorer l'accès à l'éducation et aux soins de santé des plus pauvres. Parmi les 21 cibles figurait la réduction de moitié entre 1990 et 2015 de la proportion de la population mondiale sans accès à une source d'approvisionnement en eau améliorée, et la même réduction en matière d'accès à l'assainissement de l'eau. La première cible a été atteinte dès 2010 au plan global, mais pas en Afrique subsaharienne, tandis que la seconde n'a pas été atteinte par la plupart des pays les plus concernés. Finalement, seules 4 cibles sur les 21 ont été atteintes à l'échéance de 2015. De nombreux observateurs pointent le fait que l'aide des pays riches n'a pas été suffisante, et que de nombreux engagements n'ont pas été honorés. De fait, toute la stratégie repose sur l'idée que la sortie de la pauvreté ne peut se faire sans apport extérieur massif de moyens financiers, ce qui revient à avaliser plus ou moins explicitement la thèse de la trappe à pauvreté⁶.

Un esprit cynique pointerait du doigt que cette conception du développement offre la possibilité d'agir sur des leviers clairement identifiables, tels que des investissements dans des infrastructures hydrauliques, et entretient l'espoir, ou l'illusion, qu'il est possible de déclencher un processus de sortie de la pauvreté à condition d'y mettre les moyens. De fait, l'approche institutionnelle du développement n'offre pas ce genre de perspectives, dans la mesure où elle insiste sur l'idée qu'il s'agit d'un processus autonome, porté par l'émergence d'institutions favorables⁷, impliquant un système démocratique, l'État de droit, le minimum de corruption possible... et une infinité de conditions permettant l'épanouissement des activités humaines, mais qui ne peuvent pas être réunies dans le cadre d'une politique volontariste s'appuyant sur des moyens financiers importants.

Dans le secteur de l'eau, cela signifie qu'il ne suffit pas de mettre en place les infrastructures manquantes dans les pays pauvres pour les aider à sortir de leur situation de sous-développement. Il faut de manière évidente que le contexte institutionnel permette de gérer, d'entretenir et d'améliorer ces infrastructures, sans quoi elles risquent même de devenir des obstacles à la croissance économique. La question clé revient alors à se demander s'il est d'une quelconque utilité d'apporter une aide extérieure massive à la mise place de ces infrastructures, si par ailleurs les institutions ne sont pas en mesure d'aider à en faire le meilleur usage possible. La vision séquentielle des investissements en sécurité hydrique présentée plus haut, avec des investissements en infrastructures précédant la consolidation des institutions, pourrait faire croire que les deux éléments sont séparables. Elle n'a en fait pour objet que de pointer l'importance de l'effort qui doit être réalisé en faveur des unes et des autres à différentes étapes du processus de développement. Mais des infrastructures suffisantes ne sont d'aucune utilité sans institutions adaptées dans les premières étapes de ce processus, de

même que des institutions sophistiquées ne peuvent pas pallier le manque de développement et d'entretien des infrastructures à des étapes ultérieures.

Nous avons souligné que des pays à hydrologie contraignante avaient atteint un niveau de développement élevé, grâce à une sorte de « greffe » de capital humain important sur un contexte géoclimatique difficile. Le cas d'Israël est emblématique à cet égard, puisqu'avec une disponibilité d'eau renouvelable de 600 litres par jour par personne (220 m^3 par an, un niveau de pénurie absolue selon l'indicateur de Falkenmark), le pays atteint un PIB par habitant de plus de 30 000 dollars par an, proche de la moyenne de l'Union européenne. Il est évident que dans ce cas, la qualité des institutions a été décisive pour permettre l'usage le plus efficace possible du peu d'eau dont dispose la population.

Quel rôle jouent finalement les facteurs géoclimatiques dans ce contexte ? Ils doivent être considérés comme des circonstances aggravant des situations de sous-développement qui accompagnent souvent les difficultés d'accès à l'eau, plutôt que comme des causes ultimes de sous-développement.

Accès à l'eau et développement durable

Le moment est venu de récapituler certains éléments accumulés depuis le début de cet ouvrage. L'eau, ou plus exactement l'accès à l'eau, est un élément indispensable à toutes les activités humaines, en particulier les activités productives qui alimentent le développement économique. L'accélération de ce dernier au cours des dernières décennies, couplée à une croissance démographique également en forte accélération, a intensifié les pressions exercées sur une ressource disponible en quantités fixes, et rend les usages alternatifs de cette ressource de moins en moins compatibles. Il en résulte une augmentation du stress ou de l'insécurité hydrique un peu partout dans le monde, avec comme caractéristiques une réduction de

l'écart entre disponibilité et prélèvements d'eau, combinée à un effort plus ou moins intense en matière d'investissements en infrastructures et institutions pour gérer la situation.

Les situations diffèrent grandement d'une zone à l'autre. On trouve des pays développés ou pauvres peu concernés par le stress hydrique, des pays en situation d'insécurité hydrique importante ayant atteint un niveau de développement élevé, et des pays pauvres en stress hydrique élevé du fait d'une situation géoclimatique défavorable. De sorte que certains ont davantage besoin d'investissements en infrastructures pour satisfaire leurs besoins en eau, d'autres d'investissements en institutions pour entretenir une situation « acquise », les uns ou les autres pouvant tendre vers une extension de l'accès à l'eau ou au contraire un rationnement de ses usages. à quoi s'ajoute le fait que toute extension de l'accès à l'eau implique un risque d'empiètement sur les services écologiques de la ressource, et d'atteinte aux équilibres des écosystèmes. Finalement, l'eau a cette caractéristique sans équivalent d'être une ressource naturelle qui à la fois soutient les activités humaines, contribue à garantir la santé et de manière générale le développement humain des populations, et participe à l'entretien de tous les écosystèmes terrestres.

De ces éléments découlent un certain nombre de questions auxquelles les réponses apportées doivent permettre de guider les principes de gestion de l'eau (dont les pistes seront explorées au [chapitre suivant](#)). Quelle limite faut-il fixer au développement de l'accès à l'eau ? Dans quelle mesure les capacités de repousser cette limite par l'amélioration de l'efficacité des usages de l'eau doivent-elles être prises en compte ? Peut-on se permettre de développer encore davantage les infrastructures, et dans quelles circonstances ? Jusqu'où faut-il considérer que la préservation des écosystèmes aquatiques est une priorité, sachant que toute restriction en matière d'extension de l'accès à l'eau risque de limiter les opportunités de développement humain ? Ces questions sont au cœur de la problématique

du développement durable, qui préside depuis presque un demi-siècle à la reconsidération des rapports entre activités humaines et écosystèmes, dans un sens qui interroge la capacité de combiner harmonieusement la croissance économique, la protection de l'environnement et le progrès social. Elles prennent un tour très particulier dans le cas de l'eau, tant la ressource fait partie intégrante de toutes les activités humaines, et tant elle est essentielle au fonctionnement de tous les écosystèmes terrestres. Par comparaison, on pourrait dire que les énergies fossiles jouent (jusqu'ici du moins) un rôle similaire pour ce qui est des activités humaines, mais évidemment pas pour les écosystèmes, tandis que la biodiversité est inversement essentielle pour le fonctionnement des écosystèmes, mais pas tant pour soutenir toutes les activités humaines.

L'eau a donc un statut très à part et sans équivalent parmi les ressources naturelles, comme nous avons eu l'occasion de le souligner à plusieurs reprises. Le fait qu'elle soit omniprésente dans les trois composantes du triptyque du développement durable (croissance économique, protection de l'environnement et progrès social) offre des perspectives de synergies avantageuses qui n'existent pas nécessairement dans les mêmes proportions pour d'autres problématiques globales telles que le changement climatique ou la protection de la biodiversité. Par exemple :

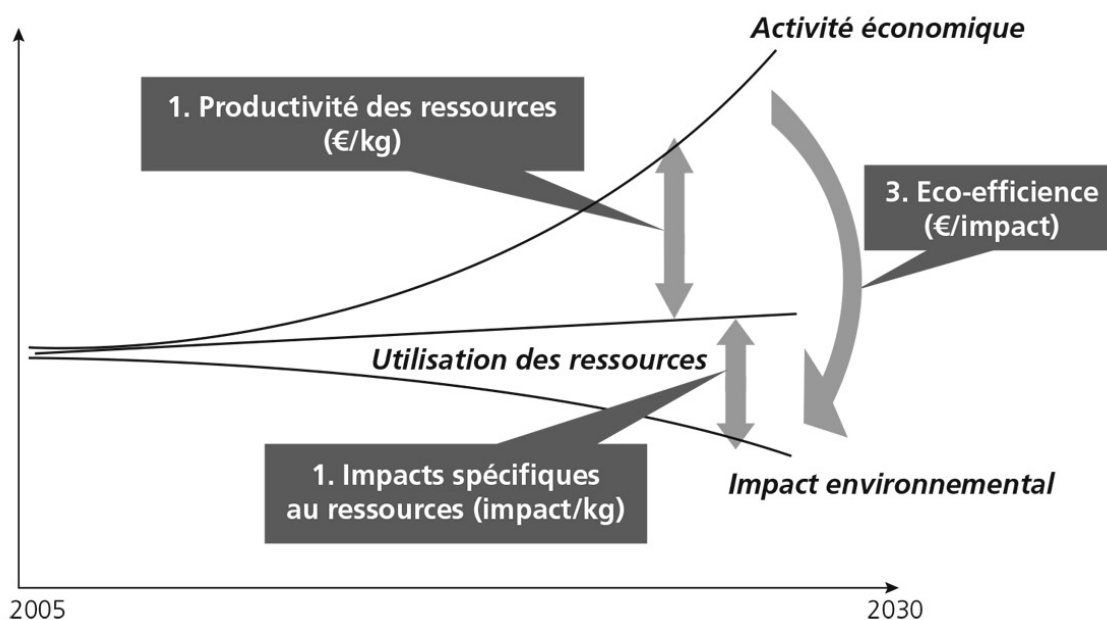
- préserver les écosystèmes aquatiques tout en prélevant l'eau permet d'éviter les coûts de leur restauration en aval
- traiter les pollutions de l'eau en aval, ou encore mieux les éviter en amont, permet d'augmenter les quantités d'eau accessibles sans augmenter la pression sur les ressources
- améliorer la qualité de l'eau permet d'augmenter le niveau de développement humain sans accentuer parallèlement la pression quantitative sur les ressources
- investir dans l'entretien des infrastructures hydrauliques permet d'une part de conserver la qualité de l'eau et d'éviter certaines pollutions,

d'autre part d'amortir ces mêmes infrastructures sur une période plus longue, ce qui diminue leur coût global

- investir en capacités de traitement de l'eau et installations sanitaires permet de réduire les dépenses en soins de santé
- gérer certains réservoirs d'eau naturels (fleuves, lacs, aquifères...) de manière coopérative permet d'éviter les phénomènes de tragédie des communs (épuisement des ressources par surexploitation non coordonnée) et d'améliorer un accès à long terme
- les mêmes phénomènes se répètent à l'échelon international lorsqu'il est question de gérer des ressources en eau transfrontalières (un point abordé au [chapitre 5](#)),
- etc.

La question du découplage croissance-ressources

Les enjeux essentiels du développement durable peuvent se résumer par le principe de découplage, illustré par le graphique suivant :



Source : Commission européenne, 2005

La notion de découplage croissance-ressources fait référence à la possibilité de continuer à faire augmenter la richesse nationale (représentée ici par l'activité économique) grâce à la croissance économique, tout en limitant la pression sur les ressources en eau au sens quantitatif du terme, impliquant ici les prélèvements. Mais il y a deux façons d'envisager ce processus d'amélioration de la productivité des ressources : en valeur relative ou absolue. Le découplage relatif a lieu lorsque le PIB augmente plus vite que les prélèvements d'eau. Ce phénomène est en fait généralisé, et nous avons déjà eu l'occasion de souligner que le rapport prélèvements d'eau/PIB est en baisse, plus ou moins accentuée, depuis le milieu des années 1970 un peu partout dans le monde, à l'exception de certains pays pétroliers qui ont pu réinvestir leur rente pétrolière dans un accès à l'eau plus extensif. Il s'explique par l'emploi de techniques d'irrigation plus performantes, le déclin d'industries intensives en eau dans les pays riches (sidérurgie et activités minières par exemple), l'utilisation plus efficace de

l'eau par les centrales thermiques, et la réduction des pertes dans les réseaux d'adduction.

Mais il n'empêche pas que les prélèvements d'eau augmentent en valeur absolue dans le même temps. Et comme nous l'avons vu au [chapitre précédent](#), il n'empêchera pas ces prélèvements d'augmenter dans des proportions importantes au cours des décennies à venir à l'échelle globale, sous l'impact du développement économique et démographique accéléré dans certains pays. L'équation $I = P \times A \times T$, dite relation IPAT⁸, permet de le comprendre facilement, avec I désignant les impacts environnementaux, P la taille de la population, A son niveau de vie en PIB par habitant, et T un facteur technologique. Dans notre cas elle peut être écrite sous la forme : Prélèvements d'eau = population $\times$ PIB/population $\times$ prélèvements/PIB, où le dernier terme désigne la productivité des ressources en eau utilisées dans les activités humaines (la capacité de générer de la richesse pour une quantité d'eau utilisée). On y voit clairement que la baisse du rapport prélèvements/PIB n'est pas suffisante pour faire baisser le niveau absolu de prélèvements. Ce phénomène ne peut se produire que si le taux de croissance de la productivité des ressources est supérieur au taux de croissance du niveau de vie.

C'est ce qui semble se produire dans certains pays, puisque nous avons évoqué au [chapitre précédent](#) le fait que les prélèvements de ressources en eau y étaient stables ou en diminution depuis deux décennies (phénomène qui ne tient pas compte des problèmes de pollution de l'eau). Il s'agit exclusivement de pays riches ayant atteint un niveau de prélèvements par habitant élevé. Nous avons relevé le cas des États-Unis (une baisse des prélèvements de 559,3 km³ par an en 1990 à 485,6 km³ en 2010), mais les données Aquastat/FAO confirment la même tendance pour beaucoup d'autres pays de niveau de vie comparable, comme par exemple l'Allemagne (une baisse de 46,27 km³ par an en 1991 à 33,04 km³ en 2010), l'Australie (de 22,19 km³ en 1996 à 19,75 km³ en 2013), le Canada (de

45,09 km³ en 1991 à 38,8 km³ en 2009), la France (de 39,22 km³ en 1992 à 30,23 km³ en 2012), ou le Royaume-Uni (de 12,05 km³ en 1990 à 8,21 km³ en 2012), le cas le plus spectaculaire étant le Danemark, qui a divisé par 2 ses prélèvements entre 1990 (1,26 km³) et 2012 (0,65 km³).

Deux remarques s'imposent ici. Premièrement, il semble qu'il faille devoir atteindre un niveau de développement élevé, et donc un niveau comparativement élevé de pression sur les ressources en eau, pour en arriver là (toujours en tenant compte du climat et des activités agricoles irriguées, le facteur clé en la matière), ce qui n'est pas une perspective favorable en termes de développement durable pour les décennies à venir. Cette donnée du problème rejoint les conclusions tirées précédemment de la courbe de Kuznets environnementale, qui impliquent une trajectoire de réduction des pressions environnementales en relation avec le niveau de vie de la population.

Deuxièmement, ces observations ne tiennent pas compte des échanges d'eau virtuelle, qui peuvent venir en compensation du découplage absolu (ou même relatif) entre ressources et niveau de vie. Si c'est le cas (mais les données manquent pour le confirmer), cela signifie que les pays riches sont capables de découpler croissance économique et prélèvements d'eau en « exportant » partiellement les impacts hydrologiques de leurs activités, autrement dit en important des biens intensifs en eau produits à l'aide de ressources en eau prélevées dans d'autres pays. Mais nous n'en sommes qu'au début de l'exploration de ce genre de phénomènes.

Le graphique précédent nous amène à considérer également la possibilité d'un découplage entre croissance et impacts environnementaux (éco-efficience), qui en l'occurrence représenteraient la pollution de l'eau ainsi que les atteintes aux écosystèmes aquatiques. La première suit pour schématiser une trajectoire comparable à celle caractérisant les prélèvements, et nous avons vu au [chapitre 2](#) que la maîtrise de la pollution de l'eau s'intensifiait avec le niveau de développement économique. Il est

cependant envisageable et souhaitable que les pays en développement évitent les erreurs commises par les pays aujourd'hui riches dans les premières étapes du décollage économique, et qui les a amenés comme nous l'avons vu à privilégier l'adduction d'eau au détriment de son traitement, avec des conséquences catastrophiques en termes de développement humain. La question est autant celle des moyens financiers que de la volonté politique d'emprunter cette trajectoire (une question abordée au [chapitre 6](#)).

Les impacts écosystémiques suivent une tout autre logique, et posent des problèmes bien plus complexes et délicats à saisir. Ces impacts varient pour un même niveau de pression sur les ressources d'un endroit à l'autre, selon les caractéristiques locales de disponibilité de l'eau (renouvelable ou non, plus ou moins abondante, saisonnière...). On est bien capable d'estimer des impacts globaux des activités humaines sur les écosystèmes, comme la disparition des zones humides forestières en raison du développement agricole (deux tiers en Europe et Amérique du Nord), mais encore loin de comprendre et de savoir modéliser l'évolution des écosystèmes (aquatiques ou autres) sous l'effet des contraintes anthropiques. Il faudra pourtant en tenir compte de plus en plus, notamment lors des décisions d'investissements en infrastructures, qui à l'évidence ne peuvent plus être prises comme cela s'est fait pendant des décennies dans les pays développés, au mépris des équilibres environnementaux. Il sera de plus en plus question soit d'investissements permettant d'augmenter l'accès à l'eau sans trop détériorer les écosystèmes aquatiques (des barrages de dimensions réduites par exemple), soit d'investissements en protection des écosystèmes ne pénalisant pas trop les capacités d'accès à l'eau (des réservoirs d'eau naturels notamment, tels que lacs et aquifères).

Un problème conjoint est celui de la mesure des impacts des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques, afin de pouvoir définir de manière adéquate les objectifs et instruments de leur gestion. Il s'agit de

concevoir des indicateurs permettant de saisir les enjeux du développement durable dans ce domaine, et donc d'aller au-delà des indicateurs traditionnels reposant par exemple sur la notion d'efficacité des usages de l'eau. Nous en avons rencontré au cours de cet ouvrage, comme par exemple l'empreinte hydrique des activités ou des produits. Mais il est question d'aller encore plus loin, au plus près des impacts environnementaux des activités humaines.

Les politiques périphériques au secteur de l'eau

Le développement de l'accès à l'eau est une problématique transversale pour des raisons soulignées précédemment : le cycle de l'eau fait que la ressource est présente dans toutes les dimensions de l'écosphère ; selon les climats, la manière dont l'eau se rend disponible (avec ou sans inondations ou sécheresses) se répercute sur l'ensemble des activités humaines ; toutes ces activités ont besoin d'eau, et toutes les utilisations de l'eau ont un impact sur tous les secteurs d'activité. Il n'y aura donc de développement durable de l'accès à l'eau que dans une perspective intégrée, prenant en compte toutes les dimensions du problème, au-delà des liens directs avec les secteurs utilisateurs que sont l'agriculture, l'industrie et les usages domestiques. Sans aller trop loin dans l'exploration de ces liens indirects, il faut mentionner les politiques agricoles, les politiques d'aménagement du territoire, les politiques énergétiques et les politiques commerciales comme domaines dans lesquels les impacts potentiels sont les plus conséquents.

L'agriculture étant de loin le secteur le plus consommateur d'eau, l'avenir de l'accès à l'eau s'y joue en grande partie. Les choix agricoles, et plus généralement tout ce qui relève de la production de biens alimentaires, ont donc une importance cruciale. Il faut signaler à ce sujet les orientations discutables de très nombreuses politiques agricoles, qui entretiennent inutilement un niveau élevé de prélèvements d'eau partout dans le monde

(souvent par le biais de subventions agricoles, comme dans l'ensemble des pays riches) : en favorisant les cultures particulièrement gourmandes en eau comme par exemple le maïs (d'autant qu'il doit être arrosé en été), destiné principalement à l'alimentation animale (70 % en France) ; en privilégiant des cultures d'exportation inadaptées au climat local, comme les « tomates de Noël » de Tunisie ; en visant la sécurité alimentaire à tout prix, comme l'Arabie saoudite, qui a épuisé ces quarante dernières années une bonne partie de ses maigres ressources en eau dans l'optique de devenir une grande puissance céréalière (en particulier en blé, qui pourrait facilement être importé à moindres frais de l'extérieur), pour finalement abandonner l'objectif récemment.

Le secteur agricole se distingue également par un niveau peu connu de gaspillages de produits alimentaires, dont les estimations vont de 20 % en moyenne mondiale pour les produits laitiers à près de 50 % pour les fruits, légumes, racines et tubercules (FAO, 2012). Que ces pertes aient lieu à l'échelon de la production/distribution des produits (l'immense majorité, surtout dans les pays en développement) ou de la consommation (en proportion plus élevée dans les pays riches), les conséquences sont les mêmes en termes de gaspillage de quantités d'eau contenue dans ces produits, mais il n'en existe pas d'estimation jusqu'à aujourd'hui.

L'aménagement du territoire a des répercussions fondamentales sur les milieux aquatiques par de nombreux biais, avec des impacts en termes de pressions quantitatives et qualitatives sur les ressources en eau. C'est principalement l'occupation des sols qui est concernée, par le biais de l'urbanisation, des installations industrielles et des infrastructures de transport. L'artificialisation des surfaces, beaucoup plus rapide que la croissance démographique dans beaucoup de pays (dans un rapport de 4 à 1 depuis trois décennies en France par exemple), affecte les écosystèmes aquatiques, concentre les pollutions et augmente les risques d'inondations par la modification des cours d'eau, la suppression des zones inondables et

l'utilisation de sols perméables. Certains pays riches commencent depuis peu à intégrer politique d'occupation des sols et gestion de l'eau de manière à mieux préserver les milieux aquatiques (cours d'eau, eaux souterraines, zones humides). On voit par exemple émerger la notion de « vocation des espaces » du point de vue des enjeux liés à l'eau : vocation forestière d'un territoire alluvial afin de garantir le bon état des eaux souterraines, ou vocation agricole intensive de zones n'ayant pas d'influence sur les nappes phréatiques.

Il est aussi question de mieux gérer l'impact des concentrations urbaines et industrielles sur la pollution de l'eau, ou sur l'exposition aux risques de pertes humaines et matérielles liées aux inondations, par des infrastructures et aménagements adaptés. La gestion forestière joue également un rôle important, directement par le biais de l'impact systématique de la déforestation qui réduit les flux d'eau verte au bénéfice des flux d'eau bleue (et vice versa), ou indirectement avec la contribution de la reforestation à la lutte contre le changement climatique, qui a comme nous l'avons vu au [premier chapitre](#) des répercussions décisives sur le cycle de l'eau et l'accès à l'eau.

La principale difficulté à laquelle sont confrontées les politiques d'aménagement du territoire est qu'elles doivent souvent faire face à des faits accomplis et tenter de corriger des erreurs déjà accumulées, lorsque les aménagements ont des effets défavorables sur la gestion de l'eau : des zones urbaines construites en terrain plat sous un climat de pluies abondantes, avec comme conséquence des investissements énormes en égouts et stations de pompage pour évacuer les eaux de pluie ; des bidonvilles en zones tropicales édifiés sur des terrains escarpés, avec des impacts catastrophiques pendant la saison des pluies ; sans parler des constructions en zones inondables, un problème récurrent dans de nombreux pays.

L'accès à l'eau et à l'énergie ont de nombreux points de convergence : il faut de l'eau pour produire de l'énergie (pour le refroidissement des

centrales électriques, pour la production hydroélectrique, désormais pour l'extraction de gaz de schiste par la technique de fracturation hydraulique, surtout pour la production de biocombustibles), il faut de l'énergie pour extraire, transférer et traiter l'eau. On observe donc une relation bilatérale entre les deux secteurs, les évolutions dans l'un ayant des répercussions dans l'autre (WWDR, 2014). On estime par exemple que, d'ici 2035, l'augmentation de la consommation de biocombustibles (essentiellement dans les pays en développement) contribuera à faire augmenter les prélèvements d'eau pour la satisfaction des besoins énergétiques de 20 %, et la consommation d'eau de 85 %. Les politiques de l'eau et de l'énergie ont donc beaucoup de synergies à exploiter : en matière d'incitations à l'usage de l'une et de l'autre, les subventions à la consommation d'énergie encourageant les prélèvements d'eau, d'une manière parfois non durable, et les subventions à l'usage de l'eau ayant le même effet sur la consommation d'énergie ; en matière de promotion du progrès technique, un paramètre clé pour gérer le coût et l'intensité énergétique de l'accès à l'eau, de même que l'intensité hydrique de la production d'énergie.

Les possibilités comportent notamment des centrales combinées de production énergétique et de dessalement de l'eau, des centrales de cogénération (qui optimisent le rendement énergétique en réutilisant les dégagements de chaleur), l'utilisation de sources alternatives d'approvisionnement en eau pour le refroidissement des centrales thermiques, ou la valorisation énergétique des eaux usées.

Enfin, la modification des règles du commerce international pourrait apporter une contribution importante à la rationalisation des usages de l'eau, en faisant que les échanges de produits tiennent davantage compte de leur contenu en eau ainsi que de la situation hydrique des pays exportateurs et importateurs, pour faire en sorte que les flux commerciaux aillent davantage des pays riches en eau vers ceux qui en manquent (un point développé au [chapitre 4](#)). Nous avons vu au [premier chapitre](#) qu'environ un

tiers de l'eau prélevée dans le monde est échangée entre pays sous forme d'eau virtuelle contenue dans les produits agricoles et industriels, et à 80 % pour des produits agricoles. Mais on peut supposer qu'il existe un potentiel encore plus important dans ce domaine si l'on tient compte des multiples distorsions aux échanges mondiaux qui subsistent.

Les termes de l'échange international ne reflètent pas les niveaux de compétitivité respective des productions agricoles dans le monde, du fait des multiples protections dont bénéficient les producteurs contre les produits importés, surtout dans les pays riches, ainsi que des subventions implicites aux usages de l'eau dont les coûts ne sont pas répercutés dans le prix des produits. Ainsi, par exemple, de nombreux produits africains issus de l'agriculture pluviale subissent une concurrence déloyale de la part d'agriculteurs subventionnés beaucoup plus productifs dans les pays riches, et sont donc peu incités à investir dans l'amélioration des techniques agricoles. De même, on estime que les exportations américaines de blé sont de plus en plus alimentées par de l'eau bleue utilisée pour l'irrigation dans les états semi-arides.

De son côté, la FAO estime que la libéralisation du commerce mondial de produits agricoles pourrait doubler les flux d'eau virtuelle globaux. En prenant ces mesures, les gouvernements pourraient donc à la fois redistribuer une partie des gains du libre-échange aux pays en développement, et encourager la préservation des ressources en eau en incitant les producteurs locaux à adapter les cultures à leur disponibilité.

Quatre catégories de situations (et pays)

La manière dont l'accès à l'eau influence les processus de développement est le résultat de la combinaison d'un grand nombre de paramètres, qui s'articulent localement dans une relation complexe, et évolutive. Comme nous l'avons vu, l'accès aux ressources en eau

n'entretient pas de rapport étroit avec le développement économique, au sens où ce ne sont pas nécessairement les pays les mieux dotés en eau qui atteignent le niveau de vie le plus élevé, et où les pays développés ne sont pas nécessairement ceux qui exercent les pressions les plus élevées sur les ressources en eau. Il y a par contre un lien bien établi entre le niveau de sécurité hydrique et la capacité de développement, par le biais des infrastructures de l'eau et des institutions qui permettent de sécuriser les approvisionnements, de protéger les populations des effets de la pollution de l'eau, et de minimiser les impacts matériels et humains des désastres naturels tels que sécheresses et inondations.

A contrario, les pays pauvres peuvent se voir confrontés à un cercle vicieux, dans lequel le manque de moyens pour développer infrastructures et institutions adaptées entretient les difficultés du décollage économique, et ce quelle que soit leur situation en termes de disponibilité des ressources en eau. Cette disponibilité n'est bien sûr pas totalement étrangère à la situation, et le [chapitre précédent](#) nous a permis de découvrir que l'écart entre disponibilité des ressources en eau et prélèvements (dont résulte le niveau de stress hydrique) était le résultat d'une combinaison locale entre facteurs géoclimatiques et économiques. à quoi il faut ajouter les effets du changement climatique, dont nous avons vu également qu'il devrait aggraver les conditions d'accès à l'eau partout dans le monde à long terme.

Ces éléments nous permettent de dresser une typologie des conditions d'accès à l'eau selon le niveau de développement, typologie nécessairement simplificatrice, mais utile pour explorer dans les [chapitres suivants](#) les conditions de gestion de la ressource. Quatre cas de figure se présentent.

Cas 1 – Les pays bénéficiant d'un niveau de vie élevé et de ressources en eau abondantes et d'un accès facile sont ceux dans lesquels l'articulation entre accès à l'eau et développement économique est la plus favorable. Leurs infrastructures et institutions leur permettent d'entretenir un niveau élevé de sécurité hydrique, et leurs besoins portent essentiellement sur

l'entretien des infrastructures ou le contrôle des pollutions de l'eau. Il s'agit par exemple des pays d'Europe du Nord ou du Canada.

Cas 2 – Les pays bénéficiant d'un niveau de vie élevé, mais connaissant des difficultés d'accès à l'eau (tout au moins localement) pour des raisons géoclimatiques se trouvent dans l'obligation de restreindre l'accès à l'eau et de promouvoir l'efficacité des usages, car la sophistication de leurs infrastructures et institutions n'est pas suffisante pour étendre l'accès à l'eau dans des proportions nécessaires, surtout pour les activités agricoles. Il s'agit par exemple du sud-ouest des États-Unis ou de l'Australie.

Cas 3 – Les pays en développement (plus ou moins accéléré) ou pauvres dont les ressources en eau sont abondantes par rapport aux besoins font face à un problème très spécifique. Leurs besoins concernent essentiellement le déploiement d'infrastructures permettant de soutenir les activités économiques, et la mise en place d'institutions capables d'entretenir à long terme l'accès à l'eau. Dans les cas les plus favorables, l'accélération de la croissance économique permet d'enclencher un processus d'investissements dans le secteur de l'eau qui entretient l'accès à la ressource, comme en Chine. Dans les pays pauvres qui ne bénéficient pas de ces effets du décollage économique, l'accès à l'eau, ou le gaspillage de l'eau dans de nombreux cas, restent un obstacle au développement, comme en Asie centrale ou dans de nombreux pays africains.

Cas 4 – Les pays en développement (plus ou moins accéléré) ou pauvres souffrant d'un manque d'eau chronique sont dans la situation la plus difficile, dans laquelle le stress hydrique entretient le sous-développement. Ces pays connaissent par ailleurs une démographie souvent dynamique, ce qui ne fait qu'aggraver le problème. Les défis auxquels sont confrontés ces pays consistent à mettre en œuvre une politique de rationnement et de promotion de l'efficacité des usages de l'eau, sans nécessairement en avoir les moyens financiers et institutionnels. Il s'agit essentiellement de pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord.

Conclusion

L'accès à l'eau est incontestablement l'une des clés du développement durable, à double titre. Il est l'un des socles fondamentaux sur lesquels s'appuient l'épanouissement des activités humaines et l'amélioration de la qualité de la vie. Sa protection fait partie des conditions indispensables pour perpétuer ces progrès. Le secteur de l'eau est probablement l'un de ceux où développement économique, développement humain et développement durable s'articulent le mieux. Mais tous les pays ne font pas face aux mêmes défis en la matière, loin s'en faut. Il s'agit maintenant d'explorer les modalités de gestion de l'accès à l'eau dans les différents cas de figure identifiés.

4

La gestion de l'accès à l'eau

Les [chapitres précédents](#) nous ont permis de dresser un tableau général des conditions d'accès aux ressources en eau, avec un certain nombre d'enseignements clés. Tout d'abord, l'accès à l'eau est un problème typiquement local, qui se pose à l'échelle d'un bassin hydrographique, et qui donne lieu à d'énormes disparités de situations selon le climat et le niveau de développement économique de la zone considérée. Ensuite, les conditions d'accès à l'eau se détériorent, en termes de quantité autant que de qualité, du fait essentiellement que les ressources sont disponibles en quantités fixes et que leurs usages se développent sous l'effet de l'augmentation des populations et de la progression de leur niveau de vie, mis à part dans les pays riches où l'on observe ici et là une stagnation des prélèvements et une amélioration de la qualité de l'eau. Enfin, l'accès à l'eau ainsi que la protection des ressources en eau sont des enjeux majeurs de développement durable, et il est question de faire en sorte que l'équilibre entre activités humaines et cycle de l'eau puisse être maintenu de manière harmonieuse à long terme. Comment faire ? [Ce chapitre](#) a pour objectif d'explorer les réponses envisageables.

De quel type de gestion parle-t-on ?

La gestion d'une ressource rare relève des principes qui forment le socle de la science économique, à savoir l'articulation entre l'offre et la demande de cette ressource par le biais d'un prix sur un marché. Ces principes s'appliquent avec des nuances à une multitude de ressources naturelles ou produites, des ressources énergétiques fossiles aux produits agricoles, en passant par les ressources halieutiques telles que les pêcheries. Le mécanisme d'ajustement entre quantités demandées et offertes et prix d'une ressource assure en théorie l'équilibre d'un marché (si rien bien sûr ne vient y faire obstacle). En quoi cela garantit-il une bonne gestion de la ressource en question ? D'abord par orientation du prix vers le niveau qui permet l'égalité entre les offres et les demandes. Si la demande excède l'offre, le prix augmente et incite alors les demandeurs à réduire leurs demandes et les offreurs à augmenter leurs offres. Si l'offre excède la demande, le prix diminue et génère les mouvements inverses. Le prix joue alors le rôle de rationnement de la ressource, en faisant en sorte que les besoins soient compatibles avec la disponibilité de la ressource à court terme (quand il est difficile de modifier les capacités d'accès à cette ressource). Par ailleurs, lorsque des pressions s'exercent sur la ressource, par augmentation des quantités demandées et/ou diminution des quantités offertes, le prix augmente et procure ainsi des incitations à la fois à l'augmentation des quantités offertes (cas où la pression vient de la demande) et à la diminution des quantités demandées (cas où la pression vient de l'offre). Et inversement lorsque les pressions se font moindres. Le prix joue ici un rôle essentiel dans l'allocation des ressources sur les marchés à long terme, en guidant les décisions des acteurs de manière à ajuster les capacités d'accès à la ressource selon les besoins exprimés. Ainsi, l'absence de pénuries ou d'excès de la ressource sur le marché peut être considérée comme le résultat d'une bonne gestion, qui découle elle-même d'ajustements sur le marché.

Ces principes élémentaires expliquent que les prix du pétrole ou du blé fluctuent en permanence sur des marchés qui sont généralement mondiaux. Ils s'appliquent très mal aux ressources en eau pour quatre raisons.

La première, la plus fondamentale, est que l'offre d'eau n'est pas ajustable à loisir selon les mécanismes évoqués à l'instant, du fait que les quantités d'eau disponibles sont fixes, dictées par le cycle de l'eau. On ne peut pas « produire » de l'eau comme on le fait pour les céréales, qui sont des ressources reproductibles dont l'offre sur les marchés est extrêmement réactive aux mouvements de prix. De même, on ne peut pas véritablement découvrir de nouveaux gisements d'eau comme c'est le cas pour les énergies fossiles (ou toute autre ressource minérale) lorsqu'une augmentation de leur prix augmente la rentabilité de la prospection et de l'exploitation de nouveaux gisements plus difficiles d'accès. Bien entendu, la disponibilité des gisements de pétrole, gaz naturel ou charbon est elle aussi limitée, et en quelque sorte fixe si l'on considère que la planète en contient une quantité indépassable (et non extensible à une échelle humaine, puisqu'il faut des millions d'années pour générer ces ressources). Mais on ne connaît pas cette quantité comme on connaît les quantités d'eau disponibles sous différentes formes (voir le [tableau 1 du chapitre 1](#))¹, de sorte que les frontières entre réserves connues/exploitées, connues/inexploitées et inconnues sont toujours mouvantes, au gré justement des fluctuations des prix de ces ressources sur leur marché respectif. C'est la raison pour laquelle il est presque impossible de scénariser l'avenir pétrolier comme on a pu tenter de le faire avec les ressources en eau au [chapitre 2](#) : le pic de pétrole a été annoncé maintes fois au cours des quatre dernières décennies, mais globalement les perspectives de réserves et de consommation à venir restent constantes, et la fin de l'ère du pétrole se fait attendre.

A contrario, on peut reconnaître qu'il existe malgré tout des possibilités d'ajuster l'offre d'eau à la demande. C'est évidemment le cas pour l'eau en

bouteille, qui constitue un marché à proprement parler, mais pour une fraction des usages de l'eau parfaitement marginale. C'est également le cas d'une certaine manière pour l'eau virtuelle incorporée dans les biens commercialisés de par le monde selon le principe de compétitivité, même si ce n'est pas l'eau en l'occurrence qui est directement échangée. Mais rien de tout ceci ne change quoi que ce soit au fait que les quantités d'eau sous toutes ses formes sont globalement fixes, et perpétuellement renouvelées par le cycle de l'eau. C'est en fait dans la différence entre ressources disponibles et accessibles que se situe la marge d'ajustement des quantités d'eau exploitables pour les activités humaines. Nous avons relevé au [chapitre 2](#) qu'il est par exemple envisageable d'améliorer l'accès à l'eau par extension des investissements en infrastructures d'adduction. C'est en ce sens qu'on peut considérer que l'offre d'eau est ajustable aux besoins, jusqu'à un certain point. C'est bien évidemment une piste qu'il s'agira d'explorer en matière de gestion de l'eau.

Une deuxième raison est que les usages de l'eau ne font la plupart du temps pas l'objet d'une tarification susceptible d'évoluer selon les conditions de marché. On peut bien sûr rétorquer que c'est précisément là le problème, et qu'il faudrait parvenir à imposer un prix pour tous les usages de l'eau en première mesure de gestion raisonnable, une autre piste que nous explorerons plus loin. Mais nous verrons également qu'étant donné que les mêmes flux d'eau sont utilisés pour des raisons très variées, il faudrait pratiquer des systèmes de tarifications différenciées qui s'avèrent impossibles à mettre en œuvre. Par ailleurs, il peut arriver que des principes de tarification de l'eau soient en contradiction, comme par exemple la nécessité de tenir compte des coûts d'adduction et de traitement et l'exigence de faciliter l'accès à une ressource essentielle au plus grand nombre, ce qui rend difficile la fixation d'un prix unique, et explique que le prix de l'eau fasse généralement l'objet de réglementations de la part des gouvernements.

La troisième raison est qu'il est tout simplement impossible de mesurer les quantités d'eau prélevées pour certains usages, comme par exemple dans le cas des puits individuels mécanisés couramment utilisés dans les pays en développement pour exploiter les aquifères, et qui donnent lieu à des prélèvements sauvages impossibles à répertorier. D'une manière générale, dans ces cas de figure il n'y a pas lieu de distinguer l'offre et la demande d'eau, qui se confondent dans l'acte de prélèvement de la ressource. Il n'en va pas de même lorsqu'une compagnie privée doit amener l'eau qu'elle traite vers le consommateur individuel ou industriel.

Enfin, parmi toutes les ressources naturelles, l'eau présente la particularité unique de jouer un rôle fondamental dans l'équilibre des écosystèmes, comme nous l'avons noté au [chapitre 2](#), et fournit à ce titre des services environnementaux d'une valeur impossible à estimer. Il est presque inutile de préciser que les logiques de marché et de prix sont incapables d'en tenir compte.

Il est pour autant bien question avec l'eau de gestion de ressources rares. Il s'agit donc à la fois de trouver les moyens de valoriser les multiples services qu'elle rend aux activités humaines pour éviter qu'elle soit surexploitée, et de faire en sorte que disponibilité, accès et besoins soient compatibles. Deux pistes s'offrent à la réflexion. Une première consiste à réduire l'écart entre disponibilité et accès à la ressource lorsqu'il existe. Il s'agit alors de permettre à davantage de besoins d'être satisfaits par un meilleur accès à l'eau, grâce à des aménagements adéquats. Une autre possibilité est de réduire les besoins d'eau en parvenant à restreindre les usages, par prise de conscience des coûts de son utilisation, ou par amélioration de l'efficacité de ces usages par exemple. Sans aller jusqu'à identifier des logiques de marché comparables à celles qui s'imposent pour d'autres ressources, on reconnaîtra là une approche par l'offre dans le premier cas, et une approche par la demande dans le second. Les paragraphes suivants exploreront l'une et l'autre.

Ce faisant, il faudra toujours garder à l'esprit qu'une autre spécificité de l'eau est le caractère très local des problématiques qu'elle génère, et les deux conséquences que cela entraîne : une bonne gestion de l'eau à un endroit ne contribue pas à résoudre les problèmes d'accès à l'eau ailleurs (ce qui n'est pas le cas par exemple dans la gestion du climat, ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre contribue à lutter contre le réchauffement global, quel que soit l'endroit où elle est réalisée) ; les modalités de gestion de l'eau doivent être adaptées au contexte local, et une bonne gestion ici n'est pas nécessairement une bonne gestion ailleurs. Les quatre catégories de situations d'accès à l'eau identifiées au [chapitre précédent](#) en fonction du climat et du niveau de développement seront à ce titre très utiles pour distinguer les bonnes pratiques adaptées au contexte local.

Améliorer l'accessibilité aux ressources en eau conventionnelles

Il existe trois possibilités en la matière : l'augmentation des capacités de régulation des flux par des infrastructures appropriées ; une meilleure gestion des stocks disponibles ayant fait l'objet d'une surexploitation grandissante au cours des dernières décennies ; le transfert de ressources entre bassins hydrographiques.

De nouvelles infrastructures

Bâtir des infrastructures pour réguler ou orienter les flux d'eau naturels est la solution privilégiée historiquement : aqueducs, canaux, barrages ou systèmes d'adduction forment le socle des politiques hydrauliques depuis des millénaires², permettant d'amener l'eau des endroits où elle se trouve vers ceux où les humains en ont besoin, en quantités toujours croissantes.

Cette domination de l'approche par l'offre s'explique aisément. Jusqu'à une date très récente, que l'on peut faire remonter à trois ou quatre décennies, aucune perception des limites de l'accès à l'eau ne permettait de freiner ce penchant irrésistible vers l'exploitation d'une ressource considérée comme disponible à loisir. Par ailleurs, il est toujours valorisant pour les décideurs et responsables des politiques de l'eau de montrer par des ouvrages concrets qu'ils contribuent à l'amélioration du bien-être de leur population. On peut également soupçonner une sorte de biais cognitif de la part des concepteurs de ces ouvrages, des ingénieurs hydrauliciens qui monopolisent les politiques de l'eau et qui sont plus enclins à imaginer des systèmes permettant d'étendre l'accès à l'eau plutôt que de le restreindre. Enfin, des infrastructures d'accès à l'eau emportent plus facilement l'adhésion des utilisateurs que des politiques de rationnement des usages, qui imposent des contraintes que les usagers sont ravis de ne pas supporter.

Quelles sont les marges de manœuvre en la matière pour étendre l'accès à l'eau à l'avenir et satisfaire des demandes en forte augmentation ? Les infrastructures les plus importantes sont les barrages, auxquels il faut associer les systèmes d'adduction pour les usages domestiques et les installations d'irrigation pour l'agriculture. Nous avons noté que les pays développés avaient déjà saturé leur potentiel de régulation des débits des fleuves (sans parler de la prise de conscience des impacts environnementaux et sociaux des barrages, qui a conduit par exemple aux États-Unis à la suppression de 500 vieux barrages au cours des 15 dernières années), mais c'est également de plus en plus le cas des pays émergents comme la Chine, qui possède près de la moitié des 45 000 barrages construits dans le monde, la plupart depuis les années 1990. L'Afrique reste le continent au potentiel de développement de ce genre d'infrastructures le plus élevé, principalement dans les pays relativement riches en eau, mais ce sont les moyens financiers de les développer qui manquent alors (une

question abordée au [chapitre 6](#)), une illustration parmi d'autres du concept de rareté économique de l'eau que nous avons rencontré au [chapitre 2](#).

Il en est de même pour les systèmes d'adduction de l'eau, qui desservent quasiment à 100 % les populations des pays riches, mais manquent cruellement dans les pays les plus pauvres et émergents, surtout dans les zones rurales, comme en Afrique subsaharienne, où plus de la moitié de la population rurale n'a pas accès à des systèmes d'adduction d'eau potable (contre près de 15 % pour la population urbaine). Le scénario de l'OCDE (2012) pour les décennies à venir que nous avons évoqué précédemment prévoit que les pays émergents couvriront l'ensemble de leurs populations en matière d'accès à une eau améliorée en 2050. Ce ne sera vraisemblablement pas le cas des pays les plus pauvres, là encore par manque de moyens de développer les infrastructures.

Les aménagements d'irrigation n'offrent pas une perspective très différente, puisque le niveau de sous-exploitation du potentiel d'irrigation est le plus élevé en Afrique subsaharienne (Aquastat), mis à part dans des pays comme le Mali (où ce potentiel est développé à 65 %), le Soudan (74 %) et la Somalie (83 %). Partout ailleurs, l'ère du développement rapide des grands projets publics d'agriculture irriguée qui a dominé la deuxième partie du xx^e siècle est révolue, et c'est davantage une meilleure gestion des infrastructures existantes plutôt que leur extension qui doit primer. On prévoit dans le meilleur des cas d'ici 2050 une capacité d'extension des prélèvements d'eau pour l'irrigation de l'ordre de 8 % du total de l'eau actuellement utilisée dans l'agriculture (600 km^3 sur $7\,300 \text{ km}^3$ par an) (Falkenmark et Lannerstad, 2004, pp. 19-20).

Comme nous l'avons évoqué à propos des questions de développement, c'est donc en Afrique, et plus généralement dans les pays les moins développés, que résident les besoins d'investissements en infrastructures hydrauliques les plus importants. Le reste du monde est entré dans la phase des rendements décroissants des investissements dans ce domaine, surtout

dans les pays riches : les sites de construction de barrages les plus intéressants ont été exploités ; les infrastructures urbaines existent pour l'essentiel, le tout étant d'assurer leur maintenance ; le potentiel d'irrigation est en voie de saturation. Autrement dit, la contribution potentielle des infrastructures à l'amélioration de l'accès à l'eau n'est significative que dans les pays les moins avancés. Partout ailleurs, elle est marginale.

Une étude, datée, mais dont les conclusions ont une portée générale (Brown et Lall, 2006), résume parfaitement cette idée. On y découvre que les pays dont les besoins à l'époque portaient essentiellement sur la régulation de la variabilité intra-annuelle des flux d'eau de surface, c'est-à-dire sur des infrastructures permettant de transférer des quantités d'eau disponibles d'une saison humide à une saison sèche (des barrages principalement), avaient un PIB par habitant annuel moyen de 601 dollars, les plaçant dans la catégorie des pays les moins avancés. Les pays dont les besoins portaient plutôt sur des capacités de gestion permettant de combler un manque d'eau par rapport à la disponibilité annuelle moyenne (principalement par importation d'eau virtuelle ou amélioration de l'efficacité des usages de l'eau, les meilleures options pour combler l'écart entre disponibilité et besoins d'eau) avaient un PIB par habitant annuel moyen de 8 477 dollars. Ce qui était vrai il y a dix ans n'a pas de raison de ne plus l'être aujourd'hui.

Une meilleure gestion des stocks

Une meilleure gestion des stocks disponibles est la deuxième possibilité d'améliorer l'accessibilité des ressources en eau conventionnelles. Parmi ceux-ci, les aquifères jouent un rôle primordial pour plusieurs raisons : ils représentent près de 97 % des ressources en eau douce accessibles ; ils ont déjà un rôle clé dans le développement agricole et urbain dans de nombreux pays (40 % de l'agriculture irriguée sont alimentés par des aquifères, et les

cultures irriguées par aquifères peuvent avoir un rendement jusqu'à trois fois plus élevé que les cultures irriguées par eau de surface (Siebert *et al.*, 2010)) ; ils constituent encore un potentiel de développement important, comme en Afrique, où il est estimé que les réserves d'eau souterraines inexploitées représentent 660 000 km³, soit 100 fois les précipitations annuelles sur le continent, ou 23 fois le volume des eaux de surface disponibles (McDonald *et al.*, 2011). Dans tous les cas, une meilleure gestion s'avère indispensable pour ralentir ou éviter la surexploitation d'une ressource qui peut être fossile ou qui ne se renouvelle pas au même rythme que son extraction. Et ce d'autant plus que, contrairement aux eaux de surface, l'exploitation des eaux souterraines ne nécessite souvent pas de lourds investissements en infrastructures, et est à la portée d'individus isolés dont les actions ne sont pas coordonnées.

La première option est la protection par un usage raisonnable, rendu difficile par le fait que les ressources souterraines sont généralement soumises au phénomène de « tragédie des communs »³ : selon le principe du « premier arrivé, premier servi », les utilisateurs ponctionnent l'eau sans se soucier des conséquences collectives à terme, augmentant les risques d'épuisement. Il existe de nombreux exemples de gestion participative d'une nappe surexploitée dans des pays en développement, impliquant par exemple le contrôle des forages illégaux, la régulation des débits de pompage et la surveillance du niveau de la nappe. Mais ils supposent que le nombre d'acteurs concernés soit limité à quelques centaines d'individus au maximum, et ne sont pas répliquables en contexte urbain par exemple. Ailleurs, dans les pays riches ou en développement, se multiplient les tentatives de mise en œuvre d'une gouvernance efficace des eaux souterraines, associant État, autorités locales et usagers.

La deuxième option est la recharge artificielle des aquifères, technique qui se répand ces dernières années un peu partout dans le monde, selon deux modalités (Pereira *et al.*, 2002, chap. 14) : la recharge directe, qui

consiste à prélever de l'eau en surface (disponible en réservoirs ou traitée) pour l'orienter vers des nappes souterraines par des techniques d'infiltration ou d'injection ; la recharge indirecte, par laquelle on augmente le transfert d'eau entre un cours d'eau et une nappe en mettant en place des sites de pompage à proximité des berges de celui-ci. Il peut être également question de recharge passive, du fait des fuites dans les réseaux d'eau urbains ou d'une irrigation des terres trop intense. On peut même imaginer le développement de technologies autorisant une meilleure infiltration des eaux de pluie en milieu urbain, comme le permet par exemple un nouveau genre de béton absorbant l'eau à un rythme de près de 4 000 litres par m² par minute⁴. Aucune de ces méthodes ne doit cependant se substituer à une gestion raisonnable des aquifères, du fait notamment que leur capacité à améliorer l'efficacité des processus naturels de recharge est limitée pour des raisons techniques ou économiques.

Enfin, il est possible d'envisager le transfert de ressources en eau entre bassins hydrographiques ou entre régions, pour compenser un déficit hydrique dans une zone spécifique. Cette solution est pratiquée dans de nombreux pays depuis longtemps, en Chine notamment, où un canal fut construit à cette fin au v^e siècle avant notre ère pour détourner des ressources du Sud vers le Nord. Mais c'est au cours des dernières décennies qu'elle s'est répandue, les plus grandes réalisations se situant au Turkménistan (canal du Karakoum détournant les eaux de l'Amou-Daria sur près de 1 400 km) ou en Libye (grande rivière artificielle amenant les eaux des aquifères fossiles du sud libyen vers la Côte nord par un aqueduc de 3 500 km). D'autres sont en cours de construction, comme le gigantesque projet chinois de détournement des eaux du Yangtse (fleuve bleu) du Sud au Nord par deux canaux de près de 1 200 km chacun. D'autres encore sont sur le papier, comme le projet de transfert des eaux du fleuve Congo vers le Lac Tchad par un canal de 1 350 km, ou le projet « Dead-Red canal » qui doit amener les eaux de la mer Rouge vers la Mer

Morte dans l'idée de « sauver » cette dernière, et d'alimenter les populations jordanienne et palestinienne en eau potable.

Outre les problèmes de financement (le projet africain ne dispose actuellement d'aucun apport), ces projets se heurtent souvent à des oppositions politiques, du fait qu'ils sont internationaux et touchent à des questions de souveraineté (un point développé au [chapitre 5](#)). De fait, nous avons déjà eu l'occasion de souligner qu'aucun projet transnational et encore moins transcontinental de ce genre n'avait été réalisé jusqu'à présent. Par ailleurs, de même que les projets d'infrastructures tels que les grands barrages, ces projets génèrent également des coûts écologiques considérables qu'il n'est plus possible d'ignorer.

Parmi ces trois possibilités d'améliorer l'accessibilité aux ressources conventionnelles, la première et la troisième dominent traditionnellement les politiques de l'eau, mais présentent l'inconvénient d'entretenir la surexploitation des ressources et l'empiètement sur la protection des écosystèmes. Les transferts entre bassins sont réservés aux pays présentant les conditions hydrographiques favorables, mais nécessitent des moyens gigantesques et comportent des coûts environnementaux considérables. L'extension de l'accès à l'eau par le développement des infrastructures traditionnelles apparaît de plus en plus comme une option compliquée, accessible aux pays riches en ayant le moins besoin, hors de portée financière pour les pays pauvres sous-équipés.

Mieux utiliser les précipitations

Nous avons déjà eu l'occasion de souligner que les défis à venir de l'accès à l'eau se poseront en grande partie dans le secteur agricole, qui mobilise déjà 70 % des prélèvements et 90 % de la consommation d'eau, pour nourrir une population mondiale augmentée de plus de 3 milliards d'individus d'ici le milieu de ce siècle, essentiellement dans les pays en

développement. Par ailleurs, nous venons d'évoquer le fait que les possibilités d'extension de l'agriculture irriguée sont extrêmement limitées, dans le meilleur des cas à 8 % du volume d'eau total actuellement utilisé dans ce secteur d'ici 2050. Ces quelque 600 km³ d'eau bleue supplémentaires seront même difficiles à obtenir, tant les pressions sur les stocks accessibles et les écosystèmes sont déjà élevées. Reste l'accès à l'eau verte comme solution pour pallier les déficits hydriques. Les données suivantes permettent de se faire une idée plus précise de la situation (Falkenmark et Lannerstad, 2004). La production agricole est assurée par des flux d'eau verte (agriculture pluviale) et des flux d'eau bleue (agriculture irriguée) contribuant respectivement à hauteur de 60 % et 40 % de la production mondiale. L'agriculture compte pour 70 % des 4 000 km³ d'eau prélevés annuellement pour les activités humaines, ce qui représente 2 800 km³ de flux d'eau bleue (qui peuvent être prélevés sur les stocks d'eau accessibles). Une grande partie (40 %) est perdue dans l'acheminement vers les cultures⁵, ce qui fait qu'il reste près de 1 700 km³ contribuant effectivement à l'évapotranspiration dans la production agricole (et qui représentent la consommation d'eau agricole, à distinguer des prélèvements). Mais ces 1 700 km³ ne sont pas tous productifs (le phénomène de transpiration l'est, pas celui d'évaporation), et les pertes de productivité agricole sont là encore estimées à 40 %, ce qui laisse un volume de près de 1 000 km³ d'eau effectivement exploités. La différence, 700 km³, représente des flux d'eau gaspillés au cours de l'évapotranspiration. Ces 1 700 km³ de flux d'eau bleue consommés par les activités agricoles représentent à leur tour près de 20 % de l'eau utilisée dans ce secteur. Les 80 % restant sont des flux d'eau verte, autrement dit l'eau de pluie naturellement transpirée par les plantes et évaporée des sols au cours du processus de croissance végétale, représentant un total de 5 600 km³. Ces flux d'eau verte ne sont eux-mêmes pas intégralement productifs, et on estime (Falkenmark et Rocktröm, 2004, chap. 7) que près

de 1 500 km³ seraient récupérables annuellement d'ici 2050 par des techniques d'amélioration de la productivité agricole que nous exposerons plus loin. Ces techniques permettraient également de combler l'écart de 700 km³ d'eau perdus dans la production agricole en convertissant des flux d'évaporation en transpiration végétale.

Si l'on additionne les 600 km³ d'eau d'irrigation supplémentaire aux 2 200 km³ (1 500 + 700) potentiellement récupérés par l'amélioration des techniques agricoles, c'est 2 800 km³ de ressources en eau annuelles supplémentaires qui pourraient être mobilisés d'ici 2050 pour satisfaire la demande du secteur agricole. Mais l'on estime que la demande d'eau agricole pourrait avoir augmenté de 5 600 km³ d'ici là, sous la pression de la croissance démographique et économique⁶. Le déficit serait donc de 2 800 km³, et il resterait un seul moyen de le combler : l'extension de l'agriculture pluviale, autrement dit l'extension des surfaces cultivées bénéficiant des précipitations annuelles. Cela constituerait avec les améliorations de la productivité agricole un deuxième moyen de développer l'accès à l'eau verte. La FAO estime à 4 188 millions d'hectares la superficie totale cultivable de la planète, dont 1 500 millions sont effectivement cultivés aujourd'hui. C'est dans la capacité à exploiter ce potentiel que se jouera une partie de l'avenir alimentaire de la planète.

Il ne faut toutefois pas oublier que ces raisonnements globaux sont de peu d'utilité s'ils ne sont pas convertis en données locales, au minimum à l'échelle des pays. à ce titre, envisager le problème de l'accès à l'eau sous l'angle combiné eau bleue/eau verte peut changer radicalement la perspective du stress hydrique, au point de rendre en partie caducs les indicateurs traditionnels évoqués au [chapitre 2](#), qui reposent souvent sur une comptabilité exclusive des flux d'eau bleue. Ainsi des pays considérés comme étant en pénurie chronique d'eau bleue (bénéficiant de moins de 1 000 m³ d'eau par an par habitant) pourraient assurer leur autonomie alimentaire en exploitant leur potentiel d'eau verte : la Tunisie, le Maroc,

l'Algérie, la Syrie ou l'Ouganda. D'autres passeraient de la pénurie absolue (moins de 500 m³) à la pénurie chronique : le Pakistan, l'Iran, ou la Jordanie. Les pays souffrant de rareté économique de l'eau (essentiellement en Afrique subsaharienne), par manque de moyens pour exploiter leur potentiel, ne verraient pas leur situation changer radicalement, mais pourraient considérer l'extension de l'accès à l'eau verte par déploiement des surfaces cultivées comme une option plus réaliste que l'investissement dans des infrastructures d'accès à l'eau bleue. En un mot comme en cent, le développement de l'accès à l'eau verte doit être considéré comme un enjeu majeur et probablement décisif des politiques agricoles pour parvenir à satisfaire l'énorme augmentation de la demande d'eau qui se manifesterait dans les décennies à venir.

Mais une meilleure exploitation des eaux de précipitation n'est pas un enjeu seulement dans le secteur agricole. Il est question d'améliorer leur collecte et leur stockage pour les rendre plus accessibles aux usages domestiques et éventuellement industriels. Il existe pour cela une multitude de techniques dont la sophistication et la diffusion représentent des opportunités intéressantes d'augmenter l'accès à l'eau, surtout dans les pays arides et semi-arides (Pereira *et al.*, 2002, chap. 5). Les toits des constructions en tout genre représentent en l'occurrence un potentiel important, qui peut être exploité en modifiant leur configuration ou en installant des moyens de collecte à peu de frais. Des techniques de ce genre permettent par exemple dans le nord-est de la Thaïlande de récupérer sur une surface de 20 m² jusqu'à 350 litres d'eau pour un épisode de précipitations de 20 minutes. De plus en plus de villageois couvrent leurs besoins en eau domestique à l'aide de ces techniques. Celles-ci sont plus appropriées dans des zones où la pollution de l'air est limitée, mais la qualité de l'eau récupérée peut en tout état de cause être traitée à l'aide de moyens simples, de même que les risques de voir l'eau infestée par des insectes porteurs de maladies tropicales. Il existe également des techniques

de compactage des sols qui les rendent plus imperméables et davantage capables de retenir les eaux de pluie qui deviennent alors utilisables, ou des systèmes simples de canalisation des eaux de pluie vers des réservoirs de stockage, ou encore des possibilités d'étendre des capacités de stockage de réservoirs naturels. Il n'est pas forcément besoin de grands moyens ou de techniques sophistiquées pour exploiter cet énorme potentiel de captage des eaux de pluie.

Un enjeu complémentaire de ces techniques de collecte des eaux de pluie est celui de l'évaporation, qui représente une source de pertes importantes, surtout bien entendu sous les climats arides. Les parades consistent alors à couvrir les surfaces des réservoirs, ou à développer le stockage en sous-sol, comme cela se pratique en Californie et en Arizona, où de vastes réservoirs souterrains peuvent être rechargés facilement pour délivrer leur contenu en surface en temps nécessaire, pour l'irrigation notamment.

Le contrôle de la qualité de l'eau

En fonction des exigences de qualité selon les usages souhaités, la perte de qualité de l'eau est équivalente à une réduction des quantités accessibles. Il est difficile de quantifier cet impact, mais il est certain que le traitement de l'eau pour la rendre utilisable peut être considéré comme le meilleur moyen d'augmenter l'accessibilité à cette ressource, sans accroître les pressions qu'elle subit du fait des activités humaines. Les dépenses dans ce domaine permettent donc d'engranger en quelque sorte un double dividende : davantage d'eau pour les usages humains, sans pour autant réduire les quantités disponibles pour les écosystèmes. Nous avons noté au [chapitre 2](#) que le problème de la pollution de l'eau avait tendance à s'amenuiser avec l'augmentation du niveau de vie d'une population et que, de manière extrêmement schématique, on pouvait distinguer des enjeux de

protection des écosystèmes dans les pays développés et des enjeux de santé publique dans les pays en développement.

Les trois dernières décennies ont vu les pays développés renforcer considérablement l'arsenal de mesures réglementaires et incitatives pour améliorer la qualité de leur eau, notamment en milieu urbain. L'adoption du principe pollueur-payeur y est pour beaucoup. Tous les problèmes ne sont bien sûr pas réglés, loin de là, mais ils ont tendance à se concentrer désormais sur la consolidation des acquis par des ajustements des dispositifs en place, ce qui suscite des interrogations en termes de logique et de priorité dans le choix des normes de pollution. Ainsi l'abaissement des normes de pollution au plomb en France, désirable en soi, entraîne selon les estimations des coûts de l'ordre de 3 milliards d'euros annuels pour les collectivités publiques, et 12 milliards d'euros pour les particuliers (Douard et Lebental, 2013). Et toute réduction à la marge de normes de pollution déjà exigeantes a de manière générale pour effet de faire exploser le coût du traitement de l'eau⁷. L'Agence pour la protection de l'environnement aux États-Unis avait estimé au début des années 1970 que l'application d'une loi visant à éliminer intégralement tous les rejets industriels et domestiques aurait coûté cinq fois plus que l'élimination de « seulement » 85 à 90 % de ces polluants. Jusqu'où aller ? Par ailleurs, on se préoccupe de plus en plus de la présence à l'état de traces de molécules à effets toxiques avérés ou de molécules à effet inconnu. Leur nombre est élevé, et de nouvelles sont régulièrement découvertes. Faut-il essayer de toutes les traiter, éventuellement même sans être sûr de leur toxicité ? Faut-il appliquer systématiquement le principe de précaution, qui conduirait à privilégier la prévention des risques ? Certains préconisent depuis longtemps la création de parcs hydrogéologiques (de Marsily, 1991), dont le rôle serait d'assurer la disponibilité d'eau potable par la création de bassins versants protégés de toute pollution, grâce à la présence exclusive d'activités respectueuses de l'environnement : forestières, agricoles sans intrants chimiques, de loisir.

Les eaux ainsi réservées seraient destinées en priorité à l'alimentation en eau potable des agglomérations. Le principe est déjà appliqué pour des bassins versants alimentant des sources d'eau minérale, ou pour l'alimentation en eau potable de certaines villes, comme Spa en Belgique, Belfast en Irlande ou Perth en Australie.

Un autre aspect de la sophistication des politiques de qualité de l'eau dans les pays développés est illustré par le débat sur l'efficacité comparée de différents types de normes de contrôle de la pollution. Les normes d'émissions sont ainsi généralement préférées aux normes technologiques, qui ont pour inconvénient de créer des effets pervers de stagnation technologique, en incitant les pollueurs à s'en tenir à la norme édictée, plutôt que de chercher un moyen plus efficace de respecter une norme d'émission. De manière plus générale, on observe sur les trois dernières décennies dans les pays développés une évolution en faveur des instruments incitatifs de réduction de la pollution de l'eau (taxes et échanges de permis, sur lesquels nous reviendrons plus loin), au détriment de l'approche réglementaire (Tietenberg et Lewis, 2012, chap. 18). L'explication réside dans l'efficacité supérieure de ces instruments, qui fournissent des incitations là où les normes imposent des obligations et sanctions, et dans le simple fait que les lourdeurs administratives accompagnant la multiplication des normes finissent par devenir ingérables.

Les pays émergents présentent des défis d'une autre nature. L'accélération de leur développement s'accompagne d'une détérioration tout aussi rapide de la qualité de leur eau. Mais dans le même temps, les moyens d'investir dans les infrastructures de traitement de l'eau suivent la même trajectoire et, pour peu que la volonté politique suive, il est envisageable de voir la qualité de l'eau s'améliorer également dans ces pays. L'OCDE prévoit que d'ici 2050, ils couvriront l'intégralité des besoins de leurs populations en matière de traitement de l'eau. Les situations diffèrent bien entendu d'un pays à l'autre, et il faut se méfier des

généralisations en la matière, mais une tendance se dégage. Au-delà des capacités techniques et financières, on note également dans les pays émergents l'adoption progressive d'instruments incitatifs, comme en Chine, où une ville telle que Xiamen traite désormais 100 % des déchets industriels et 85 % des déchets domestiques grâce à l'application de taxes municipales sur les pollueurs, contre respectivement 20 % et 28 % au milieu des années 1990.

Nous avons déjà souligné que dans les pays plus pauvres, la qualité de l'eau est un enjeu de santé humaine. Dans les mégaloilles, les situations peuvent être catastrophiques, parce que la progression démographique ne s'est pas accompagnée d'aménagements nécessaires en infrastructures de l'eau au même rythme. Si les centres peuvent jouir d'infrastructures comparables à celles que l'on trouve dans les pays industrialisés, les périphéries connaissent des états de sous-équipement et d'insalubrité inquiétants. Alors que dans les zones rurales, la faiblesse des concentrations humaines combinée à la faiblesse des revenus n'ont pas permis de faire émerger des infrastructures suffisantes : les populations ont accès à une eau de mauvaise qualité, et de manière très irrégulière. Il est là encore question de tendances, qu'il faudrait nuancer par des analyses au cas par cas qui dépassent le cadre de cet ouvrage.

C'est bien évidemment la question du financement qui domine dans ces situations (une question abordée au [chapitre 6](#)), combinée à celle de la volonté politique d'obtenir des changements. Dans de nombreux cas, les progrès enregistrés découlent de projets réalisés avec le soutien des bailleurs de fonds internationaux. Un autre obstacle est la capacité des populations locales à s'appropriier les solutions mises en œuvre, comme par exemple les programmes d'installation de latrines dans certains pays d'Afrique subsaharienne. C'est pourquoi les organisations internationales telles que le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) mettent leurs efforts en

commun pour développer des programmes en matière d'hygiène et d'assainissement adaptés aux besoins locaux, et capables de sensibiliser les populations. Certains pays en développement enregistrent cependant des progrès notables en matière d'assainissement, comme la Namibie, le Botswana et surtout l'Éthiopie.

Améliorer l'accessibilité aux ressources non conventionnelles

Au-delà des solutions pour améliorer l'accès aux ressources conventionnelles, il existe deux moyens de repousser les limites fixées par le cycle de l'eau pour obtenir une extension appréciable de l'accès à l'eau : le recyclage des eaux usées et le dessalement de l'eau de mer.

Le recyclage permet, après traitement, de réorienter des quantités d'eau déjà utilisées vers d'autres usages. La technique s'est développée dans la seconde moitié du ^{xx}e siècle dans les pays développés, et fait désormais son chemin dans les pays en développement. Mais elle permet actuellement de ne réutiliser que 2 % de l'eau traitée dans le monde, près de la moitié allant à des activités d'irrigation (30 % dans l'agriculture, 20 % pour l'entretien de jardins en zones urbaines), 20 % correspondant à du recyclage industriel (systèmes de refroidissement, nettoyage des équipements...), 10 % étant consacrés à l'entretien des écosystèmes (préservation des zones humides, recharge des aquifères et lacs), le reste représentant des usages urbains divers, allant de la lutte contre les incendies au lavage des voitures en passant par divers usages domestiques, y compris l'utilisation d'eau potable. Ce dernier usage est le plus difficile à promouvoir, les barrières psychologiques à l'idée de boire de l'eau usée puis traitée étant encore très fortes. Mais certains pays parviennent à le développer dans des proportions importantes lorsque le stress hydrique est élevé. C'est le cas de la Namibie

(le pays le plus sec d'Afrique), où les habitants de la capitale Windhoek utilisent de l'eau potable issue d'une usine de retraitement qui couvre près de 25 % des besoins de la ville, ou de Singapour, qui couvre un tiers des besoins de la population par le même procédé.

Une grande partie de l'avenir de cette technique réside dans l'agriculture irriguée, principalement dans les pays arides et semi-arides qui y voient un moyen intéressant de réduire leur stress hydrique. Ainsi tous les effluents d'Amman en Jordanie sont traités et orientés vers la vallée du Jourdain, où ils permettent de couvrir 10 % des besoins de l'agriculture irriguée. En Israël, ce sont près de la moitié des besoins agricoles qui sont couverts par les eaux urbaines recyclées. La ville de Mexico traite 100 % de ses eaux usées qui vont irriguer 85 000 hectares de cultures. Cette gestion intégrée de l'eau présente de nombreux avantages : elle permet de fournir de l'eau régulièrement aux agriculteurs et de moins faire dépendre leurs activités des aléas climatiques ; elle contribue à créer de l'activité et de l'emploi urbain ; elle permet de réduire en aval le niveau de pollution de l'eau rejetée par les villes. Mais cette technique implique que les activités agricoles se situent en périphérie des zones urbaines, ce qui est loin d'être toujours le cas, et sa mise en œuvre repose sur une capacité de planification urbaine et une appropriation par les populations locales qui exigent un long processus d'apprentissage. Elle n'est en outre pas exempte de risques sanitaires, par le biais d'une contamination résiduelle des eaux réutilisées.

En matière d'accès à l'eau, le dessalement de l'eau de mer joue le même rôle que celui des énergies renouvelables pour la gestion de l'accès à l'énergie : le potentiel est quasiment infini, mais son exploitation est pour le moment trop coûteuse. Actuellement, le coût de cette option est en moyenne deux fois plus élevé que celui du recyclage ou du traitement des eaux de surface, mais les perspectives sont bien plus étendues, dans la mesure où le recyclage porte sur des quantités d'eau elles-mêmes limitées, alors que le potentiel de dessalement est celui offert par les océans... Les quantités

d'eau issues du dessalement représentent seulement près de 1 % des prélèvements mondiaux annuels, mais la capacité de traitement a été multipliée par 4 entre 1990 et 2010 (Salomon, 2012). 65 % des quantités produites sont à usage municipal, 20 % vont à l'industrie, tandis que l'irrigation ne récupère que 2 % de l'ensemble, du fait essentiellement du coût trop élevé de la ressource pour cet usage intensément consommateur d'eau (et qui échappe largement jusqu'ici à la tarification de l'eau).

Les techniques de dessalement se rangent en deux grandes catégories : la distillation et l'osmose inverse (Bernat *et al.*, 2010). La première revient à évaporer l'eau de mer puis à condenser la vapeur d'eau obtenue. L'osmose inverse consiste après désinfection à exercer une pression sur l'eau salée pour la faire passer par une membrane que seules les molécules d'eau peuvent traverser. La technique de l'osmose inverse occupe 60 % du marché, et représente encore un fort potentiel de développement, tandis que la technique de la distillation, avec 30 % du marché du dessalement, est à maturité et ne présente pas un potentiel aussi intéressant. C'est bien évidemment leur coût respectif qui détermine leur développement. à ce titre, on constate deux tendances : une forte diminution et une convergence depuis quatre décennies. Le coût de production est effectivement divisé par 2 tous les dix ans, dans les deux cas. L'explication réside principalement dans la très forte réduction de la consommation énergétique par unité produite, de l'ordre de 90 % depuis 40 ans, alors que l'énergie compte pour 55 % du coût total de production dans le cas de la distillation, et 43 % pour l'osmose inverse. Par ailleurs, alors que l'osmose inverse était presque deux fois plus chère que la distillation à ses débuts au milieu des années 1970, elle coûte actuellement moins que sa rivale. Plus exactement l'éventail des coûts, assez large du fait de la multiplicité des paramètres intervenant dans le coût de production, et pouvant jouer un rôle différent selon les lieux de production, dépend de l'échelle de production : de 0,42 à 1,40 \$ par m³ pour la distillation, qui est généralement assurée par des installations à capacités

importantes, de manière à pouvoir exploiter les économies d'échelle ; de 0,38 à 1,38 \$ par m³ pour l'osmose inverse dans une usine de taille moyenne produisant jusqu'à 60 000 m³ d'eau par jour ; de 0,36 à 0,53 \$ par m³ dans une usine de plus grande capacité produisant jusqu'à 320 000 m³ d'eau quotidiennement. Il convient cependant de noter que ces coûts en forte diminution ne tiennent pas compte des subventions à l'énergie qui tirent vers le bas la fourchette des coûts dans de nombreux pays, notamment producteurs de pétrole dans le golfe Persique. Ils tiennent encore moins compte des coûts environnementaux de ces techniques, potentiellement élevés : la salinisation des milieux marins et côtiers environnant les usines de dessalement (1 litre d'eau dessalée produit 1 litre de saumure)⁸ ; les rejets chimiques (eaux résiduelles acides et corrosives) qui polluent les sols et aquifères ; les émissions de gaz à effet de serre (qui amplifient le réchauffement climatique) du fait de la forte composante énergétique des processus de production. Il va de soi qu'il faudrait en tenir compte pour avoir une idée claire de la compétitivité de ces techniques d'approvisionnement en eau.

Le paramètre énergétique détermine largement la répartition géographique de l'utilisation des deux techniques disponibles. La plupart des usines de distillation opèrent dans les pays producteurs de pétrole, qui profitent de leur avantage comparatif en la matière pour exploiter cette technique relativement plus gourmande en énergie afin de soulager leur énorme stress hydrique. 40 % de l'eau dessalée dans le monde vient ainsi des six pays membres du Conseil de coopération du Golfe, qui pourraient doubler leurs capacités de production d'ici 2025. Le Qatar obtient la quasi-totalité de ses ressources en eau du dessalement. C'est l'osmose inverse qui s'impose ailleurs. Aux États-Unis et en Espagne notamment, qui comptent respectivement pour 13 % et 8 % de la production mondiale d'eau dessalée grâce à ce moyen. Mais c'est en Israël et à Singapour que cette technique représente l'apport le plus important en pourcentage du total prélevé,

puisque Israël prévoit une contribution du dessalement de 22 % en 2020, tandis que Singapour s'est fixé un objectif de 25 % pour 2060.

Les perspectives d'avenir des techniques de dessalement sont plutôt favorables. Le coût des sources conventionnelles d'approvisionnement en eau devrait augmenter du fait de leur rareté croissante, alors que l'inverse est prévisible pour le coût du dessalement, surtout par osmose inverse. On peut même s'attendre à ce que la compétitivité du dessalement augmente avec les perspectives de combinaison de la technique à l'utilisation des énergies renouvelables (solaire, éolienne et géothermique), déjà exploitées ici et là, mais de manière encore marginale. Ce serait particulièrement le cas dans les zones où manquent à la fois les ressources en eau et les infrastructures énergétiques traditionnelles, comme dans certains pays en développement. Il se pourrait ainsi que l'eau dessalée ne soit plus réservée exclusivement aux régions riches en stress hydrique élevé, prêtes à consacrer une part importante de leurs ressources à cette technique. Un seuil décisif serait la capacité d'étendre son usage à l'agriculture irriguée, qui enregistrera encore longtemps les principaux besoins en eau.

Augmenter la productivité des usages de l'eau

Il a été question jusqu'ici de modalités de gestion de l'eau consistant à augmenter les quantités accessibles pour répondre à une demande croissante. Mais les limites de ces options sont évidentes, surtout dans les pays pauvres en eau, où l'écart entre eau disponible et accessible susceptible d'être exploité est minime, pour ne pas dire nul. En outre le recyclage et le dessalement, solutions d'appoint essentiellement pour les usages domestiques, ne permettront pas dans un avenir prévisible de satisfaire les besoins principaux, qui demeureront dans l'agriculture irriguée. Il faut donc se résoudre à faire en sorte que les besoins en eau soient restreints, ce qui revient à envisager une gestion de l'eau par la

demande. Il existe principalement deux moyens d'y parvenir : inciter les utilisateurs à faire un usage plus efficace de l'eau ; encourager des transferts de la ressource des usages les moins bénéfiques vers ceux dont les rendements sont plus élevés. Ce paragraphe se penche sur la première option.

Un usage plus efficace de l'eau consiste en gros à augmenter la productivité de l'utilisation de la ressource, autrement dit à accroître la capacité de création de richesse pour une quantité d'eau utilisée. Il s'agit donc d'augmenter la quantité de produit obtenu par m³ d'eau utilisé dans toutes les activités. Cela peut se faire en limitant les pertes subies au cours de ces activités, en réduisant les gaspillages dus à une utilisation inappropriée de la ressource, ou en améliorant les techniques d'exploitation de l'eau dans les processus agricoles, industriels ou domestiques.

Le secteur domestique

Dans le secteur domestique/urbain, la notion de productivité de l'utilisation des ressources en eau est plus difficile à appliquer que dans les secteurs industriels ou agricoles. Lorsqu'il est question de satisfaire des besoins d'eau pour s'alimenter ou se laver, la seule façon de « faire plus avec moins » est de réduire les gaspillages ou pertes de la ressource. Limiter les gaspillages doit reposer sur des changements de comportement des utilisateurs, alors que réduire les pertes a plus à voir avec l'état des infrastructures d'adduction d'eau. Obtenir des changements de comportement n'est pas chose facile s'il n'y a aucune modification des incitations associées. Il n'est bien sûr pas inutile d'informer les gens sur l'opportunité de faire un usage plus raisonnable de l'eau chez soi (dans les zones urbaines des pays riches où la consommation⁹ est typiquement élevée, on observe en moyenne la répartition suivante : 35 % pour les douches/bains, 25 % pour l'alimentation, 25 % pour les toilettes ; les usages

extérieurs peuvent représenter jusqu'à 50 % du total lorsqu'il y en a), en passant moins de temps sous la douche ou en arrosant ses plantes en fin de journée par exemple, mais l'expérience prouve que rien de significatif ne peut se passer si les individus n'y voient pas clairement leur intérêt. Il existe pour ce faire un certain nombre de possibilités, au premier rang desquelles figure bien entendu la facturation de l'eau, que nous explorerons plus loin. Mais faire payer l'eau consommée suppose de pouvoir mesurer la consommation, ce qui ne va pas de soi. Les systèmes de mesure ont alors pour rôle d'aider à prendre conscience des volumes prélevés par les utilisateurs, et dans le même temps de contribuer à la planification de la gestion et de la maintenance des réseaux de distribution.

Tout ceci suppose des coûts, potentiellement élevés, mais les gestionnaires des réseaux d'eau ont la possibilité d'exploiter les différences de niveau de consommation selon les utilisateurs pour optimiser le rapport couverture/coûts. Une étude réalisée à la fin des années 1990 dans plusieurs villes mexicaines révélait par exemple que des compteurs couvrant 10 % des utilisateurs (les plus gros) pouvaient mesurer jusqu'à 50 % de la consommation d'eau, et qu'au total il était possible de couvrir 75 % de la consommation en installant des compteurs chez 30 % des utilisateurs (Pereira *et al.*, 2002, p. 162). D'autres études ont montré qu'une fois mesurée et facturée, la consommation d'eau pouvait être réduite dans une proportion allant jusqu'à 50 %.

Outre l'adaptation des comportements, peuvent contribuer à ce changement des appareils ménagers ou des dispositifs techniques (chasses d'eau, douches...) plus économes en eau, toujours si les usagers y voient un intérêt, ce qui n'est pas nécessairement le cas avec les toilettes sèches (permettant le compostage des déchets), qui supposent un changement radical au quotidien, et la levée de barrières psychologiques et culturelles qui, jusqu'ici, cantonnent leur adoption à des zones isolées ou à des projets pilotes dans certains pays (en Suède principalement, mais également en

Chine, au Kenya, en Éthiopie ou au Népal). Il est en de même du xéropaysagisme, la création de jardins plantés d'espèces peu gourmandes en eau, qui permet une économie d'eau substantielle (jusqu'à 35 % selon les études), mais exige une adaptation des goûts qui ne s'impose pas. Citons enfin l'installation de réseaux de distribution doublés, pour tenir compte des différences de qualité d'eau nécessaire pour l'alimentation ou l'hygiène et d'autres usages comme le ménage, les toilettes ou l'arrosage. Il n'est toutefois pas certain que les avantages de cette solution compensent ses coûts très élevés.

Si la réduction des gaspillages dans le secteur domestique doit reposer sur des changements de comportements, la limitation des pertes d'eau passe principalement par des mesures adoptées par les gestionnaires des réseaux, qu'ils soient publics ou privés, et apparaît donc moins compliquée à obtenir, surtout si le coût des solutions techniques est couvert par les économies réalisées, ce qui semble être souvent le cas. Il est question essentiellement de réduire l'évaporation dans les réservoirs de stockage, et surtout les fuites dans les usines de traitement, réseaux de distribution et habitations, lesquelles peuvent représenter jusqu'à 60 % des quantités d'eau acheminées. Ces pertes sont mesurées selon plusieurs méthodes : par repérage de sons produits par les fuites mises sous pression ; par calcul des volumes d'eau nécessaires pour maintenir constant un niveau de pression exercé dans un réseau défectueux ; par traceurs chimiques ou radioactifs. La maintenance des réseaux est le meilleur moyen de lutter contre ces pertes. Quant à l'évaporation, elle peut être limitée par couverture des surfaces exposées aux sources de chaleur.

Le secteur industriel

La problématique de la productivité de l'eau dans le secteur industriel et énergétique est quelque peu différente, du fait que l'eau pour l'industrie

constitue véritablement un coût de production, dans la mesure où les industriels paient généralement l'eau qu'ils utilisent, à la différence des agriculteurs qui bénéficient essentiellement d'une ressource gratuite (un point développé plus loin). Le résultat logique est que les incitations à améliorer la productivité des utilisations de l'eau sont beaucoup plus fortes dans l'industrie (ou la productivité de l'eau est déjà en moyenne 60 fois plus élevée que dans l'agriculture), et de fait cette productivité a fortement augmenté dans les pays industrialisés au cours des dernières décennies, comme nous l'avons souligné au [chapitre 2](#), et son amélioration fait partie des stratégies de nombreuses entreprises privées. L'eau industrielle est principalement utilisée pour produire de l'énergie ou refroidir des équipements, c'est-à-dire pour des usages qui remettent rapidement l'eau utilisée dans le cycle. De ce fait, il existe deux moyens pour augmenter la valeur produite par unité d'eau utilisée : le recyclage ou la réutilisation après traitement. Le recyclage consiste, après traitement si nécessaire, à réintroduire dans un processus industriel les mêmes quantités d'eau, ce qui généralement ne peut se concevoir qu'à l'échelle d'une installation industrielle. Le principe de réutilisation après traitement conduit à utiliser les mêmes quantités d'eau, mais dans des usages différents, comme pour l'eau de refroidissement de centrales thermiques qui peut être orientée vers le chauffage de serres, ou plus souvent l'eau municipale rejetée, traitée et réutilisée par des installations industrielles, comme il en existe de nombreux exemples aux États-Unis, en Australie et en Afrique du Sud. On peut enfin envisager de réduire les coûts d'utilisation de l'eau dans l'industrie en ajustant la qualité de l'eau utilisée à celle requise par les processus de production, de sorte que l'eau municipale propre aux usages domestiques ne soit pas gaspillée.

Le secteur agricole

C'est bien évidemment dans l'agriculture que les perspectives d'amélioration de la productivité de l'eau sont les plus importantes, du fait que le secteur représente à l'échelle mondiale 70 % des prélèvements et 90 % de la consommation d'eau, et que les utilisateurs n'ont eu jusqu'ici presque aucune incitation à éviter gaspillages ou pertes, qui sont énormes en matière d'irrigation : 76 % de l'eau prélevée n'atteint pas les cultures en Amérique latine, 68 % en Afrique subsaharienne, 66 % en Asie de l'Est, 60 % au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, et 56 % en Asie du Sud (Hoekstra, 2011). Il existe globalement trois pistes pour augmenter la productivité agricole par réduction des gaspillages : en accroissant le rendement des cultures, autrement dit les quantités produites par unité d'eau transpirée ; en augmentant les usages bénéfiques de l'eau (transpiration végétale) au détriment des pertes et gaspillages dus à l'évaporation ; en utilisant mieux les sources d'eau autres que traditionnelles, telles que les précipitations, l'humidité des sols et les eaux de qualité inférieure. Certaines de ces options ont été décrites précédemment, notamment l'extension de l'accès à l'eau verte. Nous retiendrons ici les alternatives, en distinguant l'agriculture pluviale et l'agriculture irriguée (Pereira *et al.*, 2002, chap. 8).

C'est dans les zones arides et semi-arides que la productivité de l'agriculture pluviale doit être améliorée en priorité. Une option privilégiée est d'adapter les cultures au climat au-delà de ce que la Nature fait elle-même, ce qui peut se faire en améliorant génétiquement les variétés, ou en sélectionnant celles existantes qui sont mieux adaptées à l'environnement local (les plus courantes étant le blé, l'orge et le millet parmi les céréales, et les haricots, le pois chiche et le niébé africain parmi les légumes). Trois variétés se présentent : les plantes qui évitent les périodes de sécheresse prolongées en raccourcissant leur cycle de croissance ; celles qui limitent la transpiration et font un usage maximum de l'humidité du sol ; celles qui résistent au stress hydrique en retenant l'eau dans leurs tissus, ou en

poursuivant la photosynthèse malgré la baisse de transpiration. D'autres méthodes rejoignent ce qui a déjà été évoqué à propos de la gestion de l'offre, et concernent les possibilités d'améliorer la gestion des sols pour augmenter la capacité à exploiter les précipitations par rétention de l'eau en surface, augmentation des capacités d'infiltration de l'eau dans le sol, ou contrôle de l'évaporation en surface.

Les mêmes méthodes peuvent être utilisées dans l'agriculture irriguée (y compris une meilleure utilisation des eaux de pluie, dont une partie s'écoule dans les réseaux d'irrigation), mais celle-ci présente d'autres possibilités du fait des améliorations qui peuvent être apportées aux techniques d'irrigation. Il est ainsi envisageable de réduire l'évaporation dans les réseaux, de mieux planifier l'irrigation (en termes de volumes d'eau utilisés, de gestion du rythme d'application), et surtout d'adopter des méthodes d'irrigation moins gourmandes en eau, que ce soit par systèmes d'aspersion plus performants ou par micro-irrigation, ce qui permettrait en moyenne de réduire la demande d'eau de moitié dans ce secteur. Des études ont notamment montré que l'irrigation au goutte-à-goutte réduit la consommation d'eau de 30 à 70 %, et augmente le rendement des cultures de 20 à 90 % par rapport aux méthodes d'irrigation classiques. La micro-irrigation en Méditerranée pourrait réduire la consommation d'eau de 50 %, tout en augmentant les rendements dans des proportions importantes (Hamdy et Lacirignola, 2005, chap. 2). Étant donné leur coût, ces méthodes sont cependant peu diffusées, l'irrigation par aspersion concernant 15 % des surfaces irriguées dans le monde, le goutte-à-goutte 1 %.

Une autre piste d'amélioration dans le secteur irrigué est plus simplement le choix de pratiques agricoles en respect des conditions agronomiques locales, afin d'éviter la surconsommation d'eau pour des cultures inadaptées. Malheureusement, dans de nombreux pays, les politiques agricoles sont guidées par des préoccupations d'autosuffisance alimentaire ou de capacités d'exportation qui ne tiennent aucun compte de

leur impact environnemental, et entretiennent une consommation d'eau excessive.

Améliorer les rendements de l'eau utilisée dans les activités agricoles doit être une priorité, mais les meilleures opportunités de faire un meilleur usage de l'eau dans ce secteur résident malgré tout dans la réduction des pertes, car les volumes impliqués sont énormes, et les modalités de mise en œuvre des solutions plus aisées que pour les autres options. On estime ainsi que dans les régions irriguées, les pertes d'eau dans les réseaux peuvent représenter jusqu'à 65 % des volumes prélevés (et il faut considérer que dans des zones comme la Méditerranée, l'agriculture irriguée consomme jusqu'à 90 % du total de l'eau utilisée). Une meilleure gestion des réseaux d'irrigation permettrait éventuellement de réduire de 60 % ces pertes, ce qui pourrait représenter dans certains pays 30 % de la demande totale d'eau.

Il va de soi que les enjeux de la réduction des pertes sont particulièrement cruciaux pour les pays pauvres et pauvres en eau, où la concurrence entre usages alternatifs va s'intensifier avec le dynamisme démographique et le développement économique. Étant donné la place de l'agriculture dans ces pays, ainsi que l'urbanisation accélérée, on voit mal comment les demandes supplémentaires exprimées dans les secteurs industriels et domestiques pourraient être satisfaites autrement que par transfert de capacités du secteur agricole grâce à une meilleure utilisation de l'eau. On estime que dans certains pays à système d'irrigation traditionnel utilisant au moins 80 % du total des volumes d'eau prélevés, une amélioration de l'efficacité des méthodes d'irrigation de seulement 10 % pourrait augmenter les apports d'eau aux secteurs industriel et domestique de 50 %.

Les transferts d'eau vers des usages plus productifs

La deuxième méthode pour augmenter la productivité de l'eau consiste à orienter les ressources vers les activités capables d'en faire le meilleur usage. Notons que les marchés se chargent de le faire spontanément, par deux biais au moins.

Le développement économique

Nous avons noté au [chapitre 2](#) que le développement économique, à situation climatique donnée, entraîne un transfert d'activités du secteur agricole vers le secteur industriel, où la productivité de l'eau est beaucoup plus élevée (dans un rapport de 1 à 60 en moyenne). Il y a donc là un mécanisme très efficace pour améliorer l'utilisation de l'eau, mais d'une part il est limité par les conditions climatiques dans lesquelles il opère, d'autre part il n'offre aucun levier d'action, dans la mesure où il intervient de manière spontanée sur le long terme.

Le commerce d'eau virtuelle

Un autre mécanisme spontané passe par le biais du commerce international de biens et services et de l'eau virtuelle que ceux-ci contiennent, comme nous l'avons vu également au [chapitre 2](#). Cette eau virtuelle représenterait près d'un tiers des prélèvements d'eau mondiaux, et aurait été multipliée par deux au cours des deux dernières décennies, ce qui donne une importance particulière à l'étude des chaînes de production, de leur contenu en eau, et des échanges internationaux qu'elles suscitent. Les données sur ces questions sont très récentes, mais se multiplient à mesure que le phénomène est de plus en plus étudié (Allan, 2010). Elles font apparaître que l'eau virtuelle échangée internationalement vient essentiellement du secteur agricole (à près de 80 %), et que 95 % du commerce d'eau virtuelle est constitué d'eau verte, dont le coût d'opportunité est bien plus faible que celui de l'eau bleue, qui nécessite des

infrastructures d'irrigation pour être mobilisée (Liu et Yang, 2010). Plus encore, il apparaît que la disponibilité d'eau influence les flux de commerce international (Yang *et al.*, 2007) : en dessous d'un certain seuil de disponibilité d'eau, on observe une relation inverse entre les importations de céréales d'un pays et ses ressources en eau renouvelable par habitant ; ce seuil était d'environ 2 000 m³ d'eau par an par habitant au début des années 1980, et est passé à environ 1 500 m³ à la fin des années 1990, sous l'effet des améliorations de la productivité de l'eau et de l'extension des surfaces irriguées dans les pays concernés. Ces flux d'eau virtuelle vont donc principalement de pays capables de mobiliser leurs ressources en eau verte pour la production de cultures comme le maïs, le blé ou le soja (principalement les États-Unis, le Canada, l'Australie et l'Argentine), vers des pays pauvres en eau dépendant fortement de leurs ressources en eau bleue (en Afrique du Nord et au Moyen-Orient), ce qui signifie que ces échanges peuvent contribuer à réduire la demande d'eau pour l'irrigation dans les pays pauvres en eau et à renforcer leur sécurité hydrique (Aldaya, Allan et Hoekstra, 2009).

C'est là une première indication de l'efficacité de ces ajustements spontanés : selon la FAO, le commerce d'eau virtuelle contribuerait à l'économie de 350 milliards de m³ d'eau par an, soit près de 10 % de l'ensemble des prélèvements, tous usages confondus. On reconnaîtrait là facilement une illustration parfaite du principe des avantages comparatifs de David Ricardo, d'après lequel le commerce international permet une spécialisation en fonction du coût d'opportunité de l'utilisation des ressources rares : les pays relativement riches en eau exportent leurs capacités vers les pays relativement pauvres en eau. L'illustration est d'autant plus éclatante que l'eau virtuelle est « invisible » (jusqu'à une date récente, 1993 exactement, personne n'avait songé à son existence), et que des pays habituellement en situation de déficit commercial comme les

États-Unis se trouvent exportateurs nets d'eau virtuelle, correspondant à leur statut de pays relativement riche en eau¹⁰.

La question est de savoir si ce qui se fait spontanément par le biais de mécanismes de marché peut faire l'objet d'une véritable politique de l'eau. Autrement dit peut-on concevoir que le principe d'échange d'eau virtuelle soit érigé en instrument de gestion hydraulique à l'échelle planétaire ? Les obstacles restent nombreux, et nous avons vu au [chapitre précédent](#) que les règles du commerce international étaient loin de permettre d'exploiter au mieux ces potentialités, surtout pour les pays en développement confrontés au niveau de protection élevé des marchés agricoles des pays riches.

Tout d'abord, les États sont très réticents à faire intervenir le jeu des avantages comparatifs dans l'allocation des produits agricoles, l'autonomie alimentaire restant un objectif stratégique clé, et il est probable qu'il en est de même avec l'eau. Par ailleurs, les flux d'eau virtuelle sont essentiellement le résultat de décisions individuelles d'agents producteurs et consommateurs partout dans le monde, et sur lesquelles les gouvernements n'ont aucune prise, sauf à considérer les potentialités d'extension du commerce international grâce à des mesures appropriées, ce que nous aborderons plus loin. En revanche, il est parfaitement concevable que ce qu'il est difficile de réaliser à l'échelon international soit envisageable à l'échelle d'un territoire national. Après tout, les échanges d'eau virtuelle ont tout autant lieu entre régions riches et régions pauvres en eau d'un même pays, auquel cas les problèmes de coopération internationale pour adopter la solution ne se posent pas par définition.

L'eau est transférée des régions riches vers les régions pauvres en eau par l'intermédiaire des biens qu'elle sert à produire et qui sont acheminés vers leurs consommateurs finaux. Le procédé inverse est-il envisageable, à savoir le transfert non pas des ressources en eau elles-mêmes, mais des activités nécessitant ces ressources des régions pauvres vers les régions riches en eau ? La question ne se pose que depuis très récemment, avec

l'émergence du phénomène d'accaparement de terres étrangères, principalement, mais pas exclusivement, en Afrique. Cette stratégie vise à augmenter les capacités agricoles par accaparement de nouvelles terres dans un autre pays, éventuellement sur un autre continent, et recèle un potentiel important d'économie de ressources en eau pour les pays en stress hydrique.

La Chine y a recours de manière massive (et très controversée), en Afrique principalement. Les contrats fonciers associés ne faisant jamais explicitement référence aux quantités d'eau concernées, il est difficile d'estimer les « échanges » d'eau impliqués par ce phénomène. Un calcul récent (Rulli *et al.*, 2012) fait état de près de 310 km³ d'eau verte et 11 km³ d'eau bleue transférés de cette manière chaque année dans le monde, pour un total de 47 millions d'hectares de terres accaparées. L'Afrique représenterait près de la moitié des terres et près des deux tiers des quantités d'eau impliquées. Bien entendu ne se pose pas seulement la question de l'efficacité de telles procédures, mais également de leur équité. Il peut être intéressant pour la Chine de soulager son stress hydrique en Afrique et de faire bénéficier sa population d'un nouvel accès à l'eau, mais cela se fait alors au détriment des populations locales, qui se voient privées d'une partie de leurs ressources en eau.

Les marchés de droits

Les transferts non spontanés de ressources en eau vers les activités susceptibles d'en faire un meilleur usage sont organisés dans le cadre de marchés de droits d'usages locaux, créés selon les circonstances. Il peut s'agir de systèmes de transferts du secteur agricole vers des usages urbains, par lesquels les paysans sont indemnisés par des entreprises ou des municipalités pour renoncer à utiliser une certaine quantité d'eau de manière temporaire ou permanente. Dans le bassin du Rio Grande aux

États-Unis par exemple, en cas de sécheresse, les paysans sont en mesure de réduire leurs pertes en vendant l'eau aux municipalités, si le revenu qu'ils en tirent est supérieur à ce qu'ils auraient perçu en utilisant cette eau dans leur activité. Des transferts peuvent se concevoir entre acteurs dans un même périmètre d'activités, comme c'est le cas dans certains systèmes d'irrigation, où des permis d'utilisation sont échangeables et peuvent aller à ceux susceptibles d'en tirer le meilleur profit.

Un dispositif permettant ce genre de transferts est le système de banques d'eau, par lequel une agence publique agit comme intermédiaire entre vendeurs et acheteurs potentiels de quantités d'eau réservées. Cela permet aux vendeurs de tirer profit de comportements de rationnement de la ressource, et pour les acheteurs de réduire l'incertitude à laquelle ils sont confrontés face au risque de sécheresse en matière notamment de quantités accessibles et de prix de la ressource. Ces dispositifs existent depuis longtemps dans l'Ouest américain, ou en Espagne. Il existe également des dispositifs de transferts temporaires de droits d'eau, comme avec les *dry-year options*, qui permettent à des agences municipales de payer une prime avant la saison des pluies leur accordant le droit d'acheter de l'eau aux paysans de manière préférentielle, en cas de précipitations inférieures à un seuil prédéfini. Dans ce cas, la valeur d'une option représente l'intérêt pour l'acheteur de partager le risque de variabilité de l'offre d'eau avec le vendeur. C'est à nouveau aux États-Unis que l'on trouve principalement ces dispositifs.

De manière générale, ces marchés de l'eau ont besoin d'un terrain institutionnel mature pour s'épanouir. On les trouve le plus souvent dans des pays riches, soumis par endroits à un stress hydrique important, et ayant l'expérience des systèmes d'allocation de ressources environnementales reposant sur le principe de permis échangeables. Cependant, ils existent également dans certains pays à revenu intermédiaire, comme en Chine, en Afrique du Sud ou au Mexique, et apparaissent même de manière

informelle dans certains pays en développement comme le Pakistan (Grafton *et al.*, 2010).

Il ne faut cependant pas se méprendre sur la capacité de ces marchés à contribuer à la gestion de la demande d'eau. Ils sont certes efficaces d'après l'expérience que l'on peut en avoir, et même d'autant plus efficaces que les acteurs concernés font face à une pénurie d'eau plus sévère. Mais ils ne peuvent venir qu'en appoint des autres dispositifs évoqués précédemment, tant ils sont exigeants sur le plan institutionnel (A. Richards, 2002), et du fait qu'ils ne portent jusqu'ici que sur des quantités d'eau marginales à l'échelle des problèmes qui se posent.

Le rôle du prix de l'eau

Nous avons jusqu'ici laissé de côté une question fondamentale : comment obtenir les changements dans les usages de l'eau préconisés dans les paragraphes précédents ? Comment parvenir à mieux utiliser l'eau de pluie, comment améliorer la qualité de l'eau, comment augmenter la productivité des usages de l'eau ou orienter l'eau vers des usages plus productifs ? Les réponses ont été évoquées à mesure que nous abordions les questions, mais il s'agissait pour l'essentiel de réponses d'ordre technique ou organisationnel. Cela n'est pas suffisant, car il faut se demander pourquoi ces solutions n'ont pas déjà été adoptées, si elles permettent effectivement d'améliorer la gestion de l'eau. C'est donc la question du changement qui est posée ici, plus exactement des moteurs du changement. Changement de méthodes, d'organisation, de comportements. On peut considérer qu'il existe en tout et pour tout trois moteurs de changements fondamentaux des comportements humains : la coercition, l'incitation, et la persuasion. La coercition est incontournable, et fait partie intégrante de l'arsenal des mesures de gestion de l'eau : il faut édicter des normes et les faire respecter, il faut restreindre certains usages problématiques (comme

l'arrosage des jardins privés en période de sécheresse aiguë), il faut imposer des accès à l'eau prioritaires, comme par exemple à destination des populations les plus pauvres. De manière beaucoup plus générale, le secteur de l'eau est occupé en grande partie par l'État, qui y joue un rôle majeur en tant que régulateur et producteur de services très divers (un point développé au [chapitre 6](#)). Mais les limites de ce que peut faire la puissance publique en la matière apparaissent rapidement. Il n'est pas possible (et pas davantage souhaitable) de contrôler ou coordonner tous les comportements de tous les acteurs dans le domaine de l'eau. L'État ne peut pas forcer les paysans à adopter telle ou telle méthode d'irrigation, ou obliger les individus à restreindre leurs usages de l'eau dans le cadre domestique. Les changements de comportement de cet ordre ne peuvent reposer que sur l'incitation ou la persuasion. Cette dernière peut être guidée par le sentiment de faire ce qui est bien ou juste, comme par exemple ne pas faire un usage excessif d'eau dans les tâches domestiques. Mais l'on comprend aisément qu'une politique de l'eau ne peut pas s'appuyer sur la persuasion, qui ne peut avoir d'effet qu'à la marge de certains comportements. Reste l'incitation, qui est un moteur clé dans la mesure où elle repose sur l'intérêt pour un acteur de modifier son comportement selon le coût que cela représente pour lui d'une part, et ce qu'il peut en retirer comme bénéfice d'autre part.

C'est ici qu'intervient le prix de l'eau¹¹, comme paramètre susceptible de réorienter les comportements dans le sens souhaité. Et c'est à ce titre une erreur de le considérer comme une mesure envisageable parmi toutes les autres pour mieux gérer l'eau. Tout ce que nous avons évoqué précédemment fait partie des moyens techniques ou organisationnels destinés à augmenter l'accessibilité à l'eau, à restreindre les besoins d'eau, ou à améliorer l'efficacité des usages de l'eau. Mais pour que ces moyens soient adoptés et appropriés par les acteurs concernés, il est nécessaire que

ceux-ci y voient leur intérêt, et seule une modification des incitations qui motivent leur comportement peut susciter ce changement de perception.

Le prix de l'eau peut alors jouer plusieurs rôles, dans la mesure où aucune des mesures envisagées précédemment n'est tenable ou rationnelle si l'eau est gratuite. Ainsi toutes les politiques reposant sur l'offre impliquent des coûts qu'il faut pouvoir couvrir, qu'il s'agisse d'étendre les infrastructures de distribution, d'augmenter les quantités d'eau traitées, ou d'améliorer les capacités de recyclage. Seule une tarification ou une taxation de l'eau (peu importe comment le principe est introduit) permet d'y parvenir. Par ailleurs, la réallocation de l'eau vers des usages plus productifs ne peut se faire que si l'utilisateur en retire un avantage spécifique. C'est le cas si ne rien faire lui coûte quelque chose, le coût d'opportunité de ne pas faire un usage plus productif de l'eau, qui est d'autant plus élevé que le prix de l'eau l'est également. Enfin, l'eau est évidemment d'autant plus gaspillée qu'elle est gratuite, puisque les coûts du gaspillage ne sont pas supportés par les utilisateurs. Inversement, lutter contre les gaspillages et les pertes implique à nouveau des coûts qu'il faut recouvrer, et dans le même temps un changement de comportement des utilisateurs. Le prix de l'eau vient en appui des deux exigences, et on constate que quand le prix de l'eau converge vers son niveau économiquement rationnel, ces gaspillages et pertes diminuent.

On reconnaît dans ces orientations générales les principes d'une gestion rationnelle d'une ressource par le rationnement de la demande et la stimulation de l'offre. Nous avons vu précédemment qu'un marché de l'eau comme il en existe pour les autres matières premières n'était pas envisageable pour diverses raisons. Mais s'il n'est pas concevable d'avoir un marché de l'eau comme il y en a pour le pétrole, il n'est pas davantage concevable de traiter l'eau comme un bien libre, échappant au problème de la rareté. C'est pourtant comme tel que l'eau est largement considérée partout dans le monde, surtout dans le secteur agricole. Le résultat est un

cercle vicieux qui rend la gestion de l'eau de plus en plus compliquée : les moyens manquent pour construire ou simplement entretenir les infrastructures de l'eau ; la disponibilité de la ressource est défectueuse, en quantité comme en qualité, d'autant plus que les gaspillages et pertes se multiplient ; les utilisateurs sont d'autant moins disposés à payer pour l'utiliser, ce qui entretient le manque de moyens...

La seule issue est la tarification de l'eau, qui permet au contraire d'enclencher éventuellement une dynamique vertueuse : les infrastructures sont construites et entretenues ; l'eau est davantage disponible et de meilleure qualité ; les prix demandés aux utilisateurs peuvent être généralisés et pourquoi pas augmentés ; ce qui accroît les capacités de financement pour étendre et maintenir les réseaux... En l'absence de tarification de l'eau, la situation est que la moitié de la population mondiale ne bénéficie pas de l'adduction d'eau à domicile, tandis que plus de 80 % des ménages ont l'électricité (ce n'est assurément pas la seule explication) ; ou que les agriculteurs ne considèrent pas l'eau comme un facteur de production, mais comme une ressource en accès libre.

Il y a cependant des limites à ce que le prix de l'eau peut faire en matière de gestion de la ressource, comme nous l'avons relevé précédemment. La principale est que la tarification n'est pas la solution pour gérer efficacement les fonctions écologiques de la ressource, qui contribuent de manière essentielle à l'équilibre des écosystèmes, du fait que les comportements utilisateurs ne tiennent globalement pas compte de ces fonctions. Une autre est que lorsque les mêmes quantités d'eau sont utilisées pour plusieurs usages, comme c'est le cas dans le cadre des dispositifs de recyclage ou de réutilisation, ou lorsque plusieurs services de l'eau sont fournis simultanément, un prix uniforme n'est pas adapté. Enfin, se pose la question de l'accès à l'eau en tant que droit humain (question abordée plus en détail au [prochain chapitre](#)), qui peut entrer en contradiction avec le principe de tarification, notamment pour les

populations les plus vulnérables n'ayant pas les moyens de s'acquitter du prix. Il existe cependant des dispositifs de tarification différenciée selon les utilisateurs aisés à mettre en place.

Les méthodes de tarification de l'eau

On constate dans le monde des différences de méthodes selon le degré de maturité des marchés liés à l'eau et les efforts de gestion engagés par les pouvoirs publics. Sans surprise, c'est dans les pays industrialisés que la tarification rationnelle de l'eau s'observe le mieux, alors que le phénomène est encore embryonnaire dans les pays en développement. Deux paramètres caractérisent essentiellement les principes de gestion des usages de l'eau par la tarification : le taux de couverture des différents coûts associés à la fourniture de l'eau ; l'évolution des tarifs selon les quantités consommées.

En matière de couverture des coûts de l'eau, l'éventail est large entre une couverture totale et la gratuité de la ressource. Des pays tels que le Danemark ou l'Australie sont sur la voie de la couverture non seulement des coûts d'exploitation et de maintenance des infrastructures, mais également des coûts de financement du capital. De fait, le prix de l'eau est le plus élevé au Danemark, près de 6,50 euros le m³ à Copenhague, contre 6,20 euros à Perth en Australie (prix municipaux pour usage domestique). La ressource est quasiment gratuite en Arabie saoudite ou en Égypte, entre 0,25 et 0,5 euro, et simplement gratuite en Irak, au Turkménistan ou en Libye, des pays où le stress hydrique est pourtant élevé. La notion de coûts de fourniture de l'eau n'est cependant pas facile à cerner, car ceux-ci ne concernent pas seulement les investissements en infrastructures d'adduction et de traitement, les dépenses d'exploitation ou le service de la dette (OCDE, 2010_b). Il faudrait également pouvoir tenir compte du coût d'opportunité des usages (un usage spécifique en empêche d'autres, qui peuvent éventuellement en dégager une valeur plus élevée en amont ou en

aval de la ressource), du coût en termes de dégradation de l'environnement (atteintes diverses aux écosystèmes dues aux infrastructures), du coût des prélèvements excessifs et des risques d'épuisement de la ressource, des coûts administratifs de gouvernance de l'eau, et des coûts des dégâts provoqués par les inondations par exemple, la liste n'étant probablement pas exhaustive. Sans parler du fait que tous ces coûts ne sont pas uniformes géographiquement, et devraient donner lieu à des estimations différenciées sur un territoire donné. Il va sans dire qu'aucun pays n'a adopté une gestion aussi rationnelle du prix de l'eau. Certains s'en rapprochent plus que d'autres, pour des raisons généralement liées au stress hydrique qu'ils subissent, les « modèles » en la matière étant par exemple Israël ou Singapour.

Un autre élément clé est la manière de faire varier (ou non) les tarifs de l'eau selon les quantités consommées. Il existe à cet effet trois méthodes de tarification très différentes (Tietenberg, 2012, pp. 223-228). Une première repose sur le principe de prix forfaitaire, sans rapport avec les quantités consommées, mais fondée sur des critères socio-économiques, tels que la taille de l'exploitation dans l'agriculture, ou la taille du ménage dans le secteur domestique. C'est la plus répandue dans le monde, notamment pour les utilisateurs agricoles, mais la plus absurde, puisqu'elle ne crée aucune incitation à conserver la ressource, au contraire.

Une deuxième méthode est la facturation volumétrique, qui implique de pouvoir mesurer les quantités d'eau effectivement utilisées, ce qui est loin d'être toujours possible, surtout dans l'agriculture (il faut installer des compteurs, ce qui s'avère coûteux et compliqué). Trois modes de tarification sont ici possibles. Fixe quelles que soient les quantités consommées (le prix par unité reste le même) : très répandu pour sa simplicité, ce principe n'est pas très efficace, puisque le coût d'utilisation de l'eau n'augmente pas avec les quantités, ce qui n'est pas le cas du coût de la fourniture à long terme. Décroissante avec les quantités consommées

(le prix diminue) : répandu également, notamment à destination des gros consommateurs industriels, mais très inefficace puisqu'il crée une incitation à augmenter la consommation et éventuellement les gaspillages d'eau. Croissante avec les quantités consommées (le prix à l'unité augmente) : le principe a tendance à se diffuser dans le monde par prise de conscience de son efficacité (il a été adopté au Portugal, en Espagne, en Italie, en Australie, à Hong Kong, au Japon, en Corée du Sud et en Israël), puisqu'il permet effectivement de tenir compte du fait que des prélèvements croissants sur les ressources en eau impliquent des coûts croissants. Par ailleurs, ce principe permet de faire en sorte que les consommateurs de faibles volumes paient moins que les gros consommateurs, et éventuellement ne paient rien du tout si l'objectif est de garantir un accès minimum à la ressource, sans pour autant créer une incitation au gaspillage (ce qui se fait à Durban en Afrique du Sud par exemple).

Enfin, une dernière méthode est la tarification sociale, qui peut aller jusqu'à la gratuité de la ressource pour certains consommateurs (domestiques), gratuité qui peut être financée par exemple par des systèmes de subvention croisée entre utilisateurs (comme c'est le cas en Belgique flamande).

Les différences de tarification entre pays

Les différences de prix de l'eau entre pays sont encore très conséquentes, et elles ont eu tendance à se creuser récemment, à mesure que certains d'entre eux (les pays développés surtout) tentaient de mettre en place une gestion plus rationnelle de la ressource. Si le prix de l'eau est aujourd'hui de près de 6,50 euros le m³ à Copenhague, il n'était que d'environ 1,50 euro (équivalent actuel) en 2001. On constate par ailleurs que le rythme d'augmentation des prix est plus rapide dans les pays développés que la moyenne mondiale (7 % aux États-Unis en 2014, contre

près de 4 % dans le monde par exemple), et que ces augmentations sont supérieures à l'inflation (1,7 % aux États-Unis en 2014), signe d'une volonté de faire peser davantage les coûts de l'eau dans le budget des utilisateurs.

Plus globalement, on observe les évolutions suivantes au cours des deux dernières décennies : passage de structures tarifaires dégressives et à redevance fixe à des dispositifs tarifaires au volume et progressifs par tranche ; abandon progressif de la composante forfaitaire des principes de tarification au profit d'une composante volumétrique ; tendance croissante à facturer l'évacuation des eaux usées sur la base des coûts de traitement effectivement supportés par les fournisseurs de service ; distinction sur les factures d'eau des redevances pour le traitement et pour la distribution de l'eau ; réduction des subventions à l'exploitation de l'eau. En outre, si les différences entre pays sont encore notables, il y a convergence des pratiques.

Mais la comparaison des prix de l'eau dans le monde reste un exercice difficile, tant les paramètres intervenant dans leur détermination sont nombreux, et locaux, au point que les écarts peuvent être notables, y compris entre différents endroits d'un même pays : de 0,53 à 3,14 dollars le m³ aux États-Unis selon les villes (prix de 2011), de 0,17 à 0,59 dollar en Chine, de 0,05 à 0,28 dollar en Inde (GWI, 2011). De manière générale, le prix de l'eau varie selon quatre variables : les volumes prélevés ou consommés par les utilisateurs ; les caractéristiques géographiques et techniques du service fourni, qui déterminent les coûts de production ; les exigences en matière de qualité de l'eau, qui influencent également les coûts ; le degré d'implication des pouvoirs publics dans la gestion de l'eau. Certains pays excellent dans l'application de formules complexes pour le calcul des prix, comme la France, où les prix tiennent compte des quantités d'eau utilisées, de la pollution générée, d'un coefficient sectoriel selon les différents types d'utilisateurs, d'un coefficient environnemental (mesurant

la capacité d'absorption des polluants), et depuis une loi de 2006 de la possibilité d'ajuster le prix dans les communes touristiques en fonction de la variation saisonnière de la population locale.

Ceci dit, on peut repérer dans les paramètres de détermination des prix de l'eau des éléments de corrélation qui permettent malgré tout d'établir des comparaisons mondiales (Zetland et Gasson, 2012). Ainsi des tarifs de l'eau plus élevés semblent corrélés aux éléments suivants : une population plus faible (par effet de déséconomies d'échelle, qui permettent moins facilement d'amortir des investissements en infrastructures), et notamment un pourcentage plus faible de la population urbaine bénéficiant des services de l'eau ; une moindre disponibilité d'eau (par effet de rareté classique) ; un risque moindre de pénurie (du fait d'une consommation plus faible et des exigences de financement de la disponibilité de la ressource) ; un niveau de vie plus élevé (la capacité ou la volonté de paiement jouent ici leur rôle traditionnel de régulateurs de la demande) ; une confiance plus élevée des utilisateurs dans la qualité du service fourni (là encore un effet demande classique) ; une gouvernance de l'eau plus efficace (les utilisateurs sont davantage prêts à payer pour un service qui est par ailleurs de meilleure qualité). On retrouve là les composantes du cercle vertueux de la fourniture de l'eau relevées précédemment, à savoir qu'une meilleure gestion de l'eau permet d'imposer des prix plus élevés aux utilisateurs qui comprennent que leur argent est bien utilisé, ce qui autorise une extension et une amélioration des services fournis. à l'inverse, une gouvernance incompétente auto-entretient une qualité de service médiocre. C'est souvent par populisme que les pouvoirs publics décident de rendre l'accès à l'eau gratuit, que ce soit pour éviter les mouvements de contestation sociale ou « acheter » des suffrages. Mais le résultat est invariablement le même, quel que soit le niveau de développement : les consommateurs d'eau en Arabie saoudite ou en Inde paient un accès à l'eau extrêmement bon marché pour une fourniture de service intermittente. Un autre effet pervers d'une eau bon

marché mais peu accessible est que les alternatives s'avèrent systématiquement plus chères que ce que serait le prix si la gestion de la ressource était plus rationnelle. Les populations pauvres des zones urbaines dans les pays en développement payent l'eau transportée à d'eau d'homme jusqu'à 12 fois ce que paient les populations plus aisées raccordées au réseau de distribution dans les quartiers plus favorisés (Camdessus *et al.*, 2004). En comparaison, certains habitants de Phnom Penh au Cambodge ou de Manille aux Philippines paient désormais pour l'eau qu'ils consomment un prix plus faible que ce que demandaient les vendeurs du secteur informel auparavant, mais suffisant pour entretenir les infrastructures (GWI, 2011).

Les différences de tarification entre secteurs utilisateurs

Les différences de prix de l'eau s'observent également entre les secteurs utilisateurs. Les prix agricoles sont généralement bien plus faibles que les prix industriels ou domestiques, en raison en partie d'une plus faible qualité de la ressource exigée dans ce secteur, et d'un coût du capital moins important pour amener l'eau aux activités. Mais l'explication principale est politique, et réside dans la volonté des pouvoirs publics de subventionner l'accès à la ressource pour des raisons diverses selon les contextes : pour éviter toute contestation du monde paysan ; afin de maintenir artificiellement un prix plus faible des denrées alimentaires ; pour maintenir un minimum d'activités agricoles supposées garantir la sécurité et l'autonomie alimentaires ; par simple faiblesse politique face à des lobbies agricoles puissants. On estime globalement que l'eau dans ce secteur est tarifée à hauteur de 10 à 50 % des coûts d'exploitation et de maintenance des systèmes de distribution, et que cela représente à nouveau 10 à 50 % de la valeur de l'eau en termes de productivité agricole. On est donc loin de la « vérité des prix » dans ce secteur, et il faudrait que le prix de l'eau y soit

multiplié par un facteur allant de 4 à 100 pour s'en rapprocher, des augmentations politiquement suicidaires (Perry, 2003).

Il faut cependant noter que la situation évolue dans les pays de l'OCDE depuis une décennie, et que les taux de recouvrement des coûts dans l'agriculture irriguée y ont augmenté de manière importante, atteignant dans certains cas selon les bassins hydrographiques des niveaux proches de 100 % pour les coûts d'exploitation et de maintenance, et également parfois pour les coûts d'investissement (OCDE, 2010_a). Précisons toutefois que les taux les plus élevés sont obtenus dans les pays où l'agriculture est bien davantage pluviale qu'irriguée, comme la Suède, le Royaume-Uni, le Danemark, la Finlande ou l'Autriche. Le problème du recouvrement des coûts agricoles par des prix suffisamment élevés est donc de plus en plus un problème de pays en développement. Il est presque inutile de préciser que c'est l'explication principale des énormes pertes et gaspillages d'eau observés dans l'agriculture, et que la marge d'amélioration de la gestion de la ressource qui en découle est de fait importante. On estime d'ailleurs que si les prix des produits agricoles reflétaient le coût de leur contenu en eau, la part des prélèvements mondiaux consacrés à l'agriculture pourrait baisser de 70 % à moins de 50 % (Camdessus *et al.*, 2004, p. 200).

Nous avons déjà évoqué à ce sujet le principe de tarification volumétrique de l'eau, moins inefficace que la tarification forfaitaire fixée selon la taille de la surface cultivée. On peut s'attendre à ce que confronté à ce principe, un agriculteur réduise ses prélèvements d'eau tout en essayant de maintenir son niveau de consommation, la différence étant gagnée par l'adoption de techniques d'irrigation plus efficaces. Le résultat peut alors dans le meilleur des cas être une moindre pression sur la ressource, une productivité agricole améliorée, sans augmentation de la facture d'eau du producteur. Un autre exemple nous est donné par la différence de productivité observée entre l'agriculture irriguée alimentée par l'eau souterraine ou l'eau de surface. Dans le premier cas, les paysans supportent

au minimum le coût de pompage de l'eau, alors que l'eau de surface apportée par canaux est souvent gratuite. Ils sont alors incités à faire le meilleur usage possible de cette ressource payante, et l'on observe de fait que l'eau souterraine est beaucoup plus productive que l'eau de surface : en Inde, les rendements agricoles de l'eau souterraine sont de 20 à 300 % plus élevés que ceux de l'eau de surface (Siebert *et al.*, 2010).

Le problème se pose moins pour les industriels, plus conscients que les agriculteurs du coût de la ressource, et davantage soumis à des contraintes de prix de l'eau qui les obligent à en rationaliser l'usage, puisqu'elle est alors considérée comme un facteur de production, principalement dans les pays riches. Nous avons eu l'occasion de souligner au [chapitre 2](#) que la productivité de l'eau avait augmenté dans les secteurs agricoles et industriels au cours des dernières décennies. Mais alors que l'explication dans l'agriculture réside essentiellement dans l'amélioration des rendements pour des raisons étrangères à la manière d'utiliser l'eau (la révolution verte grâce au progrès des techniques employées), l'industrie s'est efforcée de faire un usage plus efficace de l'eau elle-même, et la facturation de l'eau y est évidemment pour beaucoup.

C'est pour les usages domestiques et urbains que l'on observe encore les écarts de prix les plus importants entre pays et au sein de chaque pays, selon les paramètres relevés plus haut. C'est également à leur rencontre que l'on constate les efforts les plus importants de la part de la puissance publique pour établir le principe de couverture des coûts d'adduction et de traitement. Les raisons sont probablement multiples, mais deux sont certainement essentielles : donner accès à l'eau aux populations urbaines suppose des infrastructures plus denses que dans l'agriculture, qu'il faut financer et entretenir tant bien que mal (ce qui est d'autant plus facile que les populations urbaines sont denses et riches) ; les populations urbaines ne peuvent pas s'organiser en lobbies pour faire pression sur les gouvernements de manière à éviter de payer l'accès à l'eau (elles sont trop

dispersées pour cela, et l'eau ne constitue pas une part suffisamment importante de leur budget pour que ce soit intéressant).

Quelles sont les conséquences d'un prix de l'eau éloigné de son niveau rationnel, quel que soit le sens que l'on veuille bien donner à ce terme ? Dans la mesure où l'accès à l'eau comporte toujours un coût, quelle que soit l'utilisation, la différence entre prix et coût doit bien être supportée d'une manière ou d'une autre. Il y a alors deux situations possibles.

Premièrement, la différence peut être couverte par d'autres sources que la facturation, auquel cas on en vient aux problèmes de financement de l'accès à l'eau (question traitée au [chapitre 6](#)), qui peuvent faire intervenir les recettes fiscales (ou la dette publique) ou l'aide internationale dans le cas des pays en développement. Mais notons que dans ce cas de figure, l'effet d'incitation provoqué par la facturation de l'eau est perdu, puisque rien ne vient en appui d'une modification du comportement des utilisateurs. Il est même envisageable que certaines sources de financement « externes » soient désincitées par le constat de cette différence entre prix et coût, comme on l'observe par exemple avec la baisse des financements provenant des ONG et autres agences d'aide, découragées par le fait que les gouvernements restent réticents à faire payer l'eau, et dubitatives sur l'efficacité de leurs apports dans ce cas.

Deuxième possibilité, la différence reste non couverte, et une multitude de coûts et dysfonctionnements en résultent, sous différentes formes : la dégradation des infrastructures elles-mêmes en premier lieu ; la dégradation de l'eau en quantités et en qualité, et finalement l'épuisement des ressources dans certains cas ; l'obligation de devoir payer l'eau à un prix exorbitant sur un marché informel (les porteurs d'eau) ou non (l'eau en bouteille) lorsque l'on ne fait pas partie des personnes ayant accès au réseau ; pire encore, le fait de consacrer l'essentiel de son temps à la collecte d'eau pour les besoins de subsistance ; la dégradation des écosystèmes éventuellement. Lorsque l'on sait que l'eau est le domaine

dans lequel le taux de couverture des coûts d'infrastructures est le plus faible parmi toutes les catégories d'infrastructures publiques, on mesure le chemin qu'il reste à parcourir pour arriver à une gestion saine et efficace de la ressource.

Conclusion

Les méthodes de gestion des ressources en eau, qu'il s'agisse de moyens techniques ou d'instruments économiques, sont donc extrêmement nombreuses, et leur adoption doit reposer sur leur adéquation avec les spécificités locales des problèmes d'accès à l'eau. Cette adoption dépend pour l'essentiel de la volonté politique d'améliorer cette gestion, dans la mesure où l'État domine largement la régulation du secteur. Il s'agit donc d'une question de bonne gouvernance, qui sera abordée au [chapitre 6](#). Avant d'y parvenir, il nous faut explorer d'autres conditions préalables indispensables pour la bonne gestion de l'eau, et qui déterminent la capacité des acteurs du secteur à s'approprier les solutions explorées dans ce chapitre. Ils ne peuvent le faire que si les règles d'allocation des ressources en eau sont clairement établies, et s'ils sont prêts à les respecter, autrement dit si la coopération l'emporte sur le conflit.

5

Les conditions d'accès à l'eau, entre conflit et coopération

Les [chapitres précédents](#) ont largement illustré l'idée que les ressources en eau font l'objet d'usages concurrents, et ce dans des proportions de plus en plus importantes. Il n'est pas surprenant de noter que le terme « rival » vient du latin *rivalis*, signifiant « ceux qui ont droit d'usage sur un même ruisseau », et qu'il partage la même étymologie avec « rivière », à savoir *rivus*, qui signifie « ruisseau, courant d'eau ». Nous avons noté les usages concurrents entre activités humaines et besoins des écosystèmes, entre les différents secteurs d'activités, entre zones rurales et urbaines, entre individus sur un même réservoir d'eau, entre usages en amont et en aval d'un cours d'eau... tout ceci dans un contexte où les pressions quantitatives et qualitatives sur les ressources ne font qu'augmenter du fait des évolutions démographique et économique, auxquelles il convient d'ajouter les objectifs fixés par la communauté internationale en termes d'accès à l'eau dans les pays en développement.

Ces pressions accumulées posent un problème d'allocation des ressources en eau qui, pour être géré dans de bonnes conditions, exige que des droits d'usage de l'eau soient clairement établis, et que les acteurs qui

en bénéficient s'entendent sur une utilisation non conflictuelle de ces ressources.

Le potentiel conflictuel des usages concurrents de l'eau

Lorsque les conditions le permettent, ce genre de problème est réglé par les mécanismes de marché que nous avons évoqués au [chapitre précédent](#) : l'offre et la demande s'ajustent grâce à un prix déterminé sur un marché, qui permet d'allouer les offres les plus compétitives aux demandes les plus motivées. C'est la manière de procéder à l'allocation de la plupart des ressources rares, y compris de nombreuses ressources naturelles telles que les ressources minières. Dans le cas de l'eau, le prix sert au mieux à couvrir les coûts de fourniture comme nous l'avons vu, mais en aucun cas ne permet d'assurer pleinement les fonctions habituelles de rationnement de la ressource à court terme, ou d'orientation des comportements d'offre et de demande à long terme.

Mais il faut bien que l'allocation des ressources se fasse, sur la base d'autres mécanismes. Deux dominent dans le secteur de l'eau : le principe du « premier arrivé, premier servi » ; l'allocation régulée par la puissance publique. Nous avons vu au [chapitre précédent](#) que l'exploitation des ressources en eau souterraines se faisait souvent selon le premier, avec comme conséquence l'épuisement des ressources, l'Inde en étant une illustration emblématique. Mais le principe a plus généralement présidé au déploiement des usages de l'eau dans beaucoup d'autres situations : les communautés rurales se sont longtemps appropriées l'eau selon le principe du premier occupant, comme dans l'Ouest américain au moment de la conquête ; la plupart des villes ont été créées et étendues en l'absence de toute organisation concernant le prélèvement ou le traitement des eaux, chaque utilisateur cherchant à exploiter la source la plus abordable.

Cependant, le rôle de la puissance publique s'est peu à peu imposé dans ce secteur. Nous verrons au [chapitre suivant](#) qu'il existe de bonnes raisons pour que l'État y joue un rôle dominant. De fait, il préside à l'allocation des ressources en eau par des biais très variés : le monopole de la mise en œuvre des systèmes d'irrigation dans de très nombreux pays ; la définition d'usages prioritaires selon les secteurs (les activités extractives avant l'agriculture au Zimbabwe par exemple) ; la restriction réglementaire des usages de l'eau (l'interdiction d'arroser son jardin en cas de sécheresse en Californie) ; la fixation des tarifs de consommation de l'eau domestique et industrielle partout dans le monde ; la définition des normes de qualité de l'eau, surtout dans les pays riches ;...

Une conséquence de ces modes d'allocation des ressources en eau est qu'ils risquent d'entretenir des situations inéquitables, ou illégitimes, où les capacités d'appropriation des ressources et le pouvoir de les imposer constituent un fait accompli. Dans le secteur agricole, l'eau d'irrigation subventionnée est rapidement capitalisée dans la valeur des terres, augmentant les incitations des propriétaires à former un lobby farouchement opposé à toute idée de fixation de tarifs de l'eau plus rationnels. Dans les villes de nombreux pays en développement, les populations aisées raccordées au réseau de distribution d'eau s'opposent à son extension coûteuse, laissant les plus nécessiteux obligés de payer l'eau au porteur jusqu'à douze fois le prix du réseau. Et les exemples se multiplient, à mesure que les pressions sur les ressources en eau se font plus intenses, débouchant sur des situations contestables, susceptibles d'alimenter des relations conflictuelles. Dans le pire des cas, on observe des phénomènes de marginalisation écologique, comme pendant l'apartheid en Afrique du Sud, où la minorité blanche détenait l'essentiel des droits fonciers et de l'accès à l'eau afférant (Turton, 1998).

Ces relations conflictuelles ne sont pas sans effet en retour sur les capacités de gestion de l'accès à l'eau. Dans les cas où cette gestion

exigerait plutôt une approche par l'offre, le risque est que l'extension des capacités soit accaparée par une fraction privilégiée des utilisateurs : des systèmes d'irrigation au bénéfice des grands propriétaires fonciers, et au détriment des petits exploitants agricoles ; des systèmes d'adduction ou de traitement de l'eau auxquels seule une partie de la population urbaine aurait accès. Quant à la gestion de l'eau par la demande, elle exige des conditions spécifiques susceptibles de rendre l'idée de rationnement acceptable pour les acteurs concernés. Ceux-ci doivent pouvoir accepter de perdre certaines prérogatives en matière d'accès à l'eau (un usage *de facto* privilégié, l'absence de tarification), ce qui est difficilement concevable s'ils sont en position de force dans une situation conflictuelle. Il faut finalement s'attendre à des répercussions négatives sur les ressources en eau elles-mêmes : les populations marginalisées exerceront probablement des pressions supplémentaires sur des écosystèmes aquatiques déjà fragilisés ; les acteurs privilégiés continueront leurs prélèvements sans égard pour la préservation des ressources à long terme. Tout ceci est évidemment peu compatible avec les défis du développement durable que nous avons évoqués au [chapitre 3](#).

Ces relations conflictuelles ne soulèvent pas seulement des problèmes d'équité évidents. Il est également question d'efficacité de la gestion des ressources en eau, car une erreur serait de considérer que l'accès à l'eau est un « jeu à somme nulle », où ce que certains prélèvent représente un gain que compenserait la perte subie par ceux auxquels ces prélèvements échappent. Le développement durable, et particulièrement la bonne gestion des ressources en eau, est un jeu à somme positive, dont les gains peuvent être répartis entre toutes les parties prenantes. Les [chapitres précédents](#) nous en ont donné de nombreuses illustrations : l'entretien des infrastructures hydrauliques augmente les quantités et la qualité de l'eau disponible pour ceux qui y ont accès ; la coopération dans la gestion des aquifères permet d'éviter les phénomènes de « tragédie des communs » qui condamnent les

ressources en eau à l'épuisement ; de manière beaucoup plus générale, la bonne gestion de l'eau est facteur de développement humain, dont toute une population peut bénéficier. à l'inverse, les situations conflictuelles pour l'accès à l'eau entretiennent la dégradation des infrastructures, les gaspillages de ressources, la course aux prélèvements, les phénomènes de capture de rentes de situation qui débouchent sur des usages sous-optimaux des ressources en eau... et de nombreux autres dysfonctionnements peu compatibles avec des perspectives de développement durable. Coopération et coordination sont donc les clés de la gestion de l'accès à l'eau. Elles exigent l'une et l'autre que celui-ci soit régi par des règles claires et applicables.

Le statut de l'eau¹

L'allocation d'une ressource ne peut se faire dans de bonnes conditions que si des droits de propriété clairement établis permettent d'en régir l'usage et éventuellement l'échange. L'eau se trouve de ce point de vue dans une situation sans équivalent du fait de ses caractéristiques : indéfiniment renouvelable sous des formes liquides ou gazeuses au long de son cycle (consommation n'est pas destruction dans ce cas), elle est techniquement difficilement appropriable ; vitale et sans substitut, elle est éthiquement non appropriable. L'eau n'est à personne en particulier, et à tout le monde en général : elle est chose commune, et ce dans la plupart des cultures du monde depuis l'Antiquité. Lorsqu'elle existe, la propriété de l'eau ne porte donc jamais sur la ressource elle-même, mais sur les usages que l'on peut en faire, dont les contours sont extrêmement variés (consommation domestique, diversion d'un flux, déversement de polluants, navigation, activités de loisirs...). L'évolution de ces usages a déterminé historiquement le statut de l'eau, qui prend des formes différentes selon le

contexte politique, culturel, économique et géoclimatique dans lequel il est défini.

On peut distinguer très schématiquement des systèmes informels et formels de droits d'usage de l'eau, ainsi que des systèmes traditionnels et modernes. Les systèmes traditionnels ont longtemps présidé à l'allocation des ressources en eau, et continuent de le faire dans de nombreux cas dans les pays en développement. Essentiellement informels lorsqu'il est question de droit coutumier régissant le partage et l'usage raisonnable de l'eau au sein de communautés rurales, ils prennent un tour plus formel lorsqu'ils sont conçus dans le cadre des deux grandes traditions juridiques occidentales que sont le droit civiliste romain (dominant en Europe, en Amérique latine et une grande partie de l'Afrique) et la *Common Law* anglaise (en Amérique du Nord, Australasie, Inde, Pakistan et Afrique de l'Est)². Dans les deux traditions, les droits d'usage de l'eau, qu'elle soit de surface ou souterraine, ont longtemps été associés à la propriété des terres ou des infrastructures construites sur ces terres, la logique étant de privilégier l'accès à l'eau pour les propriétaires terriens l'utilisant pour développer les activités agricoles. La *Common Law* a fait évoluer ce droit pour tenir compte des rigidités de l'association stricte entre droits fonciers et usage de l'eau. à l'ouest des États-Unis au XIX^e siècle, il fallait permettre aux chercheurs d'or d'acquérir l'eau nécessaire à la prospection sur des terres fédérales publiques. La notion d'« appropriation antérieure », qui permet un accès à l'eau à quiconque est capable d'en faire un usage bénéfique, s'est imposée dans ce secteur, avant d'être étendue aux activités agricoles, y compris sur des terres privées, consacrant la séparation entre propriété des terres et droit d'usage de l'eau.

Ces systèmes traditionnels étaient satisfaisants tant qu'il était essentiellement question d'allouer des ressources en eau dans le monde rural pour des activités agricoles, et surtout tant que les prélèvements n'exerçaient pas de pression excessive sur les ressources disponibles. Mais

ils se sont progressivement heurtés aux contraintes imposées par les évolutions démographiques et économiques exposées au [chapitre 2](#). En particulier la notion d'« usage raisonnable » de l'eau, prégnante en droit traditionnel, était beaucoup trop floue pour pouvoir répondre aux exigences croissantes de quantification précise des prélèvements selon les usages, ou aux demandes de protection légale des investisseurs dans le secteur de l'eau, qui ont besoin de savoir précisément à quelle quantité d'eau ils peuvent prétendre. Le droit moderne de l'eau a donc évolué depuis les années 1960 vers la définition de droits formels explicites, spécifiant les quantités d'eau associées à chaque droit, et vers la mise en œuvre d'arrangements institutionnels pour l'allocation, l'enregistrement, le contrôle et l'application de ces droits. Non seulement ces droits ne sont presque plus du tout rattachés aux droits fonciers, mais ils sont dans certains cas transférables et échangeables sur des marchés créés de toutes pièces, comme nous l'avons vu au [chapitre précédent](#), ce qui permet d'orienter les ressources en eau vers les usages prioritaires. La tendance va jusqu'à créer des droits transférables pour gérer les problèmes de pollution de l'eau, lorsque la maturité des institutions en place le permet, comme c'est le cas en Nouvelle-Zélande, aux États-Unis ou en Australie.

Presque partout dans le monde se sont ainsi progressivement mises en place des administrations en charge de gérer les droits de l'eau. Elles le font de plus en plus dans un cadre conçu à l'échelle des bassins hydrographiques, pour assurer la cohérence de la gestion de l'eau avec ses caractéristiques physiques, et dans une perspective participative, impliquant le plus possible les parties prenantes à cette gestion, qu'il s'agisse de décideurs ou d'utilisateurs, souvent organisés en associations. On trouve ainsi des agences de bassin en France, en Espagne, au Mexique ou en Afrique du Sud (elles seront étudiées plus en détail au [chapitre 6](#)). Les fonctions de ces administrations incluent la définition des droits de prélèvement et de pollution de l'eau, leur introduction dans le système

légal, leur protection, ainsi que l'adoption de sanctions en cas d'infraction. Il s'est donc tissé au cours des dernières décennies, dans les pays riches et émergents essentiellement, une toile dense de droits de l'eau couvrant un éventail de plus en plus large d'usages, allant jusqu'à inclure dans certains cas l'eau de pluie. Du point de vue de la collectivité, ces évolutions représentent un progrès vers une allocation plus rationnelle des droits d'usage de l'eau, même si elles impliquent des coûts de transaction énormes, du fait simplement de la quantité et de la variété des droits à enregistrer. Du point de vue de leurs détenteurs, elles représentent une amélioration en matière de protection de ces droits, donc de leur valeur. Tout ceci est-il suffisant pour aller vers un développement durable des usages de l'eau dans le monde, garanti par un usage coordonné des ressources ?

Droit moderne de l'eau et développement durable

Rappelons que la notion de développement durable implique la combinaison exigeante de la croissance économique, de la protection des milieux naturels et du progrès social. Les [chapitres précédents](#) nous ont permis de voir à quel point le défi de la gestion de l'eau allait de plus en plus être un problème de rationnement de la ressource, et non plus seulement de capacité à en augmenter l'offre. Les pressions sont telles qu'il s'agit dans de nombreux cas de répartir des quantités difficilement dépassables entre des usages concurrents de plus en plus nombreux. Seuls des droits sur l'eau clairement définis et éventuellement transférables peuvent aider à réaliser une allocation des ressources en eau acceptable par les parties concernées. Les réformes des dernières décennies vont dans ce sens, mais se voient confrontées à un certain nombre de limites.

Tout d'abord, les cartes de la répartition des droits antérieure aux réformes récentes n'ont pas été rebattues. Pour l'essentiel, les systèmes législatifs réformés ont reconduit les droits acquis par le passé. Ceux-ci étant pour l'essentiel non transférables, les possibilités de réorganisation des droits sur l'eau selon le principe d'efficacité sont donc limitées à l'octroi de nouveaux droits après adoption de la nouvelle législation. à ce titre, les situations diffèrent selon l'état des pressions sur les ressources en eau, et vont des pays où aucun nouveau droit n'est susceptible d'être accordé étant donné la rareté de l'eau, à ceux prévoyant des usages libres sous certaines conditions : des prélèvements inférieurs à 20 m³ par jour sont exemptés de droits en Angleterre ; au Ghana l'eau prélevée principalement par des moyens manuels ne fait pas l'objet d'une autorisation accordée par une Commission spéciale ; l'Australie autorise le prélèvement d'eau souterraine pour les usages domestiques sans détention de droits formels.

L'octroi de nouveaux droits sur l'eau fait généralement l'objet de procédures administratives complexes, adossées à des instruments de gestion planifiée des ressources en eau, afin d'éviter l'allocation arbitraire de droits. On trouve ainsi en France des « Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux » conçus à l'échelle des bassins hydrographiques, une obligation partagée par tous les membres de l'Union européenne. L'allocation des droits se fait donc selon des priorités fixées administrativement en matière de développement économique : l'eau potable vient souvent avant l'eau d'irrigation, qui précède elle-même les usages industriels, prioritaires sur les activités récréatives. Pour assurer la légitimité de ces plans de répartition des droits sur l'eau, il est souvent prévu qu'ils soient élaborés sous l'œil vigilant de comités ou conseils représentatifs, impliquant les parties prenantes à l'échelle du bassin en question.

En résumé, les droits modernes sur l'eau, lorsqu'ils s'ajoutent à ceux préexistants, font l'objet d'une allocation administrative conçue de manière

à tenir compte des nouvelles contraintes en matière de gestion de l'eau. Mais rien ne garantit qu'ils soient répartis de manière à optimiser les usages de l'eau. Il faudrait pour y parvenir qu'ils soient parfaitement échangeables, de manière à ce que ceux susceptibles d'en retirer le meilleur bénéfice soient en mesure de les acheter à ceux qui en ont moins besoin, dans un échange mutuellement bénéfique. En l'état actuel de la répartition selon le principe d'usages prioritaires, il est parfaitement possible que les ressources en eau soient en partie gâchées (Tietenberg et Lewis, 2012, p. 214-215) : les détenteurs des droits ne les utilisent pas intégralement (c'est souvent le cas pour l'eau d'irrigation) ; l'allocation administrative selon le principe d'usage sectoriel prioritaire ne correspond pas aux valeurs les plus élevées tirées des usages individuels de l'eau ; les incitations à faire les investissements indispensables dans les secteurs moins prioritaires sont réduites ; les risques associés à la variabilité de la disponibilité de l'eau sont mal répartis (lors d'une pénurie exceptionnelle, les utilisateurs les plus affectés pourraient acheter des droits temporaires à ceux pour qui la réduction des ressources représente une moindre perte). Nous avons vu au [chapitre précédent](#) que certains pays favorisent les dispositifs de transferts ou de marchés de l'eau, mais à une échelle encore très restreinte. De fait, les obstacles sont nombreux, mais il faudrait en fait pouvoir comparer les coûts de mise en œuvre de ces dispositifs à ceux de l'inefficacité des usages de l'eau entretenue par l'allocation administrative des droits, ce que nous ne sommes pas en mesure de faire ici.

Qu'en est-il de la prise en compte des deux autres dimensions du développement durable que sont la protection de l'environnement et le progrès social ?

Les priorités environnementales figurent désormais systématiquement dans les plans d'allocation des droits d'usage de l'eau presque partout dans le monde, sous la forme de quantités d'eau réservées pour l'entretien des écosystèmes, dans des proportions évidemment variables selon les pays, et

probablement insuffisantes pour bon nombre d'observateurs. Ici, les questions d'efficacité de la répartition des droits se posent moins, car un marché de droits échangeables serait incapable de refléter la valeur environnementale de l'eau. La raison principale est que les atteintes à l'environnement représentent des coûts dont les responsables n'ont généralement aucun intérêt à tenir compte dans leur comportement ou dans leurs interactions avec autrui (ce que les économistes appellent des externalités). Ces coûts sont supportés par « les autres », qu'il s'agisse de la collectivité ou des générations futures, et aucun marché n'est en mesure de les intégrer dans son fonctionnement. Un exemple spectaculaire de dysfonctionnement de marché associé à une dégradation environnementale dans le secteur de l'eau est le rachat entre 1905 et 1928 de 90 % des droits d'eau détenus par les fermiers de la vallée d'Owens par la ville de Los Angeles. Parfaitement conforme à l'exigence d'allocation des droits d'eau selon le principe d'optimisation de la valeur de l'eau (le développement de la ville de Los Angeles représentait à cette époque un gisement d'« utilités » plus important que les activités agricoles périphériques), cette modification des droits d'usage de l'eau entraîna non seulement la disparition de l'agriculture dans cette zone située 400 km au nord de Los Angeles, mais également l'assèchement du lac Owens qui l'alimentait à partir de 1924.

La dimension sociale de l'accès à l'eau n'a pas été laissée de côté dans les réformes récentes du droit de l'eau. Pour l'essentiel il s'agit de reconnaître l'accès à l'eau (à une certaine quantité tout au moins) et à l'assainissement comme un droit fondamental. Au plan international, cette évolution s'est traduite par l'adoption à l'unanimité d'une résolution des Nations Unies en juillet 2010, reconnaissant le droit à l'eau potable et à l'assainissement. Au plan national, c'est en Europe que les États sont le plus avancés dans la traduction de cet objectif dans la législation (Smets *et al.*, 2011). En France par exemple, l'article 1 de la loi sur l'eau de 2006 stipule que « tout individu, pour l'alimentation et l'hygiène, a le droit

d'avoir accès à l'eau potable dans des conditions économiques abordables ». Le défi à relever consiste à rendre ce droit effectif, en définissant précisément ses contours (que signifie « abordable » par exemple ?), en adoptant les instruments juridiques adéquats pour le rendre opposable, et en donnant les moyens de mettre à niveau les équipements nécessaires pour que ce droit ne reste pas un vœu pieux. On peut bien sûr avancer qu'il est plus facile de s'imposer ces exigences lorsque la couverture des besoins est déjà presque intégrale, comme c'est le cas dans la plupart des pays européens. Mais le droit à l'eau fait son chemin un peu partout dans le monde, l'Afrique du Sud étant même l'un des premiers pays (en 1996) à inscrire dans sa Constitution le droit à l'eau (plus exactement à 25 litres par jour pour un ménage de huit personnes, et dans un rayon maximum de 200 mètres, depuis une loi adoptée en 2001).

Peut-on finalement dire que les avancées institutionnelles observées ces dernières décennies vont dans le sens d'une gestion rationnelle, équilibrée, et consensuelle des ressources en eau ? L'eau ne pouvant pas, pour des raisons techniques et éthiques, être ramenée au seul statut de bien économique échangeable, c'est la puissance publique qui a présidé à l'élaboration des règles d'allocation des ressources en eau, en tentant de rendre compatibles des usages concurrents de plus en plus nombreux et des exigences environnementales de plus en plus pressantes. Les résultats sont nécessairement insatisfaisants, dans la mesure où les clés de répartition des ressources en eau comportent une part d'arbitraire administratif. C'est d'autant plus le cas lorsque ces règles se substituent brutalement à des modes informels et traditionnels de gestion des ressources en eau encore en vigueur dans certaines communautés (principalement dans les pays en développement, un point abordé au [chapitre 6](#)). Mais globalement, les évolutions enregistrées vont dans la direction souhaitée pour faire face aux défis du développement durable dans le secteur de l'eau. Et nul doute qu'à l'avenir, le droit de l'eau continuera de se développer pour accompagner

une meilleure gestion des ressources en eau dans les États de droit. Ces évolutions sont non seulement souhaitables, mais assez prévisibles, dans la mesure où elles s'imposent dans les contextes nationaux. Il n'en va pas de même lorsque l'on considère une dimension de l'accès à l'eau que nous avons totalement laissée de côté jusqu'à présent, la dimension internationale.

La dimension internationale de l'accès à l'eau

Les pressions sur les ressources et les formes de concurrence dans l'accès à l'eau relevées jusqu'ici s'inscrivaient exclusivement dans le cadre d'États-nations souverains, au sein desquels les usages de l'eau se répartissent entre acteurs nationaux. Mais du fait que le cycle de l'eau et les réservoirs qui le composent sont de toute évidence totalement déconnectés des frontières nationales, l'exercice de la souveraineté nationale dans le secteur de l'eau ajoute une composante supplémentaire, et majeure, à la problématique des conflits et capacités de coopération dans l'allocation des ressources. Commençons par explorer l'ampleur du problème, en considérant les trois réservoirs naturels principaux que sont les cours d'eau, les lacs et les aquifères.

On compte 263 bassins transfrontaliers dans le monde, un chiffre qui évolue au gré des redécoupages de frontières nationales (il y en avait 214 avant la dislocation de l'Union soviétique et de l'ex-Yougoslavie). Environ un tiers de ces bassins est partagé par plus de deux pays, et dix-neuf par plus de cinq. Cinq bassins (Congo, Niger, Nil, Rhin et Zambèze) sont partagés par neuf à onze pays, tandis que treize autres (Amazone, mer d'Aral, Gange-Brahmapoutre-Meghna, Jourdain, Koura-Araxe, lac Tchad, Mékong, Niémen, La Plata, Tarim, Tigre-Euphrate et Vistule) comptent de cinq à huit pays riverains. Le Danube est le fleuve traversant le plus grand nombre de pays, dix-huit au total.

La même réalité peut s'observer du point de vue des surfaces terrestres couvertes par ces bassins transfrontaliers. Le total représente 47 % des terres émergées, hors Antarctique, et 90 % de la population mondiale. Une fraction du territoire de 145 pays en est une composante. Vingt et un de ces pays sont intégralement situés au cœur de bassins transfrontaliers, et douze autres voient plus de 95 % de leur territoire en faire partie, parmi lesquels on trouve le Bangladesh, la Biélorussie, la Hongrie et la Zambie. L'Afrique illustre mieux que n'importe quel autre continent cette interdépendance hydrologique. Le découpage artificiel des frontières il y a plus d'un siècle y a laissé 90 % des eaux de surface et trois quarts de la population situées dans des bassins transfrontaliers.

Si l'on adopte maintenant le point de vue des pays qui se situent dans ces bassins transfrontaliers, on constate que leur dépendance vis-à-vis des systèmes hydrologiques partagés varie énormément. Certains pays représentant une petite partie d'un bassin en termes géographiques peuvent en être fortement dépendants sur le plan hydrologique (le Bangladesh représente 6 % du bassin du Gange-Brahmapoutre-Meghna, alors que le bassin occupe les trois quarts du pays), tandis que l'inverse peut s'observer (un cinquième du bassin du Mékong se situe en Chine, mais le bassin n'occupe que 2 % du territoire chinois, contre 80 % du Laos et 90 % du Cambodge). La FAO (système Aquastat) publie un indice de dépendance hydrologique, qui mesure le pourcentage des ressources en eau renouvelables trouvant leur origine naturelle en dehors d'un pays donné. Cet indice est compris entre 0 % pour les pays insulaires et 100 % pour un pays comme le Koweït. Il est utile pour avoir une idée de l'autonomie dont bénéficie un pays quant à son accès à l'eau, sans être aucunement associé à la situation de stress hydrique (l'indice de dépendance hydrologique de l'Arabie saoudite est par exemple de 0 %, alors que le pays fait partie de ceux dont le stress hydrique est l'un des plus élevés dans le monde).

Les formes que prennent les usages concurrents des ressources en eau le long des bassins fluviaux transfrontaliers se regroupent en trois catégories. Il y a tout d'abord les usages potentiels portant sur les mêmes quantités d'eau, faisant qu'un prélèvement à un endroit réduit les capacités de prélèvement ailleurs (à court terme, précision cruciale) : la rétention de flux d'eau en amont d'un fleuve pour les besoins de l'irrigation dans un pays réduit les flux disponibles en aval pour d'autres besoins (y compris environnementaux) ; parmi les pays ayant des systèmes d'irrigation très développés, l'Égypte, l'Irak, la Syrie, le Turkménistan et l'Ouzbékistan dépendent de flux provenant de pays voisins à hauteur d'au moins deux tiers de leurs besoins (97 % dans le cas de l'Égypte). Il faut ensuite tenir compte des impacts des activités en amont des fleuves sur la qualité de l'eau en aval : le développement non coordonné des barrages peut causer l'envasement des réservoirs artificiels, empêchant les sédiments fertiles d'atteindre les plaines en aval ; les exemples ne manquent pas de pollutions urbaines et industrielles pouvant être transportées sur des centaines, voire des milliers de kilomètres, avant d'affecter la santé des populations humaines comme celle des écosystèmes. Enfin, il peut être question de concurrence entre usages simultanés de ressources en eau, comme lorsque des activités agricoles en aval d'un fleuve ont besoin d'eau pour l'irrigation au même moment où un pays en amont doit utiliser cette eau pour la production d'hydroélectricité, un problème classique auquel sont confrontés les pays d'Asie centrale.

Lacs et aquifères présentent des défis différents, du fait de leurs caractéristiques hydrographiques. Moins rapidement renouvelables que les fleuves du fait de leur rapport flux/stock très faible expliqué au [premier chapitre](#) (ou pas du tout renouvelables dans le cas des aquifères fossiles), ils amplifient les effets de concurrence quantitative entre usages alternatifs, et sont plus sensibles aux impacts des pollutions. D'autres problèmes viennent de la difficulté à délimiter les frontières étatiques autour de ces réservoirs

naturels, un problème qui ne peut exister avec les fleuves, qui soit constituent eux-mêmes des frontières naturelles (l'Amour matérialise la frontière entre la Russie et la Chine sur 1 600 km), soit traversent des frontières terrestres bien établies : les frontières maritimes des cinq États riverains de la mer Caspienne (Russie, Kazakhstan, Turkménistan, Iran et Azerbaïdjan) ne sont pas délimitées (un différent oppose même ces États sur la classification de ce réservoir naturel en tant que mer ou lac) ; un conflit frontalier oppose le Cameroun et le Nigéria à propos de l'île de Darak sur le lac Tchad.

Le cas des aquifères transfrontaliers est le plus compliqué, puisqu'ils ne s'inscrivent pas dans des frontières étatiques, et que les États riverains de ces réservoirs ont tendance à les exploiter sans réserve de manière non coordonnée. Une difficulté supplémentaire provient du fait que leurs ressources en eau sont difficiles à mesurer, et qu'elles sont invisibles à leurs utilisateurs tant qu'elles ne sont pas prélevées, ce qui soumet ces réservoirs au phénomène de « tragédie des communs » que nous avons relevé précédemment, par lequel les prélèvements se font sans aucune incitation à préserver les ressources, dans la mesure où une quantité conservée a toutes les chances d'être utilisée rapidement par autrui. L'interdépendance internationale se manifeste ici sous l'angle de la course à l'épuisement des ressources. On compte actuellement 592 aquifères transfrontaliers dans le monde susceptibles d'être victimes de ce phénomène (le recensement, réalisé par l'*International Groundwater Resources Assessment Centre*³, n'est pas définitif, notamment en Asie). Rappelons enfin qu'ils constituent plus de 95 % des ressources planétaires en eau douce, et qu'ils représentent souvent l'unique source d'approvisionnement dans les régions arides ou semi-arides.

Les multiples interdépendances internationales que nous venons de relever sont autant de sources de conflits potentiels dès lors que la souveraineté nationale s'exerce sur les ressources en eau. Au total, 60 %

des eaux utilisées dans le monde sont communes à plusieurs pays, ce qui revient à dire que ce qui est généralement perçu comme une ressource nationale est en fait bien souvent une ressource partagée, avec comme implication qu'il est question de répartir ces ressources sur deux plans simultanés, national et international : le Colorado fait en même temps l'objet de négociations entre les États-Unis et le Mexique et entre États américains riverains ; les ressources du Jourdain sont âprement convoitées par Israël, la Jordanie et l'autorité palestinienne, et doivent également être réparties entre usages ruraux et urbains nationalement. Notons au passage que cela ajoute au problème de la concurrence sur les ressources en eau le risque que des quantités d'eau fassent l'objet d'une double comptabilité par des pays qui surestimeraient ainsi leurs propres ressources (Margat, 2008).

Mais si les questions de définition du statut de l'eau, de délimitation de droits de propriété et de détermination de la valeur de l'eau deviennent beaucoup plus complexes dans un contexte international en l'absence d'autorité politique et de système administratif pour gérer les situations de tension, cela n'implique évidemment pas que les conflits sur l'eau soient inévitables. Parmi les vingt pays les plus dépendants de ressources hydriques externes d'après l'indice FAO, huit sont des pays européens vivant en parfaite entente avec leurs voisins sur ce plan. La dimension internationale de l'accès à l'eau oblige en fait à considérer que la sécurité hydrique est loin d'être uniquement une question de bonne gestion des ressources en eau à l'échelle d'un pays. Dans l'idéal, la gestion de l'eau dans chaque pays devrait être coordonnée au minimum avec celle des pays situés dans le même bassin hydrographique, de manière à éviter toute source de conflit et à pouvoir vivre en paix avec ses voisins. En réalité, les choses ont plutôt tendance à s'articuler inversement : des relations pacifiées entre pays voisins sont une condition préalable à la gestion coopérative de l'eau. Ce constat fournit une piste de réponse à la question cruciale : les tensions sur l'eau peuvent-elles être une cause ou sont-elles plutôt une

conséquence des situations de conflit entre pays ? Nous verrons ainsi que les tensions internationales à propos de l'accès à l'eau sont essentiellement un problème politique en reflet d'une situation de conflit préexistante.

Les facteurs de tensions internationales sur l'accès à l'eau

Une réponse plus complète oblige à explorer plus en détail les facteurs de tensions internationales autour des questions d'accès à l'eau. Une première évidence est que les « guerres de l'eau » annoncées pour le ^{xxi}^e siècle tardent à se manifester. Les deux dernières décennies n'ont pas manqué de prédictions annonçant qu'après le ^{xix}^e siècle au cours duquel on s'est battu pour l'or, après le ^{xx}^e siècle où l'on se battait pour le pétrole, le ^{xxi}^e siècle allait être celui des conflits pour l'accès à « l'or bleu », du fait de sa rareté croissante. On peut y voir l'effet de la fin de la Guerre froide, qui a laissé un « vide » que les préoccupations écologiques ont eu vite fait de remplir. Mais jusqu'ici, on ne répertorie aucun conflit armé entre États portant spécifiquement sur des questions d'accès à l'eau, pas davantage au ^{xxi}^e siècle qu'avant. Les spécialistes débattent cependant de l'éventualité d'un conflit de ce genre qui aurait pu avoir lieu le long du Tigre entre deux cités-États sumériennes, Lagash et Umma, dans le sud de l'Irak actuel, vers 2600 avant J.-C. La source de ce conflit serait un territoire contigu possédé et irrigué par Umma, puisque les textes qui le documentent ne mentionnent que la possession de ce territoire comme motif déclaré. Mais le contrôle du territoire en question impliquait en fait le contrôle des eaux permettant son irrigation, ce qui explique le qualificatif de « guerre de l'eau » associé à ce conflit. En dehors de ce cas éventuel, point de conflits armés ayant pour cause la rareté de l'eau ou les difficultés d'accès à la ressource. Une raison simple est que, contrairement au pétrole par exemple (transportable

internationalement), se battre pour de l'eau est absurde, puisqu'on n'augmente pas ses réserves en faisant la guerre à son voisin, à moins d'envahir son bassin hydrographique et éventuellement de le vider de sa population. Une autre raison plus subtile est qu'il peut s'avérer compliqué pour les belligérants de convertir des ressources renouvelables telles que des réservoirs d'eau supplémentaires en pouvoir accru (Homer-Dixon, 1999), alors que la confiscation de réserves de carburants fossiles fait partie des paramètres d'un grand nombre de guerres depuis un siècle, du fait notamment que ces sources d'énergie alimentent l'effort de guerre.

Il est également possible que des mécanismes d'ajustement spontanés, tels que les échanges internationaux d'eau virtuelle relevés au [chapitre précédent](#), contribuent à réduire les tensions en permettant aux pays pauvres en eau d'élargir leur accès à la ressource (Allan 1997). Le caractère indéfiniment renouvelable des ressources en eau est par ailleurs facteur d'atténuation de ces tensions, dans la mesure où l'incapacité à régler un conflit aujourd'hui n'a pas de conséquences décisives sur les possibilités de le régler plus tard. Une dernière explication est la multiplication récente des instruments politiques et diplomatiques facilitant les négociations internationales sur les questions d'accès à l'eau (un point développé plus loin), qui contribue très certainement à l'absence de « guerres de l'eau » malgré la rareté croissante des ressources.

Certains voient dans ces éléments la possibilité d'établir une relation inverse entre l'échelle géographique et le degré de violence caractérisant des relations entre acteurs sur la question de l'eau (Wolf, 1998) : des individus peuvent facilement s'entretuer pour obtenir l'eau dont ils ont besoin (comme l'illustrent les conflits interethniques alimentés par les difficultés d'accès à l'eau dans les zones arides comme la corne de l'Afrique par exemple), alors que des pays dépasseront difficilement le stade des tensions.

On observe à ce titre une grande variété de situations de tensions internationales alimentées par ces facteurs. Le *Pacific Institute* (<http://pacinst.org>), spécialisé dans l'observation des conflits de ce genre depuis la fin des années 1980, propose une typologie utile de ces situations (Gleick, 1993), et une mise à jour régulière de leur enregistrement⁴. Les ressources en eau ou les infrastructures de l'eau peuvent être utilisées comme armes par les belligérants : en 1986 la Corée du Nord a annoncé la construction d'un grand barrage sur le fleuve Han, en amont de Séoul, justifié par la production d'hydroélectricité, mais pouvant être utilisé pour détruire la capitale sud-coréenne ; pendant la guerre du Golfe, la coalition alliée a considéré la possibilité d'utiliser le barrage Atatürk situé sur l'Euphrate en Turquie pour couper l'accès à l'eau de l'Irak. Plus sous la forme de moyen de pression politique, la Turquie menaçait la Syrie dans les années 1990 de réduction du débit de l'Euphrate en cas de soutien à la rébellion kurde dans le sud-est du pays, et Israël utilise l'accès à l'eau pour réduire l'autonomie de la population palestinienne. De manière plus systématique, les ressources et infrastructures hydrauliques sont utilisées comme cibles : les barrages hydroélectriques sont souvent détruits pendant les guerres ; l'armée américaine bombardait les systèmes d'irrigation vietnamiens ; l'armée irakienne détruisait les usines de dessalement koweïtiennes au cours de sa retraite en 1991. Les États ne sont pas seuls concernés, puisque les groupes terroristes mènent les mêmes actions, comme l'atteste l'actualité récente en Irak et Syrie, où le groupe Daech utilise les coupures d'eau, les inondations d'infrastructures ou l'empoisonnement de sources d'eau comme armes de guerre (Von Lossow, 2016). Enfin, il est de plus en plus question de risques de cyberattaques visant des infrastructures telles que barrages et usines de traitement, dont l'ennemi prendrait le contrôle à distance à des fins destructives⁵.

Les situations les plus communes concernent les tensions entre États à propos de la maîtrise de réservoirs d'eau, le plus souvent des fleuves

transfrontaliers. Elles existent partout dans le monde, mais le degré de tension qu'elles suscitent dépend de l'état des relations politiques entre les acteurs concernés, comme nous le verrons plus loin. Elles sont souvent associées à des projets d'infrastructures destinés à augmenter la maîtrise des eaux pour des besoins d'irrigation ou de production hydroélectrique.

Il arrive que des tensions internationales surviennent à propos de cours d'eau servant de frontières naturelles entre pays (Gleditsch *et al.*, 2006) : la Chine et l'URSS ont perdu 3 000 soldats en 1969 dans un conflit concernant la partie de leur frontière démarquée par le fleuve Oussouri ; des tensions interethniques entre la Mauritanie et le Sénégal à propos de l'accès à l'eau sur le fleuve Sénégal marquant la frontière entre les deux pays ont fait 400 victimes en 1989. Il se peut par ailleurs que ces tensions soient nourries par les modifications du lit des fleuves concernés qui sont des systèmes dynamiques, comme ce sera peut-être le cas en Afrique australe, où les frontières artificielles dessinées par les puissances coloniales le long des cours d'eau ne résisteront pas aux forces de la Nature. Certains conflits sur l'eau sont la conséquence de revendications territoriales, comme c'est le cas entre Israël et la Syrie à propos du plateau du Golan (où se trouvent les sources principales du lac de Tibériade et du Jourdain), entre le Pakistan et l'Inde à propos du Kashmir (bassin de l'Indus), entre la Turquie et la Syrie à propos du Sandjak d'Alexandrette (l'actuelle province turque du Hatay, où s'écoulent l'Euphrate et l'Oronte).

Enfin, il n'est pas exclu qu'à l'avenir, une pression croissante sur les ressources en eau, combinée à des situations de pauvreté extrême et d'instabilité politique locale, entraîne des phénomènes de migrations environnementales, lorsque le seuil d'accès à l'eau en deçà duquel l'agriculture de subsistance n'est plus possible est atteint. Des pays comme le Yémen, la Somalie, la Syrie ou la Libye semblent particulièrement concernés. Les réfugiés hydriques de ces pays viendraient gonfler le flux de réfugiés climatiques déjà anticipé.

S'il n'est pas question de conflits internationaux provoqués directement par la rareté de l'eau et les difficultés d'accès à la ressource, se peut-il que la rareté croissante de la ressource contribue à intensifier les différents motifs de tensions portant notamment sur la maîtrise des réservoirs ? On constate de fait une augmentation significative depuis plus de deux décennies des conflits sur l'eau répertoriés (Gleick et Heberger, 2012), mais il reste difficile d'y voir un lien direct avec les pressions exercées sur les ressources, deux explications plus probables étant une meilleure capacité d'enregistrement de ces conflits, et une détérioration de la situation politique locale où ils s'observent (elle-même probablement due à la fin de la Guerre froide, qui avait en quelque sorte « gelé » les conflits locaux). Ce dernier paramètre est évidemment décisif dans l'explosion récente des tensions sur l'eau observées au Moyen-Orient dans la période post-printemps arabes. Il est de manière générale au cœur de toutes les situations observées.

Les spécialistes de ces questions considèrent que, fondamentalement, quatre facteurs expliquent le potentiel de conflit international sur un bassin hydrographique donné : le degré de rareté des ressources en eau, le degré de partage de ces ressources entre États riverains, l'accessibilité à des sources d'eau alternatives, et le pouvoir exercé par ces États. Il est donc toujours question de contexte hydrologique associé à une situation politique particulière. Mais c'est cette dernière qui demeure la clé de compréhension de chaque conflit, et qui lui donne son caractère unique. Les rares conflits sur l'eau observés en Europe au cours des dernières décennies sont directement liés à des situations de tensions politiques ou de guerre (les conflits Russie-Ukraine et Russie-Géorgie, ou la guerre en ex-Yougoslavie). L'abondance relative d'eau sur le continent constitue certainement un terreau favorable pour calmer les tensions potentielles entre pays riverains de nombreux bassins hydrographiques, mais il est non moins certain que la situation globalement pacifiée en Europe contribue à l'absence de ces

conflits. à l'inverse, on relève en Afrique une remarquable correspondance entre la carte des conflits potentiels liés à l'eau et celle des eaux de surface (ou plus exactement de leur rareté) (Ashton, 2000). Mais on n'observe pas de déclenchement de ces conflits en l'absence d'un contexte de tensions politiques préalables.

Pour le dire autrement, l'accès à l'eau fera très certainement partie des multiples modalités de confrontation entre deux pays en situation de conflit ou de guerre, mais il est peu probable qu'une situation de conflit et encore moins de guerre trouve sa cause dans des difficultés partagées d'accès à l'eau. Le potentiel de conflit ou de coopération internationale autour d'un bassin hydrographique est une problématique essentiellement politique. Il convient cependant de s'interroger sur les paramètres décisifs amenant une situation donnée à basculer plutôt vers l'un ou vers l'autre.

Les rapports de force au cœur des tensions

Parmi les trois types de réservoirs naturels transfrontaliers que sont les fleuves, les lacs et les aquifères, il semble que les premiers soient les plus enclins à faire l'objet de tensions internationales. Une explication évidente réside dans leur configuration hydrographique, qui impose une asymétrie dans l'accès aux ressources entre les pays situés en amont et en aval des flux. Une situation très courante voit ainsi un pays en amont d'un fleuve influencer de manière décisive les conditions d'accès à l'eau pour un ou plusieurs pays situés en aval, du fait de l'exploitation du potentiel hydroélectrique ou agricole par la construction de barrages. On retrouve cette asymétrie hydrographique partout dans le monde : entre la Turquie et la Syrie ou l'Irak sur l'Euphrate et le Tigre, entre les États-Unis et le Mexique sur le Colorado, entre l'Inde et le Bangladesh sur le Gange, entre l'Inde et le Pakistan sur l'Indus...

Les aquifères ne présentent pas systématiquement cette asymétrie, mais il est difficile de savoir si leur caractère souterrain et invisible est plutôt facteur de tensions (alimentées par la suspicion à propos de ce que font les voisins) ou non (l'ignorance de l'état des lieux peut nourrir l'indifférence réciproque dans la situation de « tragédie des communs » décrite précédemment). Il est par contre très probable que le fait qu'ils représentent plus de 95 % du potentiel global d'accès à l'eau douce explique qu'ils fassent généralement moins l'objet de conflits internationaux, étant encore largement sous-exploités dans de nombreux cas, notamment en Afrique, où les États riverains des aquifères sont souvent en sous-capacité de les exploiter.

Car il faut effectivement avoir les moyens d'exploiter le potentiel offert par un réservoir d'eau renouvelable. Au-delà de la configuration hydrographique, les atouts de la puissance étatique sont donc décisifs pour expliquer qu'un pays puisse imposer ses conditions d'exploitation d'un réservoir à ses voisins, même dans un contexte non violent d'exercice du *soft power* (Zeitoun, Mirumachi et Warner, 2011). La Turquie est par exemple dominante en amont du bassin Tigre-Euphrate, ce qui lui a permis de construire 654 barrages entre 1960 et 2010 (dont 241 de grande ampleur, avec notamment le barrage Atatürk, l'un des plus grands au monde), accentuant la situation de dépendance extérieure de la Syrie et de l'Irak en matière de ressources en eau renouvelables (avec un taux de dépendance respectivement de 72 % et 53 %, contre 1 % pour la Turquie).

Le cas le plus emblématique est très certainement celui d'Israël et de ses voisins, où l'on observe que l'accès à l'eau est un facteur déterminant de l'évolution des tensions territoriales dans une zone où les pays riverains du Jourdain et des aquifères « côtier » et « occidental » sont proches ou en deçà du seuil de rareté absolue de l'eau (moins de 500 m³ d'eau par an par habitant). Après la guerre des Six Jours de juin 1967, la presque totalité du bassin du Jourdain est passée sous le contrôle d'Israël, contre 10 %

auparavant, une illustration éclatante de prise de contrôle de ressources en eau par occupation d'un territoire, en l'occurrence au détriment des territoires palestiniens et de la Jordanie, qui ne bénéficient plus que de 10 % des flux d'eau disponibles. Depuis les accords d'Oslo de 1993 entre Israël et l'autorité palestinienne, un *Joint Water Committee* est censé présider à l'élaboration de projets hydrauliques en Cisjordanie ou à Gaza, mais il est de fait soumis au veto de l'administration civile israélienne, qui rejette ou reporte tout projet perçu comme une menace pour la sécurité de l'État. Le résultat est que les eaux de surface du bassin du Jourdain sont inaccessibles aux Palestiniens, qui dépendent presque exclusivement des eaux de l'aquifère occidental en Cisjordanie et de l'aquifère côtier dans la bande de Gaza pour leurs usages d'eau. Mais leur état de sous-équipement en capacité de pompage est tel qu'ils ne prélèvent qu'une fraction mineure de ces eaux, au bénéfice des populations israéliennes qui jouissent de 7 (en Israël) à 9 fois plus d'eau par personne (pour les colons en territoires occupés). La situation est exceptionnelle et même unique à plusieurs égards, et illustre un cas extrême d'imbrication étroite entre enjeux de sécurité nationale et d'accès à l'eau, ainsi que de domination d'un État sur un bassin hydrographique.

Il est dans d'autres cas parfaitement concevable que la puissance étatique s'exerce en aval d'un bassin. L'Égypte a été pendant des siècles l'acteur dominant dans le bassin du Nil, avec des moyens d'exploitation des ressources du fleuve bien supérieurs à ceux des pays en amont tels que le Soudan ou l'Éthiopie, associés à des capacités économiques et militaires incomparables pour défendre ses intérêts hydrauliques. Cet avantage a été entériné en 1959 par un traité de partage signé avec le Soudan (au mépris des intérêts des 8 autres pays riverains), qui a permis à l'Égypte d'accaparer 75 % des ressources du Nil, par le biais notamment du gigantesque barrage d'Assouan construit dans les années 1960. Mais étant en aval des flux, plusieurs évolutions récentes l'obligent à reconsidérer sa stratégie, et à tenir

compte des intérêts de ses voisins en matière d'accès à l'eau : une baisse des précipitations sur les plateaux éthiopiens ; une plus forte variabilité des précipitations en Ouganda ; le fait que le Soudan approche de son allocation des eaux du Nil selon l'accord de partage de 1959 ; une volonté croissante de l'Éthiopie de profiter de ses capacités hydroélectriques en amont (il s'y construit actuellement le plus grand barrage hydroélectrique d'Afrique, le barrage de la Renaissance, qui devrait être achevé en 2017 ou 2018) ; l'arrivée d'un nouvel acteur, le Soudan du Sud, avec de nouveaux besoins en eau en tant qu'État indépendant. Contrairement à la Turquie, qui peut continuer d'imposer sa stratégie hydraulique en amont de l'Euphrate et du Tigre sans rencontrer de résistance insurmontable, l'Égypte est obligée d'envisager la coopération pour s'assurer un accès suffisant aux ressources du Nil en aval du fleuve, étant à la merci des stratégies développées en amont par des voisins qui exercent des pressions croissantes sur ces ressources. Mais c'est là encore bien davantage le rapport de force entre États en présence, plus que la configuration hydrologique du bassin en question, qui détermine l'état des tensions entre acteurs concernés.

Une illustration supplémentaire de ce fait incontournable est la situation le long du Brahmapoutre-Gange-Meghna, où l'Inde se situe en aval du Népal et en amont du Bangladesh. Dans les deux cas, l'Inde, acteur largement dominant du bassin, a réussi à imposer des traités bilatéraux de gestion des ressources en eau dont elle oriente le contenu à son avantage, ou à propos desquels elle fait traîner les négociations selon son bon vouloir. Les capacités de résistance de ses voisins sont tellement faibles que tout emploi de la coercition est inutile dans ce cas de figure.

Ces rapports de force se retrouvent dans la manière dont le droit international sur les bassins transfrontaliers est interprété et appliqué. Ce droit est censé pondérer le principe de souveraineté qui s'applique à l'eau comme aux autres ressources naturelles, afin de tenir compte de ses spécificités et de protéger les pays non dominants sur les bassins

hydrographiques. Il retient notamment les principes d'utilisation raisonnable et équitable des ressources, l'obligation de ne pas causer de dommages afin de protéger les intérêts des pays en aval des cours d'eau, l'interdiction de polluer un cours d'eau, l'obligation de coopérer pour la gestion des eaux partagées, la propriété commune des États riverains, ou l'égalité dans l'accès à la ressource. Autant de principes qui soit peuvent donner lieu à une interprétation que les États prendront soin d'orienter dans un sens qui leur est favorable, soit restent purement et simplement lettre morte.

Ainsi, la construction de barrages en amont d'un fleuve est presque systématiquement accompagnée de l'argument selon lequel elle permet de réguler le débit au profit des voisins en aval, ce qui n'est pas faux, mais laisse de côté le problème de la réduction du débit moyen. Ou bien, le respect de l'obligation de notification préalable à toute modification unilatérale sur un cours d'eau est commodément présenté comme une mise en conformité avec le droit international, alors qu'il s'apparente plutôt à une politique de fait accompli. Quant au principe d'utilisation raisonnable et équitable des ressources en eau, il reste on ne peut plus flou et n'indique aucune hiérarchie entre usagers et leurs usages respectifs. Dans les faits, les discours et comportements des pays riverains de cours d'eau transfrontaliers s'appuient sur les doctrines compatibles avec la défense de leurs intérêts nationaux. Il est question pour les pays en amont de souveraineté territoriale absolue (dite doctrine Harmon), dans laquelle ils voient la possibilité de faire usage des ressources en eau selon leur bon vouloir, sans tenir aucun compte des droits ou besoins en aval. Les pays en aval s'en remettent à la doctrine de l'intégrité territoriale absolue, selon laquelle les voisins en amont ne doivent rien faire qui affecte le cours naturel des eaux, ou ne doivent pas interférer avec un usage antérieur établi en aval. Israël a été jusqu'à faire reposer sur ce principe le bombardement d'une station de pompage construite au Liban en amont du Jourdain sur l'affluent Hasbani.

On est donc loin d'une gestion commune, équilibrée et mutuellement bénéfique des ressources en eau le long d'un bassin transfrontalier, dans le respect des principes évoqués plus haut.

On enregistre cependant des progrès récents, avec l'entrée en vigueur en 2014 de la Convention de New York sur l'utilisation des cours d'eau à des fins non navigables, signée en 1997 après 27 ans de travaux difficiles au sein de la Commission du droit international des Nations unies, mais qui a dû attendre la 35e ratification pour devenir applicable. Elle reprend pour l'essentiel les grands principes mentionnés, et ne change donc pas fondamentalement les données du problème exposées à l'instant. Mais elle marque une volonté croissante de la part des États de s'en remettre à des instruments de coopération multilatéraux qui permettent de s'assurer du comportement des voisins, même si, sans surprise, on y trouve pour l'essentiel des pays appartenant à des zones de gestion pacifiée des bassins internationaux (la plupart des pays ratificateurs sont européens), des pays échappant aux grandes tensions dans ce domaine (l'Afrique est représentée presque exclusivement par sa partie ouest), ou des grands perdants des interactions transfrontières (la Syrie, le Liban, la Jordanie, la Palestine, l'Ouzbékistan).

On peut se demander si le droit international de l'eau et la manière dont il est appliqué sont simplement l'écho des rapports conflictuels entre États dans la gestion des bassins transfrontaliers, ou bien de véritables instruments de transformation de ces rapports. L'expérience dans ce domaine fait plutôt pencher vers la première interprétation, dans la mesure où ce droit offre un cadre de coopération stable et prévisible à condition que les États manifestent une volonté de coopérer.

Il n'est finalement jamais question de déterminisme hydrologique le long d'un bassin hydrographique international, quel qu'il soit, mais de rapports de force entre États souverains, parmi lesquels ceux qui jouissent d'une certaine hégémonie usent de tous les moyens à leur disposition pour

imposer à leurs voisins leurs intérêts en matière d'accès à l'eau. Même lorsque le contexte politique permet d'évoluer vers la coopération multilatérale ou bilatérale et le partage consensuel des ressources, on observe que l'asymétrie de pouvoir continue d'exercer son influence sur les termes des accords passés. Après plusieurs décennies de développement de projets hydrauliques en amont du Colorado pour les besoins du développement agricole et urbain de l'Ouest américain dans la première moitié du xx^e siècle, les États-Unis et le Mexique ont signé un traité de partage des eaux du fleuve en 1944, qui ne laisse que 11 % des ressources disponibles à ce dernier... Un traité complémentaire a dû être signé en 1972 afin de garantir une teneur en sel contrôlée de l'eau arrivant au Mexique pour les utilisations agricoles, mais son respect reste à ce jour aléatoire. On pourrait aisément multiplier les exemples d'accords de coopération de ce genre, où l'acteur hégémonique s'octroie la part du lion des ressources en eau. L'Union européenne, ici comme dans beaucoup d'autres domaines, fait cependant figure d'exception, avec une capacité inégalée d'aborder les problématiques de gestion de l'eau sous un angle communautaire, en tentant de tenir compte de l'intérêt collectif tout en évitant d'accorder un poids déterminant aux acteurs dominants (un point développé plus loin).

Entre conflit et coopération : la diversité des situations internationales

Une observation superficielle des relations internationales dans le secteur de l'eau laisserait à penser qu'il n'y est question que de rapports dichotomiques, avec des zones de grandes tensions interétatiques (le Moyen-Orient, l'Asie centrale, la corne de l'Afrique, l'Asie du Sud), et d'autres marquées par la coexistence pacifique ou la coopération active (l'Europe, l'Amérique du Nord). Mais un examen attentif révèle à la fois

une grande diversité de situations marquée par une intensité très variable des degrés de tension ou de coopération, une coexistence des deux types de situation, et finalement une prépondérance de la coopération entre États sur les questions d'accès à l'eau.

Il faut commencer par préciser ce que l'on entend par conflit ou coopération. D'un côté il peut être question de déclarations menaçantes de la part de dirigeants à destination de voisins récalcitrants, ou d'affrontements armés entre militaires ou civils faisant des victimes, comme cela se produit autour du lac Turkana (le plus grand lac désertique du monde) à la frontière de l'Éthiopie et du Kenya depuis le début des années 2000, où des populations pastorales se disputent l'accès à l'eau pour le bétail. De l'autre il peut s'agir d'un simple échange d'informations sur l'état d'exploitation des ressources en eau, ou d'une coopération active pour obtenir un partage optimal des bénéfices de cette exploitation. Une typologie utile de ces interactions (Yoffe *et al.*, 2003) permet d'y voir plus clair, sur un continuum composé de 15 échelons allant de la déclaration de guerre à la fusion volontaire de territoires en une seule nation, en passant par des interventions militaires ponctuelles, des déclarations d'intention belliqueuses, une coopération scientifique et culturelle peu ambitieuse, ou un partenariat stratégique formalisé par un traité contraignant. La plupart des situations autour des bassins internationaux se situent dans la fourchette centrale des interactions de faible intensité, alors que les conflits armés ou les partenariats stratégiques sont extrêmement rares, qu'il s'agisse d'eaux de surface ou souterraines (Conti, 2014). Lorsqu'il y a coopération, elle porte plutôt sur la production d'hydroélectricité, le contrôle de la pollution et des inondations ou la navigation, des sujets moins sensibles que l'allocation quantitative des ressources en eau.

Plus significatif encore, on constate que coopération et conflit coexistent dans la plupart des situations (Zeitoun et Mirumachi, 2008), un élément que l'idée de continuum entre les deux dimensions des interactions

peut facilement faire oublier. Il faut probablement attribuer ce fait à l'extraordinaire complexité des interactions à l'œuvre à l'échelle d'un bassin hydrographique, qui mêlent enjeux politiques, économiques, culturels, écologiques... et impliquent un éventail très varié d'acteurs intervenants à divers échelons. Ainsi, il est parfaitement concevable que des instances de coopération échangent activement des informations sur un bassin, tandis que les dirigeants politiques des pays concernés continuent de s'échanger des menaces. On voit même des exemples de coopération active se développer à des échelles infranationales (Organisations non gouvernementales ou municipalités) parallèlement à l'entretien de tensions extrêmes au niveau national, comme dans le cas israélo-jordano-palestinien. Un autre cas de figure est la coopération entre certains pays riverains d'un bassin international au mépris des intérêts d'autres États concernés, comme c'est le cas sur le bassin du Nil, où l'alliance entre Égypte et Soudan s'est faite récemment au détriment des autres pays en amont du fleuve. Il est également possible qu'un traité de coopération partielle survive à une montée aux extrêmes des tensions entre deux États, comme lorsque la grande sécheresse de 1999 laissa intact l'accord israélo-jordanien de 1994 ; ou encore que le secteur de l'eau soit un ferment de coopération dans un contexte de fortes tensions, comme il semble que ce soit le cas dans la même région, où les accords d'Oslo entre Israéliens et Palestiniens auraient été initiés par des discussions techniques entre responsables des problèmes d'accès à l'eau. Les pires ennemis peuvent donc coopérer dans ce domaine, et l'expérience montre là encore que des accords de coopération sont généralement très résilients à des situations de fortes tensions, probablement parce que les accords en question sont scellés après de très longues négociations, dont la durée est généralement proportionnelle à l'intensité des frictions : 10 ans pour le traité sur l'Indus entre l'Inde et le Pakistan, 20 ans pour l'accord sur le bassin du Nil, 40 ans pour l'accord israélo-jordanien.

Il apparaît finalement que non seulement l'accès à l'eau n'est pas un motif pour entrer en guerre, mais que les États voient souvent davantage d'intérêt à coopérer qu'à entretenir des tensions dans ce domaine. On trouve donc d'une part des situations de coopération active où des tensions peuvent subsister, car les intérêts nationaux sont toujours une donnée du problème malgré tout, et des situations de conflit où la coopération finit par trouver sa place (aussi minime soit-elle), car les parties en présence y voient leur intérêt.

De fait, lorsque les interactions sur un bassin international ne sont pas passives (157 des 263 bassins recensés ne font l'objet d'aucun cadre de coopération), la coopération l'emporte largement sur le conflit. Les recensements quantitatifs effectués sur les interactions en question (Wolf, 2003) révèlent qu'au cours de la deuxième moitié du ^{xx}^e siècle, deux tiers (sur un total de plus de 1 800) se sont déroulées dans un cadre coopératif, et que la tendance se confirme au début du ^{xxi}^e siècle (De Stefano *et al.*, 2010), malgré l'augmentation des pressions de toutes sortes sur les ressources en eau. On constate même que les zones les plus susceptibles de glisser vers le conflit, comme le Moyen-Orient, penchent plutôt vers la coopération récemment.

Les contours en sont extrêmement variés (Gerlak, 2007), allant d'une coopération informelle composée de comités mixtes ou d'équipes de coordination, à une gouvernance institutionnalisée impliquant une organisation bureaucratique et une certaine indépendance financière, et pouvant aller jusqu'à la mise en place d'une organisation de bassin⁶. Les organisations de bassin sont l'une des instances de coopération les plus abouties, mais n'ont pas toutes la même efficacité dans la gestion des ressources en eau partagées. Les plus nombreuses relativement au nombre de bassins internationaux se comptent en Afrique (18 organisations, contre 6 en Asie pour le même nombre de bassins, ou 10 en Europe ainsi que sur le continent américain), mais leur existence s'y explique en grande partie par

l'implication active des bailleurs de fonds internationaux, et leur efficacité est loin d'avoir fait ses preuves (Chikozho, 2015). C'est incontestablement en Europe que l'on trouve les instances de coopération les plus sophistiquées et les plus efficaces (en comparaison du reste du monde), fruits de décennies de maturation institutionnelle et politique, notamment dans le cadre du processus d'intégration de l'Union européenne (UE). La gestion de l'eau dans l'UE se distingue par plusieurs caractéristiques. Un niveau de juridicisation plus élevé qu'ailleurs, associé à des mécanismes de résolution des conflits relativement efficaces, susceptibles de maintenir un degré de faible intensité des tensions. Une perspective intégrée à l'échelle des bassins hydrographiques et des différents secteurs utilisateurs, qui tient compte à la fois des problèmes d'accès à l'eau en termes de qualité et de quantité et des enjeux écologiques à long terme. Des processus de décision conçus dans la perspective du respect du principe de subsidiarité, ce qui permet de gérer les problèmes à l'échelle où ils se posent : les plans de gestion de bassin élaborés par les États membres sont soumis au contrôle de la Commission européenne, qui indique les grandes orientations, mais n'intervient que sur demande des États en cas d'échec de la coopération ; les mesures concernant la qualité et les quantités d'eau (dans ce dernier cas lorsqu'elles ont un impact en termes écologiques) sont votées à la majorité au Conseil, ce qui facilite la poursuite d'intérêts communs. L'instrument phare de la coopération européenne dans le domaine de l'eau est la directive-cadre sur l'eau adoptée en 2000, qui visait un rétablissement du bon état écologique des eaux européennes en 2015. L'objectif est loin d'être atteint (il l'a été pour 42 % des eaux de surface), mais il faut tenir compte de son ambition initiale dans une perspective comparative internationale pour relativiser cet « échec ». L'UE a accumulé une telle expérience en matière de coopération et de gestion des conflits sur les bassins hydrographiques internationaux, notamment dans le cadre des Commissions internationales pour la protection du Rhin et du Danube, qu'elle est de plus

en plus invitée à en faire profiter d'autres régions, comme par exemple dans le cadre d'un partenariat avec l'Asie centrale depuis 2007.

La coopération internationale prévaut donc en matière de gestion de l'accès à l'eau, mais quelle que soit l'intensité de cette coopération, il est question dans l'écrasante majorité des cas de contenir des tensions entre pays, de rétablir une répartition plus équitable des ressources en eau, ou de protéger un écosystème. L'ensemble reste loin de l'idée que la coopération dans ce domaine peut être un jeu à somme positive et non pas nulle, ou de manière générale des objectifs de développement durable évoqués précédemment. En tout état de cause, les parties en présence sont rarement en mesure de saisir les opportunités existantes de se partager le résultat d'une gestion coordonnée et optimisée des ressources en eau.

Le problème du partage des bénéfices de l'accès à l'eau

Succès et échec en matière de gestion transfrontalière des réservoirs d'eau sont les deux faces de la même médaille. En cas d'échec, toutes les parties prenantes sont perdantes, du fait que les ressources disponibles s'amenuisent en quantité et en qualité : le phénomène de « tragédie des communs » prend le dessus dans l'exploitation des ressources ; le pays dominant sur le bassin s'octroie la « part du gâteau » la plus importante, sans se rendre compte que la « taille du gâteau » elle-même est affectée par la situation ; les parties en présence sont incapables de s'échanger les fruits respectifs de l'usage de l'eau en amont et aval du réservoir (énergie contre produits agricoles par exemple). à l'inverse, une gestion coopérative peut favoriser la sécurité hydrique des deux côtés d'une frontière en augmentant la quantité, la qualité et la prévisibilité des flux d'eau entre pays. Sans même parler de sécurité nationale tout court, puisque coopération signifie coexistence pacifique entre voisins. Il est ici clairement question d'un jeu à

somme positive et non pas nulle, dans une perspective de développement durable telle que nous l'avons évoquée au [troisième chapitre](#) : les gains tirés de l'utilisation de l'eau dans un pays ne sont pas les pertes des autres. Il est donc primordial que la gestion internationale des eaux de surface et souterraines évolue selon deux orientations : en s'éloignant d'une perspective nationale étroite pour aller vers davantage de multilatéralisme ; en mettant développement durable et humain au centre des stratégies de coopération.

En principe, le meilleur moyen d'y parvenir est de faire en sorte que la gestion partagée des bassins transfrontaliers permette aux pays concernés de tirer le meilleur parti possible de leurs ressources en eau respectives, puis de mettre en commun les résultats obtenus. Un exemple évident est que la production d'hydroélectricité est plus efficace en amont d'un cours d'eau, surtout si le pays concerné est montagneux, tandis que l'irrigation produit de meilleurs résultats en aval. Il est donc plus rationnel d'aider les activités à se déployer selon cette logique et d'échanger leur produit, plutôt que de laisser deux pays en friction sur l'opportunité de construire des barrages ou des capacités agricoles de part et d'autre de leur frontière. Il est donc finalement question de partager les bénéfices de l'accès à l'eau plutôt que l'eau elle-même, avec en perspective la possibilité de réduire les tensions entre pays grâce à l'augmentation de la « taille du gâteau » à partager (bénéfices économiques, sociaux, politiques) et à l'arrêt de la focalisation sur la répartition de ses parts.

Ces bénéfices, très variés, ont été utilement catégorisés en « bénéfices pour le réservoir » (qualité de l'eau améliorée, biodiversité protégée...), « bénéfices issus du réservoir » (production agricole, hydroélectrique...), « réduction des coûts dus au réservoir » (tensions politiques, inondations, sécheresses...), et « bénéfices au-delà du réservoir » (perspectives en matière de coopération régionale, de croissance économique, de développement durable...) (Sadoff et Grey, 2002).

Ces principes commencent à faire leur chemin dans les négociations internationales, et à s'imposer dans certains contextes coopératifs. à minima, le plus classique est la création de marchés pour l'hydroélectricité : le Brésil achète au Paraguay l'électricité produite grâce au barrage d'Itaipu situé sur le Rio Parana, l'Inde achète celle produite par le barrage de Tala situé sur le Raidak au Bhoutan. Mais la coopération peut aller beaucoup plus loin dans ce domaine, comme sur le Zambèze, où le développement de la capacité hydroélectrique a eu des répercussions particulièrement néfastes sur les écosystèmes des pays riverains (Mozambique, Zambie et Zimbabwe) : il est maintenant question de coordonner les relâchements d'eau sur les différents barrages dans une sorte d'échange entre capacités hydroélectriques et protection de l'environnement (Mertens *et al.*, 2013) ; la mesure aurait un coût (estimé dans une fourchette de réduction de 2 à 6 % de la production d'énergie) largement compensé par les bénéfices environnementaux. On peut également mentionner la coopération entre l'Afrique du Sud et le Lesotho, dans laquelle ce dernier exploite une série de barrages construits en partie sous financement sud-africain dans le cadre du *Highlands Water Project*, et qui lui permettent de vendre de grandes quantités d'eau à son voisin tout en bénéficiant de la production d'électricité.

Un autre exemple se trouve à la frontière entre le Mexique et les États-Unis, où variabilité hydrologique et développement urbain se combinent pour compliquer l'accès à l'eau et le faire dépendre d'un aquifère commun à deux villes jumelles situées sur la frontière, Nogales-Arizona et Nogales-Sonora. Une coopération étroite et une gestion commune du traitement des eaux urbaines a permis d'augmenter l'accès à l'eau des deux côtés de la frontière.

Il est question d'appliquer ces principes à plus grande échelle dans le bassin du Nil, où des études suggèrent que la construction de quatre barrages éthiopiens en amont aurait un impact important sur le cycle de

remplissage du barrage Assouan en Égypte, mais qu'en contrepartie l'Égypte économiserait de considérables quantités d'eau du fait de l'évaporation réduite du lac Nasser (un argument souvent en faveur de la construction des barrages en amont des fleuves), ressources que l'Éthiopie pourrait utiliser pour produire de l'électricité dont l'Égypte saurait également profiter. D'autres gains proviendraient de l'augmentation des capacités énergétiques et agricoles au Soudan et en Éthiopie. Les points de friction concernent les normes de remplissage du barrage de la Renaissance en Éthiopie (pour éviter trop d'impacts négatifs en aval) et celles de son mode d'exploitation en périodes de sécheresse, ainsi que les accords d'échange d'électricité entre l'Éthiopie d'une part et l'Égypte et le Soudan d'autre part, cruciaux pour rendre les projets de barrages viables financièrement (Whittington *et al.*, 2014).

Les obstacles à l'application de ces principes ne manquent cependant pas. Il y a tout d'abord un problème simplement informationnel : la prise de conscience de ces gains partagés est souvent le fruit d'études approfondies qui ne sont pas disponibles dans tous les contextes ; les négociations n'intègrent pas ces gains potentiels parce que les négociateurs n'en sont pas conscients.

Ensuite, l'existence démontrée de ces gains ne suffit pas nécessairement pour emporter l'adhésion des pays concernés : les problématiques politiques d'exercice de la souveraineté nationale sur les ressources naturelles ne disparaissent pas comme par enchantement sous prétexte de gains économiques assurés. Les pays d'Asie centrale fournissent un exemple pathétique d'opportunités d'échanges mutuellement fructueux de gains d'usages de l'eau gaspillées par la méfiance réciproque des parties prenantes dans le bassin de la mer d'Aral. Le long des deux fleuves Amou-Daria et Syr-Daria, les pays en amont (le Kirghizistan et le Tadjikistan) sont riches en eau (environ 90 % des ressources en eau fournissant le potentiel hydroélectrique et en irrigation de la région) et pauvres en énergie. De leur

côté, les pays en aval (l'Ouzbékistan, le Kazakhstan et le Turkménistan) sont riches en énergie, mais dépendent presque entièrement des pays en amont pour leur approvisionnement en eau indispensable à leurs activités agricoles. Tout suggère que ces pays profiteraient grandement d'une coopération bien menée dans la région, à condition de pouvoir dépasser la défiance très profonde qui caractérise leurs relations depuis l'effondrement du régime soviétique, défiance alimentée par des projets nationaux de barrages ne tenant aucun compte des intérêts des voisins (Baechler, 2012). La nature des régimes politiques en place dans la région (autoritaires, pour ne pas dire dictatoriaux) laisse peu de chance de voir les discussions échapper aux déclarations martiales des dirigeants, ou aux démonstrations de mauvaise foi caractérisée qui jalonnent les négociations depuis plus de deux décennies.

Enfin, il est possible que les gains mutuels de la coopération n'existent tout simplement pas, notamment si la situation de répartition initiale des ressources en eau est très déséquilibrée. Comment concevoir par exemple qu'Israël pourrait trouver un quelconque intérêt à renoncer à ses privilèges en la matière au profit de la Jordanie et des territoires palestiniens, en retirant un bénéfice mutuel net de l'arrangement ? La situation de départ est tellement à son avantage que la perspective paraît utopique. La seule solution envisageable serait que l'arrangement en question prévoit de compenser Israël pour les pertes subies. La possibilité reste parfaitement théorique, mais elle mérite d'être explorée. Certains ont cru pouvoir démontrer que les problèmes d'usage et de propriété des ressources en eau étaient séparables, et que les conflits internationaux autour des questions de propriété étaient disproportionnés en comparaison des enjeux économiques de l'usage partagé des ressources. Une étude (Fisher, 1995) estimait ainsi que les bénéfices de l'usage de l'eau au Machrek (l'Orient arabe) se montaient à une somme ne dépassant pas 100 à 500 millions de dollars par an, un montant dérisoire en regard des tensions entretenues par la question

de l'eau dans cette région, et qu'il était donc envisageable de régler cette question par des transferts financiers appropriés dans une sorte d'échange « eau contre paix ». La proposition est ingénieuse, mais il est loin d'être évident que les questions d'usage et de propriété de l'eau sont aussi facilement séparables (Richards et Singh, 2000), et que faire porter les négociations internationales dans ce domaine uniquement sur leur dimension économique permette de régler le problème du partage des ressources en eau. Outre que la définition commune de la valeur d'usage de l'eau poserait problème (comme elle en poserait dans tous les autres contextes d'ailleurs, un obstacle supplémentaire à relever), on voit mal comment les considérations exclusivement économiques permettraient de faire passer au second plan les questions sécuritaires, qui sont au cœur des discussions dans bien des situations, au premier rang desquelles figure le Moyen-Orient.

Conclusion

Le problème de la résolution des conflits internationaux sur le partage de l'eau et de la coopération en matière d'usages de l'eau est donc une question éminemment politique. Aucune solution n'est envisageable sans volonté de la part des gouvernements de coopérer. L'émergence d'opportunités techniques ou économiques de coopération fructueuse peut bien entendu faciliter les discussions, mais rien ne peut se substituer à la volonté politique dans ce domaine. L'État est l'acteur clé pour la résolution des problèmes d'accès à l'eau à l'échelon international.

Qu'en est-il à l'échelon national ? Nous avons rencontré tout au long de cet ouvrage une multitude d'acteurs concernés par les usages de l'eau, et impliqués dans la recherche de solutions pour faire face à la rareté croissante de cette ressource. Il s'agit maintenant de voir plus en détail et de

manière plus systématique comment leurs rôles respectifs s'articulent dans la gestion du problème de l'accès à l'eau.

6

La gouvernance de l'accès à l'eau

Jusqu'ici ont été identifiés les défis de la gestion de l'accès à l'eau, et les pistes à explorer pour relever ces défis. Mais tout ceci doit se mettre en place dans un cadre donné, qui est l'architecture institutionnelle de la politique de l'eau, au niveau national et international. Il nous faut maintenant identifier les acteurs du secteur de l'eau et leur rôle, ainsi que les institutions, formelles ou informelles, qui président à leurs interactions, de manière à comprendre comment les problèmes d'accès à l'eau peuvent se régler dans les différents contextes qui les caractérisent. C'est le problème de la gouvernance de l'eau qui se pose donc ici, et que nous proposons d'explorer dans ce [dernier chapitre](#).

La gouvernance, comme le développement durable, fait partie de ces concepts malléables à loisir à propos desquels il est impossible de s'entendre sur une définition consensuelle. Pour l'essentiel il est question de savoir qui fait quoi, et comment, mais cette approche est évidemment trop sommaire pour être d'une quelconque utilité. Dans le même temps, la complexité du secteur de l'eau qui est apparue au long de cet ouvrage interdit de saisir l'objet à la fois dans sa globalité et dans les détails qui la composent en quelques pages. Il s'agira donc d'aller à l'essentiel, ce que nous proposons de faire en privilégiant deux dimensions du problème : les

acteurs du secteur de l'eau ; leurs interactions, du niveau local au niveau global.

La place de l'État dans le secteur de l'eau

La puissance publique est l'acteur dominant dans le secteur de l'eau depuis l'Antiquité, partout dans le monde, tant en ce qui concerne les investissements en infrastructures que la mise en place des institutions qui président à la gestion de la ressource, autrement dit les règles du jeu qui s'appliquent dans ce secteur (North, 1990). Les raisons ont pu évoluer au fil du temps, avec par exemple récemment les considérations de santé publique et de protection des écosystèmes qui ont renforcé le rôle de l'État dans la gestion du secteur, mais une explication fondamentale tient aux caractéristiques de l'eau, vitale et sans substitut, qu'il a été convenu de mettre à la disposition d'abord d'une partie de la population (généralement privilégiée), puis du plus grand nombre, enfin de tous dans la mesure du possible. Une conséquence est que les pouvoirs en place n'ont jamais abandonné la fourniture de l'eau aux forces du marché, et celle-ci est désormais considérée comme un service public (ou d'intérêt général selon la terminologie).

Une autre explication, peut-être plus fondamentale encore, est qu'il est peu probable que le marché serait parvenu à un résultat comparable en termes de capacités installées dans le monde. Le montant des investissements à réaliser pour mettre en place les infrastructures nécessaires pour les prélèvements, l'adduction et le traitement de l'eau est si énorme qu'il n'est pas envisageable que des acteurs privés se lancent dans l'activité aussi massivement, la rentabilité des investissements étant dans ce cas une perspective de très long terme (plusieurs décennies) échappant à l'horizon du marché (un point développé plus loin).

Une troisième explication en découle, qui est qu'étant donné le niveau des coûts fixes dans ce secteur¹ (en gros deux tiers des coûts d'offre d'eau concernent les infrastructures d'adduction et de traitement), la fourniture d'eau appartient à la catégorie des activités de monopole naturel, c'est-à-dire qui sont monopolisées par un seul opérateur sans qu'il y ait de possibilité pour des concurrents de pénétrer le même marché. L'État intervient alors pour éviter les abus de position dominante et garantir un accès à l'eau à un prix abordable, en s'occupant lui-même de mener l'activité, ou en régulant les opérateurs auxquels il délègue cette tâche (un point abordé ultérieurement).

Enfin, comme nous avons eu l'occasion de le souligner à plusieurs reprises, le secteur de l'eau est caractérisé plus que tout autre par un enchevêtrement complexe d'externalités négatives² issues des comportements des acteurs qui le composent, et qui justifient que ce secteur soit l'un des plus régulés par l'État, qui doit édicter des normes, encadrer des pratiques, appliquer des taxes... de manière à limiter les dysfonctionnements. De manière générale, la puissance publique a la responsabilité d'aligner les incitations de tous les acteurs (privés notamment) sur les objectifs à long terme des politiques de l'eau, en matière de gestion globale des quantités, de respect des normes de qualité, et de protection des écosystèmes.

Tout ceci est confirmé par une analyse comparative (Markard, 2010), qui fait apparaître que l'adduction et le traitement de l'eau, parmi les secteurs d'activité mobilisant des infrastructures de toutes sortes (transports divers, communication, éducation, santé, énergie, fonctions régaliennes de l'État...), sont les plus intensifs en infrastructures de réseaux, font partie de ceux où le degré de concurrence est le plus faible (pour ne pas dire nul), et finalement sont ceux où le rôle de régulateur de la puissance publique est aussi prépondérant que dans des activités régaliennes comme la défense ou la police.

Cet état de fait entretient depuis longtemps une grande confusion analytique entre nature du bien, régime de propriété et mode de gestion des ressources en eau, qui sont en fait trois choses parfaitement distinctes. La confusion est amplifiée par le fait que l'on ne distingue presque jamais la ressource elle-même et les moyens d'y avoir accès.

Pour ce qui concerne la nature du bien (sur un plan strictement « technique »), le mieux est de s'en remettre à la typologie proposée par les économistes, qui distingue les ressources selon deux caractéristiques que sont la rivalité/non-rivalité et l'excluabilité/non-excluabilité dans leur usage ([tableau 4](#)), et indique ainsi les conditions de leur utilisation. Il y a rivalité lorsqu'une unité d'une ressource utilisée par un individu n'est plus disponible pour autrui (inversement pour la non-rivalité), et excluabilité lorsque le fait d'utiliser cette unité de ressource empêche autrui de faire de même simultanément (inversement pour la non-excluabilité). De ce point de vue, les bassins hydrographiques, aquifères, lacs et autres réservoirs appartiennent essentiellement à la catégorie des ressources communes (Ostrom, 2009) : à l'exception des usages de l'eau qui donnent lieu à rétrocession au cycle de l'eau sous une forme immédiatement réutilisable, tout prélèvement d'eau se fait au détriment d'autrui (rivalité), et il en est de même des comportements pollueurs ; dans le même temps, il est difficile d'empêcher quiconque de procéder à ces prélèvements ou de polluer si l'accès n'est pas clairement réglementé, voire impossible comme dans le cas des aquifères, où même des règles établies peuvent ne pas suffire. Les choses se compliquent si l'on s'intéresse aux moyens utilisés pour développer l'accès à l'eau (les infrastructures évoquées plus haut notamment), qui sont soit des biens privés, soit le plus souvent des biens de club au sens entendu par cette typologie : ils sont d'usage exclusif pour ceux qui y ont accès (système d'adduction d'eau ou d'irrigation par exemple) ; jusqu'à un certain degré leur utilisation par un individu n'empêche pas l'utilisation simultanée par un autre.

Tableau 6.1 – Typologie économique des ressources naturelles

	Rivalité dans l'usage	Non-rivalité dans l'usage
Excluabilité dans l'usage	Biens privés/individuels : biens agricoles	Biens de club : parcs naturels
Non-excluabilité dans l'usage	Ressources communes : ressources en eau	Biens publics/collectifs purs : climat

La propriété de l'eau est une tout autre affaire, même si elle conditionne bien entendu les modalités d'accès à l'eau. Nous avons vu au [chapitre précédent](#) que les droits de propriété ne portent jamais sur la ressource elle-même, mais sur les usages que l'on peut en faire. Il faut en fait pour être plus précis distinguer la ressource elle-même, ses réservoirs, et les usages qui en sont faits. L'eau elle-même est de manière générale considérée comme un patrimoine naturel commun, ce que l'on retrouve dans beaucoup de codes nationaux qui font de l'eau un « patrimoine commun de la Nation ».

La propriété des réservoirs au long du cycle de l'eau peut de son côté faire l'objet de régimes très différents, mais appartient nécessairement à l'une des quatre catégories envisageables : propriété privée, commune, publique, ou accès libre. Selon le droit applicable, les eaux de pluie peuvent être considérées comme « sans maître » (accès libre), les cours d'eau sont généralement publics ou communs, les eaux stagnantes comme les lacs ou étangs peuvent faire l'objet de propriété privée, de même que les eaux de source et eaux minérales commercialisées, les eaux souterraines échappent généralement à une codification juridique et sont en libre accès³... La propriété des moyens d'exploitation ou d'usage de ces différents réservoirs est quant à elle publique ou privée comme nous le verrons plus loin, selon une répartition qui relève de choix faits par l'État.

Enfin, les droits d'usage de l'eau sont de plus en plus codifiés de manière très précise, comme nous l'avons vu au [chapitre précédent](#), ce qui peut déboucher sur un droit très complexe, où se distinguent des usages privés ou communs, exclusifs ou partagés, libres ou préférentiels, temporaires ou permanents, etc.

En fin de compte, l'impression que l'État est l'acteur dominant dans le secteur de l'eau se justifie par le fait qu'il y joue le rôle de grand ordonnateur : les ressources non-excluables comme l'eau font généralement l'objet d'une régulation intense par la puissance publique, du fait que le marché est incapable de procéder efficacement à leur allocation ; en conséquence l'État impose une codification très poussée des modes d'appropriation ainsi que des conditions d'usage. Ce n'est que dans un contexte informel ou traditionnel, surtout dans les pays en développement, et essentiellement en milieu rural, que l'on observe que les individus et communautés se chargent parfois eux-mêmes de gérer leur accès à l'eau. C'est même parfois la manière la plus efficace de procéder, comme l'ont confirmé de nombreux travaux sur les questions de gestion communautaire des services, notamment d'irrigation (Ostrom, 2009, p. 427 ; Bied-Charreton *et al.*, 2004).

Il arrive également que des initiatives privées émergent en milieu urbain, en dehors de toute impulsion ou même autorisation des pouvoirs publics, comme à Maputo au Mozambique, où 400 opérateurs informels ont fini par se regrouper en quelques entités atteignant la taille suffisante pour se doter des compétences et capacités techniques d'opérateurs officiels. Mais même dans ces situations, l'intervention publique est incontournable pour l'établissement de normes adaptées et assurer la transition des acteurs privés vers une logique de service public (Jacquemot, 2016).

Différents « modèles » de régulation du secteur de l'eau

Le secteur de l'eau est tellement complexe, et traversé par des paramètres locaux, qu'il faut se résoudre à en tirer à grands traits un portrait représentatif pour des contextes différents. Il est d'abord question d'acteurs et de leurs fonctions. Celles-ci peuvent se regrouper en deux grandes catégories : la gestion des ressources en eau (investissements en réservoirs, protection des écosystèmes, transferts entre bassins...), et la fourniture de services (fourniture d'eau pour l'irrigation, adduction d'eau potable, traitement des eaux usées...). La gestion des ressources implique un large éventail d'institutions aux échelons local, national, régional et international, alors que la fourniture de services dépend généralement d'institutions spécifiquement locales. Le contexte institutionnel est donc radicalement différent dans les deux cas, et de manière générale on observe que la gestion des ressources s'établit principalement à un échelon supérieur de l'administration locale, provinces ou régions, tandis que la gestion des services de l'eau est assurée par les municipalités. La délégation de services à des opérateurs privés ne peut s'envisager que dans le second cas, le premier nécessitant une capacité de coordination entre acteurs que seule la puissance publique peut assurer.

On distingue avec davantage de détail une multitude de fonctions régulatrices : définition de normes de qualité de l'eau, fixation des tarifs, décisions d'investissement, recueil de données diverses, résolution des conflits d'usage, mise en place d'instruments de gestion de la demande... Ces fonctions peuvent se répartir entre acteurs centraux ou locaux, et publics ou privés, sur un continuum de situations qui combinent un degré de centralisation/décentralisation et de contractualisation/monopolisation publique dans des proportions variées selon les pays. Tout ceci excluant les situations d'autorégulation dans un cadre informel (accès direct aux sources

d'eau, eau livrée par porteurs...), que l'on trouve presque exclusivement dans les pays en développement, souvent en proportion importante de la fourniture totale des services du secteur, mais qui ont vocation à disparaître à mesure que le niveau de vie de la population augmente.

On ne décèle aucun schéma systématique liant l'organisation institutionnelle d'un pays et la cartographie institutionnelle des politiques de l'eau. Certains États fédéraux (États-Unis, Canada, Belgique) ont dévolu la quasi-totalité des responsabilités du secteur aux échelons administratifs inférieurs, tandis que d'autres (Australie, Mexique) les ont largement laissées au pouvoir central. Il en est de même pour les États unitaires, parmi lesquels certains continuent de confier les responsabilités à l'administration centrale (Corée du Sud, Chili, Israël), alors que beaucoup d'autres les ont déléguées à des niveaux administratifs inférieurs (France, Nouvelle-Zélande, Grèce...).

Au-delà de la grande diversité des situations nationales, on repère trois « modèles » représentatifs (OCDE, 2015_b). Le premier est celui où le secteur public est responsable de la gestion des ressources et des services, et détient la propriété des infrastructures. La fourniture des services est déléguée à des opérateurs publics, tandis que les fonctions régulatrices sont assurées par l'État aux échelons centraux, régionaux ou municipaux. C'est le modèle dominant dans des pays comme les Pays-Bas ou l'Allemagne.

Le second laisse la régulation du secteur aux mains de l'État, tandis que la fourniture des services peut être déléguée à des opérateurs privés, qui gèrent des infrastructures qui restent elles dans le domaine public. Apparu en France au XIX^e siècle, ce modèle s'est étendu à de nombreux autres pays, surtout ceux où les municipalités sont responsables de la fourniture des services d'eau, sans avoir nécessairement les moyens financiers et humains de les assurer dans de bonnes conditions elles-mêmes.

Le troisième conduit à la création d'une agence publique autonome, qui régule le secteur de l'eau de manière indépendante de l'appareil d'État, ce

qui n'exclut pas la privatisation de certains services. C'est le modèle dominant au Royaume-Uni et en Italie.

Le secteur de l'eau se distingue par ailleurs par un grand éparpillement des responsabilités entre institutions différentes (OCDE, 2012_b), au point que certains pays ont décidé d'inscrire dans leur Constitution la répartition des rôles d'élaboration, de mise en œuvre et de réglementation de la politique de l'eau : c'est le cas pour le Chili, la Belgique, la France, le Mexique ou les États-Unis. De manière générale, les services nationaux relatifs à la distribution d'eau sont ceux qui intéressent le plus grand nombre de ministères et organismes publics, en raison des nombreuses externalités qu'entraîne la fourniture d'eau, qui intéresse d'autres secteurs comme la santé, l'agriculture ou l'énergie. Neuf ministères jouent un rôle dans la politique de l'eau au Canada par exemple. D'autres pays, comme l'Angleterre ou le Chili, ont fait le choix de se doter d'un organe de réglementation spécifique à ce secteur, dont les responsabilités peuvent être très étendues, allant de la gestion des infrastructures à la tarification des services, en passant par l'octroi des concessions à des opérateurs privés ou la protection des consommateurs.

Le rôle des institutions infranationales dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de l'eau est très variable d'un pays à l'autre. Dans les États fédéraux, les autorités locales et régionales sont les principaux intervenants dans la gestion des ressources et la fourniture des services. Dans une deuxième catégorie de pays, les autorités locales et régionales sont étroitement associées à l'administration centrale, comme dans la plupart des pays européens. Dans les pays très centralisés, le rôle des institutions infranationales se limite à la mise en œuvre des politiques conçues au niveau central, comme en Israël ou en Corée du Sud.

Comprendre avec davantage de précision la place que les différents acteurs occupent dans le secteur de l'eau exige d'aller dans le détail des rouages de la politique de l'eau. On y observe depuis plusieurs décennies

une complexification croissante selon deux axes : une multiplication des acteurs, accompagnée d'un remodelage de la manière dont leurs rôles s'articulent. Cette complexification elle-même s'explique par les éléments qui ont été développés au cours des [chapitres précédents](#). Le problème de l'accès à l'eau vient de ce que la disponibilité de la ressource est déterminée par des processus naturels globaux, ou tout au moins à l'échelle de bassins hydrographiques, alors que les utilisations qui en sont faites résultent d'une multitude de comportements locaux non coordonnés. Tant que disponibilité et prélèvements sont compatibles du fait de pressions modérées sur les ressources, cette absence de coordination ne pose pas de problèmes majeurs. C'est de moins en moins le cas, et les politiques de l'eau doivent relever le défi d'articuler la nécessité d'envisager une conception globale de la gestion de la ressource avec celle d'impliquer les acteurs concernés à l'échelle la plus efficace. Il faut donc à la fois concevoir ces politiques au plus près des multiples usages de la ressource pour en assurer une bonne gestion, et coordonner les actions dans le secteur afin d'avoir une cohérence entre ces activités, de même qu'avec les priorités en matière de protection des écosystèmes. Ces deux exigences trouvent leur écho dans la tendance à la décentralisation des politiques de l'eau, dans l'implication d'un nombre croissant de parties prenantes, et dans l'adoption de ce qu'il est convenu d'appeler la « gestion intégrée des ressources en eau », des évolutions que l'on observe un peu partout dans le monde.

Décentralisation, implication des parties prenantes et gestion intégrée

Concevoir les politiques de l'eau au plus près des usages concernés nécessite de faire participer à leur élaboration et à leur mise en œuvre davantage d'acteurs, et de leur donner les moyens d'une participation active. Cette dévolution de pouvoirs est bien sûr envisageable surtout dans

des configurations institutionnelles et des régimes politiques qui l'autorisent, et se rencontre moins dans les pays où la gestion de l'eau reste l'affaire de l'État dans une organisation centralisée et hiérarchique, comme en Chine, au Moyen-Orient ou en Afrique du Nord.

La décentralisation vise à déléguer des pouvoirs, compétences et responsabilités à des acteurs publics situés à différents échelons de l'appareil administratif, ou à des acteurs privés. Elle rejoint les préoccupations de bonne gestion des ressources en eau évoquées au [chapitre 4](#), en s'appuyant sur deux principes censés se compléter mutuellement : l'efficacité par la participation active au niveau le mieux approprié. Les systèmes publics fortement centralisés de fourniture d'eau en milieu urbain ou de services d'irrigation ayant atteint leurs limites (bureaucratisation extrême, déconnexion des besoins du terrain, problèmes de financement...), il a été de plus en plus question de confier ces tâches à des acteurs davantage susceptibles de fournir ces services dans de meilleures conditions, qu'ils soient publics ou privés (WWDR, 2009, chap. 14). En voici quelques exemples.

Le principe de transfert de gestion de l'irrigation à des associations d'utilisateurs (tant en ce qui concerne la couverture des coûts que la maintenance des infrastructures) s'est ainsi imposé progressivement depuis plus de deux décennies, quel que soit le niveau de développement des pays concernés. Le succès du Mexique est souvent donné en exemple : le programme s'est diffusé progressivement à partir de 1989 ; dès 1996, 90 % des 3,3 millions d'hectares irrigués par le système public avaient été transférés à des associations ; celles-ci étaient capables de couvrir dans certaines régions jusqu'à 100 % des coûts de fonctionnement, contre 20 % avant la réforme.

En milieu urbain, la décentralisation prend souvent la forme de délégation des services de l'eau à des entités municipales ou à des compagnies privées (un point développé plus loin). Dans certains pays en

développement, cette tendance s'explique par l'impossibilité de faire face aux énormes investissements associés aux systèmes de traitement de l'eau, et l'existence d'alternatives reposant sur des dispositifs décentralisés et des technologies moins sophistiquées. Des systèmes communautaires de traitement de l'eau se sont ainsi diffusés en secteurs périurbains en Asie et en Afrique, par exemple en Indonésie, où un projet pilote démarré en 2003 dans 6 communautés s'est peu à peu déployé à l'échelle du pays, couvrant désormais plus de 400 secteurs.

Un troisième domaine dans lequel la décentralisation s'est imposée de manière encore plus évidente est la gestion des aquifères, puisque la coopération active des utilisateurs est indispensable pour éviter les phénomènes de « tragédie des communs » que nous avons déjà rencontrés. Les dispositifs les plus anciens (remontant aux années 1980) se trouvent à l'ouest des États-Unis, notamment au Texas, où les associations d'utilisateurs couvrent plus de 90 % des aquifères de l'état, ou en Espagne, où leur création est obligatoire dans le cas des aquifères surexploités. Mais ils existent maintenant un peu partout dans le monde, principalement dans les pays où l'irrigation repose en grande partie sur les eaux souterraines et où celles-ci sont menacées d'épuisement.

Il est arrivé dans certaines situations que cette délégation de pouvoirs soit le fruit de revendications des acteurs directement concernés, comme par exemple en Équateur, où des manifestations spontanées contre les autorités provinciales de l'eau à Riobamba en 2005 conduisirent à la création d'une fédération d'organisations communautaires, qui fit par la suite des émules dans d'autres provinces.

La dévolution de compétences et responsabilités à des acteurs locaux participe également à l'évolution des politiques de l'eau décrite au [chapitre 4](#), d'une logique d'offre vers une logique de demande. Il s'agit rappelons-le de passer de l'objectif de fourniture d'eau à l'aide d'infrastructures dédiées, sans se préoccuper des limites économiques ou

écologiques, à celui de satisfaction des besoins en services d'eau cohérente avec la disponibilité des ressources. Cela nécessite effectivement une gouvernance ouverte et participative, capable de dépasser la vision purement technique du problème. Nous avons eu l'occasion de souligner à quel point cette évolution est exigeante sur le plan institutionnel, dans la mesure où elle repose sur une interaction étroite entre tous les acteurs concernés, fournisseurs et utilisateurs, et sur la mise en place d'incitations appropriées. Il est par exemple question de faire fonctionner des marchés de droits d'usage d'eau transférables, ou d'exploiter le potentiel d'économies d'envergure qui peuvent exister quand l'offre de services résulte de décisions prises conjointement plutôt que séparément, comme lorsque des agences de fourniture d'eau, des services de contrôle des inondations et des gestionnaires d'occupation des sols coopèrent dans le cadre d'une politique de protection contre les dégâts des eaux.

Ce mouvement de décentralisation s'accompagne de l'implication d'un nombre de plus en plus important d'acteurs dans les politiques de l'eau (OCDE, 2015_a), qu'il n'est pas nécessairement facile d'identifier, au point que certains gouvernements ont développé des outils pour « cartographier » les parties prenantes présentes dans le secteur de l'eau, ainsi que l'a fait l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) dans les pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord. Outre les administrations publiques centrales et infranationales, on trouve donc notamment des agences spécialisées dans les questions d'eau (telles que les agences de bassin, dont le rôle est abordé ci-dessous), des entreprises privées chargées de fournir certains services (abordées dans un paragraphe ultérieur), des organisations de la société civile impliquées dans la protection des consommateurs ou des écosystèmes par exemple, des associations d'agriculteurs ou de consommateurs participant à la gestion des ressources, des institutions de financement des activités du secteur (un point traité plus loin), des communautés indigènes préoccupées par la protection de leurs

droits d'eau... Tous ces acteurs n'ont pas les mêmes intérêts, ni les mêmes capacités pour les faire valoir. Il s'agit donc pour les autorités publiques de rendre leurs interactions cohérentes, et compatibles avec les grandes orientations stratégiques des politiques en matière de quantité et qualité de l'eau, ou de protection des écosystèmes. Cela doit reposer notamment sur un effort de consultation, de concertation, de partage et de diffusion d'information, de manière à rendre la gouvernance de l'eau légitime et transparente. On trouve à cet effet un certain nombre de mécanismes formels ou informels (comités de citoyens, référendums, comités de bassins...) contribuant au dialogue entre parties prenantes.

La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) est la troisième composante de ce mouvement tendant à renforcer la cohérence et l'efficacité des politiques de l'eau. Elle vise à coordonner à l'échelle d'un bassin hydrographique la gestion des ressources pour tous les acteurs et secteurs concernés, du niveau local au niveau global. Le principe s'appuie sur l'idée de bassin fluvial comme unité de gestion et de planification des ressources en eau, concept historiquement récurrent dont on trouve des traces jusqu'en Chine au III^e siècle avant J.-C. (Molle, 2009), mais réhabilité depuis trois décennies dans la perspective d'intégrer les préoccupations de gestion de la rareté de l'eau et de protection des écosystèmes aquatiques. Davantage que de concevoir un périmètre géographique d'action, il s'agit donc bien de définir le territoire pertinent pour gérer des usages de l'eau en concurrence croissante, et de mettre en place un appareil administratif capable de faire coopérer les acteurs concernés à l'échelle retenue. Le bassin hydrographique s'est imposé comme échelle d'intervention pour plusieurs raisons évidentes : unité hydrologique pour la gestion des ressources ; échelle appropriée pour la résolution des conflits d'usage ; idem pour le recueil et l'analyse de données ; internalisation de nombreuses externalités dans ce périmètre ; opportunités d'optimiser la gestion de l'eau à cette échelle.

Sur le plan institutionnel, le modèle des agences de bassin a été retenu pour articuler l'échelle géographique d'intervention et la répartition des responsabilités en matière de gestion de l'eau. Les agences de bassin existent depuis plus d'un siècle en Espagne ou au Portugal, et on trouve en Allemagne des syndicats coopératifs de gestion de l'eau de la Ruhr dès 1926. Mais c'est en France, par la loi sur l'eau de 1964, qu'est inauguré le modèle de gestion par bassin versant qui s'est imposé depuis partout dans le monde. On trouve ainsi des agences de bassin en Australie, au Brésil, au Kazakhstan, au Kenya et dans tous les pays membres de l'Union européenne, les rares exceptions étant des pays où les politiques de l'eau restent fortement centralisées, comme en Israël, au Chili ou en Corée du Sud. Dans le système français (Lanfranchi, 2008), les agences de bassin mettent en œuvre la politique de l'eau décidée au sein de comités de bassin, eux-mêmes composés des parties prenantes à cette gestion : représentants des collectivités territoriales, de l'État, des organisations socio-professionnelles, et des usagers. Leur composition (avec des représentants de l'État minoritaires) leur assure une indépendance vis-à-vis de l'appareil politico-administratif, une garantie que les actions menées ne sont pas parasitées par des considérations électorales. Elles jouissent de l'autonomie financière grâce à un dispositif de redevances permettant d'appliquer les principes de pollueur-payeur et utilisateur-payeur. Il y a donc véritablement tentative de mise en œuvre d'une gestion intégrée sur le plan des objectifs et des instruments des politiques de l'eau, dans leur dimension écologique, managériale et financière, et d'une manière qui se veut compatible avec les principes du développement durable, ce qui explique que la GIRE se soit imposée depuis deux décennies comme paradigme dominant en matière de gouvernance de l'eau.

Cette domination s'explique pour certains par le fait que la « communauté épistémique » de l'eau (Haas, 1992) est dominée par les pays occidentaux, et que la GIRE est un concept occidental adapté aux

problématiques hydrauliques des pays riches, mais pas nécessairement à vocation universelle (Biswas, 2008). Il serait par exemple difficilement transposable en Afrique subsaharienne, pour des raisons tenant aux caractéristiques socio-culturelles du continent (Julien, 2012), notamment le fait que les institutions informelles du secteur de l'eau y sont encore prégnantes, et contribuent pleinement à la gestion de l'eau et des conflits associés, et que les efforts déployés pour formaliser les institutions et droits de l'eau sont loin d'avoir totalement évincé leur pendant informel (Sokile et van Koppen, 2004)

Quel que soit le mode de gouvernance locale qui s'y applique, la double tendance vers une décentralisation et une intégration des politiques de l'eau est probablement irréversible, car en phase avec les préoccupations de gestion durable de l'eau. Elle pose cependant le problème de la coordination horizontale et verticale de ces politiques, puisqu'il est question d'articuler des mesures destinées à un nombre croissant d'acteurs à des niveaux d'intervention différents.

Les défis de la gouvernance multi-niveaux

En termes très généraux, ce problème de coordination peut se concevoir comme une question d'arbitrage entre l'échelle de gouvernance autorisant l'efficacité d'un système, et celle permettant la participation la plus inclusive possible des acteurs concernés (Dahl, 1994). Dans le secteur de l'eau, plus le niveau de prise de décision est élevé, plus il est difficile d'obtenir une participation active des parties prenantes à tous les échelons de la gouvernance, et plus les risques de conflits entre celles-ci sont élevés ; inversement, plus le niveau d'intervention est proche des acteurs concernés, plus il est difficile de prendre des décisions capables de tenir compte de la globalité de la problématique de l'accès à l'eau (Moss et Newig, 2010). Il

est donc question de coordination des politiques de l'eau selon trois axes déterminants :

- entre différentes institutions en charge de ces politiques au niveau central de l'administration d'un État
- entre différents acteurs au niveau infranational
- entre différents niveaux de décision au plan national, infranational (régional, local, états d'une fédération) et éventuellement supranational

Les difficultés ou obstacles à cette triple exigence de coordination de manquent pas, et peuvent être regroupés en trois catégories de problèmes.

La première concerne le système en place, plus exactement le problème de fragmentation institutionnelle, du fait du nombre important d'acteurs impliqués dans les politiques de l'eau à l'échelle de l'administration centrale ou locale, et les risques associés d'éparpillement des rôles ou de chevauchement des responsabilités. Il est très rare de trouver un « ministère de l'eau » chargé de coordonner les actions dans le secteur (il en existe en Bolivie, en Inde ou en Tanzanie), alors que les besoins en la matière sont substantiels : il faut, comme nous l'avons vu au cours des [chapitres précédents](#), coordonner les mesures prises dans les secteurs périphériques (énergie, agriculture, commerce...) pour aider à atteindre les objectifs fixés dans celui de l'eau ; il faut éviter que des mesures prises à un endroit (tarification des prélèvements d'eau de surface) aient des effets contraires ailleurs (augmentation des prélèvements souterrains) ; il faut faire en sorte que la bonne gestion locale soit compatible avec les objectifs globaux en matière de protection des ressources en eau ;... La situation habituelle est plutôt la dissémination des compétences entre ministères ou agences publiques responsables de l'environnement, de l'industrie, de l'énergie, de la santé, de l'irrigation... (les États-Unis présentant un cas de fragmentation institutionnelle extrême, avec plus de 30 agences et programmes fédéraux ayant des responsabilités en rapport avec le secteur de l'eau), avec tout ce que cela comporte d'incohérences potentielles, et le fait notamment

qu'aucune de ces agences n'est directement responsable des impacts des activités qu'elle encadre sur la disponibilité de l'eau. La parade dans certains cas est de mettre en place une mission interministérielle de l'eau (comme il en existe en France) censée avoir une vue d'ensemble, mais cela ne résout pas nécessairement tous les problèmes d'incompatibilité entre mesures prises par différentes institutions, ou ceux de surcoûts associés, au contraire.

Même si l'on s'intéresse exclusivement aux institutions spécialisées dans le secteur de l'eau, l'éparpillement des responsabilités à différents échelons rend difficile la mise en cohérence des services de l'eau aux échelons locaux (adduction d'eau urbaine, services d'irrigation...) avec la gestion des ressources en eau au niveau global. On trouve ce problème par exemple avec les programmes de transfert de gestion de l'irrigation évoqués précédemment, indispensables pour améliorer la gestion de la demande localement, mais difficiles à articuler avec une gestion globale des ressources, souterraines notamment. La distribution verticale des rôles est souvent inévitable, mais il faut dans ce cas se donner les moyens de comprendre l'impact du comportement des parties sur le tout, ce qui peut se révéler exigeant sur le plan des moyens à mettre en œuvre. Là encore, le défi est particulièrement difficile à relever aux États-Unis, où près de 50 000 organismes fédéraux, d'état, locaux ou de comté participent à la politique de l'eau (OCDE, 2012_b, p. 45). On peut supposer que les succès tant vantés de Singapour en matière de gestion intégrée des ressources en eau tiennent en partie à la taille réduite du territoire concerné, et à la moindre complexité organisationnelle qu'elle implique.

Il découle de ces difficultés liées à la fragmentation institutionnelle un autre risque, celui de l'empilement des dispositifs pour tenter de gérer la complexité d'un système. Un nouveau se substitue en effet rarement entièrement à ceux préexistants, mais s'y ajoute. Les agences de bassin en France sont venues se superposer dans les années 1960 au dispositif

napoléonien existant, entraînant une fragmentation des compétences et responsabilités entre ces nouvelles institutions et les collectivités territoriales traditionnellement engagées dans le secteur (Lesage, 2013). Le modèle est vanté partout dans le monde, mais il implique un éparpillement institutionnel entre l'administration centrale, territoriale, et les agences de bassin situées à un stade intermédiaire. L'État exerce sa tutelle sur les six agences de l'eau en France, mais il est minoritaire dans leur conseil d'administration, et ne les finance pas directement.

Une deuxième catégorie de problèmes tient aux moyens disponibles ou mis en œuvre pour assurer la coordination des politiques de l'eau. Il y a tout d'abord un simple problème d'information, dont il faut disposer pour pouvoir opérer de manière efficace. Comme nous l'avons vu tout au long de cet ouvrage, les phénomènes en jeu sont tellement complexes, notamment en raison des multiples externalités qui traversent le secteur de l'eau, qu'il est illusoire de viser à en avoir une connaissance parfaite. De ce point de vue, les politiques de l'eau sont vouées à un échec partiel. Par ailleurs, recueillir l'information peut s'avérer difficile, comme nous l'avons vu à propos des données concernant les quantités ou la qualité de l'eau disponible. Même lorsque l'information est disponible, elle peut ne pas être recueillie de manière compatible entre différentes parties d'un dispositif institutionnel, comme c'est le cas en Australie, où les données traditionnellement recueillies par les états de la fédération ne sont pas totalement comparables au plan national (OCDE, 2012, p. 113).

Au-delà de ce problème d'information, la question des moyens humains et financiers est au cœur de tout dispositif institutionnel et de sa réforme éventuelle. On ne compte plus les projets de transferts de responsabilités et compétences non suivis d'effet par manque de moyens associés, ou les tentatives avortées de processus de concertation avec des parties prenantes pour les mêmes raisons. La question des moyens et de leur financement fera l'objet d'un paragraphe spécifique plus loin.

Il y a enfin la question de l'engagement des acteurs concernés, qui peut faire défaut pour deux raisons principalement : parce que leurs intérêts ne s'accordent pas avec la mise en œuvre d'une coordination des actions dans le secteur de l'eau ; parce que leurs intérêts ne sont pas pris en compte par les décideurs. Plusieurs raisons peuvent expliquer que les intérêts en présence ne soient pas compatibles avec la gouvernance multi-niveaux. Il se peut qu'une agence à laquelle est transférée la compétence de gestion de l'eau soit opposée à ce que l'administration centrale souhaite lui voir faire, comme ce fut le cas au Honduras, où la municipalité de la capitale Tegucigalpa était en opposition avec le projet de réforme de la tarification de l'eau imposée par le gouvernement (WWDR, 2006, chap. 2). à l'inverse, il est possible que des agences gouvernementales soient réticentes à transférer des pouvoirs et compétences à des instances territoriales, comme on le constate au Moyen-Orient ou en Afrique du Nord, où le principe de transfert de gestion de l'irrigation reçoit parfois davantage de soutien rhétorique que de véritable engagement pour mettre en œuvre les moyens appropriés (Giordano et Suhardiman, 2014). Des groupes de pression agricoles ou industriels peuvent s'opposer à des réformes qui restreignent leur accès à l'eau. Des acteurs bénéficiant d'asymétries d'information⁴ (irrigateurs organisés en association, firmes privées, compagnies hydroélectriques...), peuvent capter un processus de réforme à leur avantage. Finalement, comme dans tout autre domaine, la corruption intervient comme paramètre déterminant dans la mauvaise gouvernance du secteur de l'eau, en particulier dans l'échec de coordination des acteurs et de leurs rôles (Stalgren, 2006). Des études suggèrent que 20 à 40 % des moyens financiers mobilisés dans ce secteur sont perdus du fait de la corruption, ce qui représenterait près de 20 milliards de dollars sur la décennie 2010. Une autre estimation fait état de l'équivalent de 40 milliards d'heures de travail perdues annuellement dans le monde à cause des multiples inefficacités qu'elle crée dans la gestion de la ressource, les coûts

étant supportés principalement par les populations pauvres et l'environnement.

Les intérêts de certains acteurs peuvent ne pas être pris en considération, au détriment du succès de la GIRE, dans la mesure où ces acteurs sont mieux à même de connaître les bonnes méthodes de gestion de l'eau, ou bien parce que négliger ces intérêts va à l'encontre d'une gestion légitime des ressources. Un peu partout dans le monde, des populations indigènes ont développé au cours des siècles une connaissance intime du cycle hydrologique et de ses contraintes, et ont fondé la gestion locale de l'eau sur des institutions informelles, souvent transmises oralement, qui permettent de procéder efficacement au contrôle de la qualité de l'eau, ou à l'allocation des ressources entre usages concurrents. Ces connaissances sont souvent ignorées des processus de réforme du secteur de l'eau engagés depuis quelques décennies⁵, avec des conséquences d'autant plus fâcheuses sur les résultats de ces réformes que ces arrangements informels peuvent concerner une proportion importante, si ce n'est la majorité, de la population mondiale (Van Koppen *et al.*, 2007). Dans d'autres situations, la légitimité des politiques de l'eau peut être mise en doute par le fait que des mesures ou réformes sont imposées à des populations qui n'en veulent pas, comme dans les très nombreux exemples de projets d'infrastructures (barrages principalement) auxquels des populations locales s'opposent.

Une gouvernance mondiale de l'eau ?

Il a été jusqu'ici question de gouvernance du secteur de l'eau à l'échelon national ou infranational, pour la raison simple que c'est à ces échelles que les gouvernements conçoivent exclusivement la gestion de cette ressource. Ne faut-il pas pour autant réfléchir à la nécessité d'une gouvernance mondiale, comme dans pratiquement tous les autres cas de protection de ressources naturelles ?

Nous avons eu l'occasion de souligner à plusieurs reprises au cours de cet ouvrage que l'accès à l'eau pose des problèmes typiquement locaux, et que les solutions doivent être trouvées à cette échelle. Bien ou mal gérer l'eau dans un compartiment du cycle hydrologique global est sans véritables conséquences sur l'accès à l'eau dans un autre compartiment. Ce n'est que lorsque l'eau traverse les frontières qu'il est question de mettre en œuvre des dispositifs internationaux, mais cela ne change rien au fait que l'échelle pertinente de gestion de l'eau est au maximum celle du bassin hydrographique. Parmi tous les défis du développement durable, l'accès à l'eau apparaît donc comme un de ceux qui ne posent pas de problèmes à une échelle globale.

De fait, il n'existe pas véritablement de gouvernance mondiale de l'eau. Aucune instance internationale n'est en charge de coordonner les politiques nationales dans le secteur, et il n'existe aucun accord de portée planétaire fixant des objectifs communs en matière de gestion de l'eau. L'Union européenne fait là encore figure d'exception, puisqu'elle a mis en place une législation commune aux États membres portant sur la gestion des bassins hydrographiques et des eaux souterraines, sur l'amélioration de la qualité de l'eau, ou sur la gestion des risques d'inondation. Il existe bien sûr une coopération internationale dans le domaine de l'eau, qui mobilise les efforts d'agences des Nations Unies, d'institutions financières internationales telles que la Banque mondiale, d'organisations internationales de bassins hydrographiques, de gouvernements ou d'organisations non gouvernementales internationales, mais son caractère global se limite au recueil d'informations sur les conditions de gestion des ressources en eau, ou à l'organisation d'instances de concertation entre parties prenantes pour faciliter par exemple la coopération régionale. Pour le reste, cette coopération internationale s'intéresse essentiellement à la gestion de l'eau par bassin hydrographique ou à la mise en œuvre de projets locaux.

Il existe pourtant certains biais par lesquels il peut y avoir de bonnes raisons de réfléchir à l'opportunité d'une gouvernance mondiale de l'eau (Hoekstra, 2011). Le commerce d'eau virtuelle, que nous avons abordé aux [chapitres 1 et 4](#), en fait partie. Rappelons qu'il s'agit des quantités d'eau incorporées dans la production de tous les biens, puis échangées à travers le monde. Nous avons vu que ces échanges s'articulent dans une certaine mesure selon le principe d'efficacité dans l'usage des ressources en eau, les flux d'eau virtuelle allant en partie des pays riches en eau vers ceux qui en manquent, mais qu'il existe encore des marges importantes d'amélioration dans ce domaine, surtout si l'on considère l'ampleur de ces flux, qui représentent près du tiers des prélèvements d'eau globaux (1 300 km³ annuels sur 4 000 km³). Partant de ce constat, on peut établir que s'il n'est pas nécessaire de mettre en place une gestion globale du cycle de l'eau, il peut être opportun de s'intéresser à une gestion globale de l'efficacité des usages de l'eau, par le biais du commerce international d'eau virtuelle. Il s'agirait alors de coordonner les incitations destinées à encourager ou à décourager l'utilisation d'eau incorporée dans les produits d'exportation selon l'état de l'accès à la ressource dans les pays concernés. Étant donné les réticences des gouvernements à faire une meilleure gestion de l'eau virtuelle relevées au [chapitre 4](#) (essentiellement la crainte que l'importation d'eau virtuelle par le biais de produits agricoles ne nuise à la sécurité alimentaire), la coopération internationale est indispensable dans ce domaine pour promouvoir l'efficacité. Le commerce d'eau virtuelle fait de la gestion de l'eau un problème planétaire.

Il y a ensuite le problème classique de l'impact des politiques environnementales nationales en matière de compétitivité internationale. La compétitivité des producteurs de biens intensifs en eau dans un pays adoptant par exemple une politique de tarification de l'eau exigeante est nécessairement affectée. Les consommateurs de ces produits étant naturellement réticents à subir une augmentation de prix, le plus probable

est que l'adoption unilatérale de ce genre de tarification de l'eau sera pénalisée par ces effets de compétitivité, et que les soupçons de dumping environnemental se multiplieront à propos des politiques de l'eau⁶.

Une piste intéressante pour améliorer la gestion de l'eau est la labélisation des produits intensifs en eau, de manière à faciliter la prise de conscience des consommateurs quant aux effets des produits qu'ils choisissent sur les systèmes hydrologiques. Ces labels existent pour la gestion durable des forêts (*Forest Stewardship Council*) et des pêcheries (*Marine Stewardship Council*), et pourraient être introduits pour le contenu en carbone des biens échangés internationalement. Faire de même pour certains produits à forte empreinte hydrique, tels que le riz, le coton ou le sucre, nécessiterait une coopération internationale afin d'harmoniser la définition et le contrôle de labels appliqués à des produits échangés sur des marchés globaux. Des initiatives existent en ce sens, comme l'*Alliance for Water Stewardship*, le *Water Stewardship Programme* du *European Water Partnership*, le groupe de travail consacré à l'*ISO Water Footprint*, et le *Water Disclosure Project*.

Une autre idée intéressante pourrait être l'allocation de quotas d'empreinte hydrique selon les caractéristiques locales de l'accès à l'eau. Le principe serait le suivant : une empreinte hydrique annuelle maximum par bassin hydrographique serait définie en fonction de la disponibilité naturelle et des besoins environnementaux d'eau localement ; la somme des empreintes par bassin hydrographique représenterait une limite mondiale des prélèvements d'eau ; il faudrait finalement traduire cette empreinte globale en allocations nationales, locales, voire individuelles, sur une base qui devrait être négociée entre membres de la communauté internationale. Le dispositif paraît totalement utopique en l'état actuel des choses, mais il n'est pas sans rappeler les marchés de permis d'émissions de carbone existants, pour lesquels des quotas d'émissions globales maximum doivent être définis avant que les permis ne soient distribués entre acteurs

concernés. La principale différence étant que les allocations hydriques n'auraient pas besoin d'être échangeables, dans la mesure où les transferts de permis ne pourraient pas s'accompagner de transferts d'eau, qui reste d'usage local.

Certains (Gerbens-Leenes *et al.*, 2007) ont finalement proposé d'appliquer à l'impact des activités humaines sur l'eau le principe de neutralité appliqué en matière d'émissions de carbone⁷ : il s'agirait alors de quantifier l'empreinte hydrique d'une activité, et de permettre à ceux qui en sont responsables d'acheter des certificats convertibles par exemple en investissements en protection des ressources en eau ou en infrastructures d'accès à l'eau dans les pays en développement. Les exigences de coopération globale sont moindres ici, mais existent tout de même du fait qu'il faudrait harmoniser internationalement le dispositif, et notamment ce que l'on entend par neutralité hydrique.

Une gouvernance mondiale de l'eau, si elle doit émerger un jour, sera probablement circonscrite à des interventions ponctuelles et sectorielles, car il n'existe pas dans ce domaine de nécessité fonctionnelle de coordonner ou d'harmoniser les activités planétaires pour atteindre un objectif de protection de la ressource, comme c'est le cas par exemple pour protéger le climat, la couche d'ozone ou la biodiversité. Le droit international de l'eau est en reflet de cette situation, dans la mesure où s'il parvient à faire émerger lentement les notions de droit humain d'accès à l'eau ou d'équilibre global écosystémique (Paquerot, 2005), il peine à imposer l'extension d'un statut de *res publica* universelle aux ressources en eau, du fait de l'absence du critère de nécessité que serait celui de « préoccupation commune de l'humanité » pour les ressources en eau. Il serait par exemple sans fondement de demander à une communauté locale ou nationale de renoncer aux bénéfices de développement que pourraient lui apporter des ressources en eau excédentaires au nom de leur bonne gestion pour l'humanité, car ce sacrifice ne résoudrait en rien les problèmes d'accès à

l'eau rencontrés ailleurs. La gestion du climat repose à l'opposé sur des exigences de restriction des droits à émettre du carbone dans l'atmosphère pour le bien commun de l'humanité.

Ce n'est donc pas directement pour la gestion du cycle de l'eau et des ponctions que les activités humaines y opèrent qu'il est nécessaire de faire émerger une gouvernance mondiale. Cette nécessité est ailleurs, dans la gestion des moyens mobilisés pour développer l'accès à l'eau là où il s'avère difficile, notamment pour faciliter les investissements dans les pays qui n'ont pas les moyens de les réaliser. Mais avant d'en arriver à cette problématique, il nous faut aborder la question du financement de l'accès à l'eau, qui est peut-être la plus cruciale de toutes celles abordées dans cet ouvrage.

Les besoins de financement dans le secteur de l'eau

Nous avons eu l'occasion de souligner au [chapitre 3](#) que la fourniture des services de l'eau, et de manière générale la sécurité hydrique, impliquent des investissements importants en infrastructures et institutions, avec des différences dans la répartition de ces deux types de dépenses selon le niveau de développement des pays concernés. Rien de significatif ne peut être dit à ce propos sans fournir des données chiffrées concernant les besoins en la matière, et les moyens de les satisfaire.

Les besoins sont en l'occurrence énormes, bien que difficiles à évaluer, et en forte augmentation. Il en existe de nombreuses estimations, variant dans des proportions importantes selon les critères retenus : couverture géographique et période considérées, types d'investissements pris en compte, méthodologie utilisée (World Water Council/OECD, 2015, chap. 2). Les plus globales parviennent à des montants totaux allant de 500 à près de 1 000 milliards de dollars par an pour les deux décennies à venir,

mais en ne considérant que les investissements en capital, ce qui laisse de côté les dépenses d'exploitation et de maintenance, qui peuvent selon les cas être du même ordre, voire plus élevées. Sur la dernière décennie, on note ainsi que les dépenses d'exploitation et maintenance étaient plus élevées que les investissements en capital à l'échelle mondiale pour la fourniture d'eau potable, et comparables pour le traitement de l'eau (PWC, 2012, pp. 57-58)⁸.

Ces besoins varient énormément selon les pays, que l'on peut regrouper en quatre catégories (OCDE, 2009, chap. 1). Pour les pays ayant des systèmes d'accès à l'eau développés et matures, il est question principalement de remettre en état des infrastructures anciennes, ou de satisfaire des demandes croissantes en matière de protection des écosystèmes, de normes de qualité ou de solidarité sociale. Pour les pays émergents à croissance économique et urbaine rapide, le défi dans ce secteur est de suivre le rythme d'augmentation des besoins d'une population de plus en plus exigeante. Pour certains pays en transition dont les infrastructures couvrent l'essentiel des besoins, mais sont totalement vétustes, la priorité est de porter celles-ci au niveau des attentes de leur population. Enfin, pour les pays en développement dont la couverture des besoins en matière de distribution et traitement de l'eau est loin d'être complète, il s'agit désormais d'atteindre les Objectifs de Développement Durable fixés par l'ONU qui succèdent aux Objectifs du Millénaire pour le Développement.

Il faut mettre ces montants en perspective d'autres besoins en infrastructures et des capacités à les couvrir, pour avoir une vision réaliste de ce qu'il est possible de faire en la matière. Les estimations varient là encore dans des proportions importantes. L'OCDE prévoyait en 2006 que les besoins d'investissements dans le secteur de l'eau auraient augmenté d'ici 2025 dans des proportions beaucoup plus importantes que dans d'autres secteurs davantage soumis au phénomène de saturation des besoins

(électricité, réseaux routiers, télécommunications), au point d'être quatre fois plus élevés. Une étude plus récente (McKinsey, 2013) prévoit que sur la période 2013-2030, les besoins d'investissements en infrastructures hydrauliques (près de 12 000 milliards de dollars) seront comparables aux besoins d'investissement dans les secteurs de l'électricité (un montant équivalent), des télécommunications (9 500 milliards), ou des réseaux routiers (16 500 milliards). Dans tous les cas de figure, les dépenses estimées pour le secteur de l'eau représentent autour de 1 % du PIB mondial actuel, une proportion qui ne paraît pas hors de portée. Mais il faut rappeler que ces dépenses d'investissement ont diminué de moitié en pourcentage du PIB annuel dans la plupart des pays depuis la fin des années 1990. Nous verrons plus loin que le manque d'attractivité des investissements pour l'accès à l'eau est l'un des problèmes principaux auxquels le secteur doit faire face.

Les besoins en question, ou plus exactement les coûts de leur satisfaction, sont en forte augmentation pour deux raisons fondamentales. La première est en rapport avec les évolutions évoquées dans cet ouvrage : l'augmentation de la population mondiale, l'urbanisation accélérée qui suppose l'extension des infrastructures en réseaux, l'augmentation des niveaux de vie qui diversifie les besoins... sont autant de paramètres qui obligent à investir davantage dans l'accès à l'eau. La seconde en découle, d'après la loi élémentaire des rendements décroissants évoquée précédemment : à mesure qu'il faut étendre les infrastructures de l'eau pour satisfaire des besoins en expansion, le coût d'obtention de quantités (et qualité) d'eau supplémentaires augmente lui-même du fait que l'accès à l'eau est de plus en plus difficile⁹ ; les zones urbaines par exemple doivent aller chercher leur eau à des profondeurs plus importantes ou plus loin, et l'eau supplémentaire est souvent de moindre qualité, ce qui suppose des coûts de traitement plus élevés. Il est ainsi estimé que le coût de fourniture de l'eau pour la ville de Lima au Pérou a été multiplié par deux au cours des

deux dernières décennies du xx^e siècle, et celui d'Amman en Jordanie par trois (Richards, 2002).

Enfin, les montants indiqués ne tiennent pas compte de deux types de dépenses : l'entretien des écosystèmes aquatiques, et les investissements en institutions, qui font partie intégrante du coût de l'accès à l'eau, en majorité dans les pays riches. Il existe pour la première catégorie une estimation récente des dépenses actuelles, de près de 12 milliards de dollars pour l'année 2013¹⁰, un montant faible comparé à celui consacré aux infrastructures. Il faut probablement compter sur le fait que, là encore, ces dépenses ne feront qu'augmenter dans ce domaine, étant donné les préoccupations croissantes en matière de gestion environnementale des réservoirs d'eau qui ont été évoquées au [chapitre 2](#). Les investissements institutionnels sont probablement impossibles à évaluer, du fait notamment de l'éparpillement des compétences et responsabilités dans le secteur de l'eau que nous avons décrit précédemment. Il n'en existe d'ailleurs aucune estimation, alors même qu'ils sont aussi essentiels que les investissements en infrastructures, comme nous l'avons vu au [chapitre 3](#) à propos des liens entre dépenses dans le secteur de l'eau et développement économique (schéma de la « courbe en S »).

Comment faire face à ces dépenses énormes, et qui doit les supporter ? Les réponses sont extrêmement variées, et dépendent en grande partie des types de dépenses considérées, des acteurs impliqués soit dans la fourniture des services de l'eau, soit dans leur utilisation, ainsi que du contexte dans lequel ces services sont fournis, qui inclut le niveau de développement. Par exemple, la fourniture d'eau en milieu urbain s'adresse en priorité à des ménages consommateurs, ce qui n'est pas le cas des services d'entretien des bassins hydrographiques, pour lesquels il est impossible de pratiquer une tarification quelconque. Les investissements en institutions sont du ressort exclusif de la puissance publique, et ne peuvent pas être endossés par des acteurs privés. Une partie des investissements et dépenses pour l'accès à

l'eau dans les pays en développement est réalisée par les utilisateurs individuels eux-mêmes, que ce soit des ménages non raccordés au réseau public, ou des paysans dépendant de ressources en eau souterraines qu'il faut pomper. La diversité des situations est une fois de plus le reflet de la complexité du secteur de l'eau que nous avons eu l'occasion de souligner à plusieurs reprises. Avant d'évoquer les modes de financement envisageables, la typologie suivante peut s'avérer utile pour cerner les enjeux du problème du financement de l'accès à l'eau, en forme de récapitulation de ce que nous avons vu jusqu'ici concernant les acteurs et leurs usages des ressources.

Types de services

- Fourniture d'eau, potable ou non, distribuée par des réseaux d'infrastructures ou non
- Traitement de l'eau, grâce à des réseaux d'infrastructures ou non
- Gestion des ressources en eau (protection des écosystèmes, gestion des bassins hydrographiques...)
- Services de gouvernance du secteur de l'eau (régulation et législation, planification, mise en œuvre des politiques...)

Fournis par

- Puissance publique
- Entreprises privées
- Organisations non gouvernementales ou communautaires
- Fourniture autonome de services par les utilisateurs

Impliquant les coûts suivants

- Coûts en capital

- Coûts d'exploitation des installations
- Coûts d'entretien et maintenance
- Coûts des services financiers

Susceptibles d'être endossés par...

- Utilisateurs
- Institutions publiques (nationales, régionales, locales)
- Entreprises privées
- Autorités de régulation du secteur
- Agences d'aide bilatérale ou multilatérale
- Organisations non gouvernementales ou communautaires
- Institutions financières (banques, fonds d'investissement...)

... et couverts par le biais de

- Budget public (taxes et dette)
- Tarification des services
- Dépenses individuelles pour la fourniture autonome des services
- Transferts internationaux de fonds publics
- Emprunts privés
- Émissions de capital par des investisseurs privés

Des sources de financement insuffisantes

De même qu'il n'existe pas de modèle type de gouvernance du secteur de l'eau, il n'existe pas de modèle de financement dans ce domaine. La variété des situations reflète la complexité du secteur et des arrangements institutionnels pour le gérer (WWC/OECD, 2015, pp. 22-23). On trouve dans certains pays un degré élevé de recouvrement des coûts (surtout

d'exploitation et de maintenance des installations) par les contributions des utilisateurs (en France, aux Pays-Bas). L'Union européenne vise en l'occurrence le recouvrement des coûts économiques et environnementaux des actifs du secteur par des tarifs et taxes diverses. Certains pays privilégient le financement exclusivement public des investissements : c'est le cas de 75 % des investissements dans les pays en développement. D'autres ont fait le choix de faire reposer sur le secteur privé le financement des infrastructures et services (en Angleterre, au Pays de Galles, au Chili). Certaines municipalités émettent des obligations pour financer les services de l'eau (aux États-Unis, en Europe, en Inde, en Colombie). La microfinance joue un rôle important dans certains pays en développement. Il arrive que les dépenses d'accès à l'eau soient autofinancées par les utilisateurs, et selon certaines études il s'agirait de la majeure partie des investissements dans les pays en développement, du fait par exemple de l'absence de raccordement aux réseaux urbains existants, ou du recours à des dispositifs individuels pour irriguer les cultures, comme le pompage des eaux souterraines (Tremolet, 2012).

Il n'est pas question d'entrer ici dans le détail de ces modes de financement du secteur de l'eau, mais d'en saisir les enjeux essentiels, qui eux ne sont pas fondamentalement différents d'un pays à l'autre. La typologie précédente permet d'y voir plus clair en la matière, en faisant apparaître quelques points clés.

Tout d'abord, on distingue deux grandes catégories de dépenses que sont les investissements en capital (les infrastructures) et les dépenses d'exploitation et de maintenance des infrastructures (ce qui exclut rappelons-le les investissements en institutions). On observe ensuite que ces dépenses peuvent être assurées par des acteurs publics (nationaux ou internationaux) ou privés (individus, firmes, ONG). Enfin, il apparaît que cinq sources permettent de couvrir ces dépenses : les taxes, les tarifs appliqués aux services de l'eau, l'émission de titres d'emprunt privés ou

publics, l'émission de capital par les firmes du secteur, et l'autofinancement par les utilisateurs. L'expression consacrée des « 3 T » (pour tarifs, taxes, et transferts internationaux) dans le jargon de la gouvernance de l'eau ne reflète effectivement pas l'ensemble des sources de financement disponibles, d'autant que les taxes et transferts internationaux (issus de l'aide au développement pour l'essentiel) ne sont pas fondamentalement de nature différente, et que les identifier séparément sert uniquement à distinguer le cas des pays en développement, pour lesquels les transferts sont une source importante, et celui des pays développés, pour lesquels ils ne comptent pas du tout.

Ces quelques paramètres délimitent le périmètre dans lequel doit se résoudre le problème du financement de l'accès à l'eau, qui peut se résumer à la manière dont les acteurs en présence trouvent les capacités de financement pour couvrir les diverses dépenses effectuées dans le secteur. L'idéal pour saisir les données de ce problème serait de pouvoir cartographier clairement quel type d'acteur mobilise quel type de source de financement pour réaliser quel type de dépense. Le défi pour recueillir les informations nécessaires est de taille, et fait partie intégrante du problème de la gouvernance de l'eau. Les pays développés sont évidemment mieux armés que les pays en développement pour délivrer ces informations (l'OCDE en fournit un grand nombre). L'initiative jointe de l'Organisation mondiale de la santé et de l'Organisation des Nations Unies pour l'eau (UN Water, 2015), UN GLAAS TrackFin (GLAAS pour *Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water*), a été lancée pour combler cette lacune dans les domaines de la fourniture d'eau potable et du traitement de l'eau, les deux cibles principales en matière d'accès à l'eau dans les pays en développement. Ce programme a été initié au Brésil, au Ghana, au Maroc, au Burkina Faso, à Madagascar et au Mali (sur un total de 94 pays concernés), mais les premiers résultats détaillés ne devraient pas être disponibles avant 2017.

Les données disponibles permettent d'identifier quelques traits communs en matière de financement de l'accès à l'eau et de ses difficultés.

Il apparaît d'abord que la puissance publique a de plus en plus de mal à faire face aux dépenses dans le secteur, pour des raisons persistantes ou nouvelles. Les infrastructures et services de l'eau souffrent traditionnellement d'un biais de perception qui les fait apparaître comme moins prioritaires que les infrastructures énergétiques ou de télécommunication par exemple, ou que les dépenses en éducation ou santé, alors même qu'elles ne sont pas moins essentielles pour le développement humain et économique, comme nous l'avons vu au [chapitre 3](#). Les raisons sont multiples, mais s'expliquent fondamentalement par le fait que la problématique de l'eau intéresse peu les décideurs et leurs électeurs : le temps très long des investissements nécessaires échappe à l'horizon des préoccupations habituelles ; les acteurs concernés ne perçoivent pas les problèmes de l'eau, ou bénéficient d'un accès à l'eau subventionné ; les résultats des mesures adoptées ne se voient pas (des réseaux enfouis, des systèmes d'irrigation en zone rurale...), et génèrent un « bénéfice politique » maigre au regard des coûts.

Une conséquence probable est que les efforts de financement public de l'accès à l'eau, comparés aux besoins, n'évoluent pas au même rythme que dans les autres domaines (une hypothèse cependant difficile à vérifier). Un paramètre plus récent est le fait que les budgets publics consacrés aux infrastructures de tous ordres souffrent du surendettement de l'État, particulièrement depuis la crise de 2008, et surtout dans les pays riches. Un problème très spécifique au secteur de l'eau, mais qui n'intervient pas dans l'évolution tendancielle des capacités de financement comparées aux besoins, est que les budgets publics n'y sont habituellement pas dépensés intégralement (ils le sont à hauteur des deux tiers des budgets votés en Afrique par exemple), un indicateur probable de la complexité du secteur et des difficultés à planifier et à mettre en œuvre les projets d'infrastructures.

Une deuxième tendance révèle des différences de modalités de financement entre les services de l'eau générateurs de revenus et les projets d'infrastructures. à l'évidence, il est plus facile de couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance des infrastructures liées à la fourniture de services payables par les utilisateurs, que les coûts de mise en place de ces infrastructures, que les fournisseurs soient publics ou privés. On observe à ce sujet une corrélation étroite entre le niveau de développement économique d'un pays et la capacité des producteurs de services à couvrir leurs coûts par la tarification. Mais même dans la plupart des pays riches, cette couverture n'est pas assurée entièrement, ce qui entraîne à terme des coûts plus élevés de réhabilitation des infrastructures non entretenues. Ces pays commencent par ailleurs à être confrontés au paradoxe selon lequel le financement des services de l'eau se complique à mesure que celle-ci est économisée : les recettes diminuent du fait de la baisse tendancielle de la consommation d'eau (relevée au [chapitre 2](#)), mais les coûts d'investissement augmentent avec le renforcement des normes de qualité de l'eau notamment (Lesage, 2013).

Le financement des projets d'infrastructures pose des problèmes beaucoup plus compliqués, surtout dans le cas des infrastructures polyvalentes qui fournissent une multitude de services (comme les barrages qui servent à l'irrigation, à la fourniture d'hydroélectricité, aux services d'eau urbains...), ou des infrastructures stratégiques à long terme pour le stockage de l'eau, la protection contre les inondations ou la préservation des écosystèmes. Les problèmes de rentabilisation de ces investissements à vocations multiples, ou simplement le fait que les services qu'ils fournissent ne sont pas payables, rendent incontournable le financement public, avec les difficultés évoquées précédemment. Les montages financiers pour ces projets peuvent éventuellement inclure des partenaires privés, par le biais notamment de financements de projets s'appuyant sur une société à finalité spécifique ou sur une structure de titrisation créée spécialement pour

l'occasion¹¹. L'avantage de ces montages est qu'ils offrent une troisième option à côté des financements traditionnels publics ou privés, mais leur extrême complexité fait qu'il s'avère particulièrement difficile de rendre leur structure financière transparente, surtout lorsqu'il s'agit d'investissements transfrontaliers.

Une troisième caractéristique du secteur de l'eau est son manque d'attractivité pour les financements privés (WWC/OECD, 2015, chap. 4). Les marchés financiers et acteurs privés se désintéressent de ce secteur pour de nombreuses raisons, qui peuvent se résumer à une combinaison défavorable des bénéfices/coûts/risques associés notamment aux projets d'infrastructures. Le risque n'est évidemment pas une particularité de ce secteur, comparé à l'exploitation des énergies fossiles par exemple, mais il présente certaines spécificités qui rendent le rapport bénéfices/coûts espéré peu attractif. Par exemple la part importante des coûts fixes dans les investissements, qui laisse les opérateurs à la merci des conditions de marché locales et des décisions prises par les régulateurs publics (en matière de tarification notamment) pour les rentabiliser. Ou bien les risques hydrologiques de toutes sortes (des stations de traitement ou de dessalement rendues inopérantes par des inondations, des systèmes d'irrigation victimes de sécheresses...) qui sont bien moins facilement gérables que dans d'autres domaines, du fait de leur imprévisibilité. Ou encore le fait que certaines installations (les barrages principalement) exposent leurs exploitants au risque de contestation sociale et de perte de réputation associée. Le fait que la gouvernance du secteur de l'eau soit considérée comme globalement déficiente par les investisseurs potentiels, et incapable de garantir des retours sur investissement suffisants, n'arrange pas les choses.

Les conséquences sont imparables. Les infrastructures hydrauliques sont largement sous-représentées dans la finance de projets ou les partenariats public-privé (un point abordé plus loin). Les investisseurs

institutionnels (fonds de pension, fonds mutuels...) et les fonds souverains, les principales sources de financement ayant un horizon de très long terme compatible avec le secteur de l'eau (contrairement à la plupart des instruments traditionnels disponibles sur les marchés financiers), détiennent une fraction minime de leurs avoirs dans le secteur de l'eau. Au point qu'on peut aller jusqu'à dire que le problème du financement du secteur de l'eau n'est pas la disponibilité de capacités financières, mais leur attraction vers le secteur (Sachs et Schmidt-Traub, 2014) : l'économie mondiale génère actuellement autour de 20 000 milliards de dollars d'épargne annuelle, un montant substantiel comparé aux besoins d'infrastructures pour l'accès à l'eau relevés plus haut ; les investisseurs institutionnels des pays membres de l'OCDE détiennent 79 000 milliards de dollars d'actifs, dont 1 % seulement est investi dans des infrastructures (et donc une infime partie dans les infrastructures de l'eau).

Les pistes pour augmenter les capacités de financement : les contributions des utilisateurs

L'équation du financement du secteur de l'eau est désespérément simple : les besoins augmentent partout, alors que les capacités ont de plus en plus de mal à être réunies. La liste proposée des sources de financement (budgets publics, tarification, dépenses autonomes, transferts internationaux, emprunts privés et émissions de capital privé) pourrait laisser penser que les pistes pour combler l'écart sont nombreuses. Il n'en existe en fait ultimement que deux : les contributions des utilisateurs des services de l'eau, et celles des contribuables. Les taxes alimentent de fait les budgets publics et les transferts internationaux. Les contributions des utilisateurs passent directement par la tarification ou les dépenses

autonomes, ou indirectement par l'épargne qui sert à alimenter les emprunts privés ou les augmentations de capital des acteurs privés qui interviennent dans le secteur. C'est donc vers ces deux possibilités qu'il faut se tourner pour envisager les solutions au problème du financement de l'accès à l'eau.

Mettre davantage à contribution les utilisateurs tombe sous le sens, tout au moins pour les services payables. En l'état actuel des choses, le principe est en fait essentiellement appliqué pour la fourniture d'eau potable en milieu urbain, qui repose effectivement de plus en plus dessus comme nous l'avons vu. Cette tendance trouve plusieurs explications. L'une d'elles est l'augmentation des niveaux de vie, qui autorise à mettre davantage à contribution les consommateurs. On observe à ce titre qu'en général, la part que les services de l'eau occupent dans le budget des ménages augmente avec leur revenu : en France, elle était de 0,2 % du revenu moyen des ménages en 1960, et de 0,8 % en 2006, soit une multiplication par 4, alors que dans le même temps la part des dépenses de loyers et charges était multipliée par 2,2, et celle pour l'énergie restait constante (Smets, 2008). On observe la même tendance dans les pays en développement, où les contributions des ménages aux dépenses de fourniture des services d'eau potable se situent à des niveaux très variables en moyenne nationale (allant de 6 % de ces dépenses au Burkina Faso à 81 % en Uruguay), mais croissants si l'on compare des moyennes par groupe de pays selon leur revenu moyen (UN Water, 2014, pp. 25-26)¹². Le résultat est évidemment que pour des pays de niveau de développement plus faible, la part des services de l'eau dans le budget des ménages est en moyenne beaucoup plus élevée que dans les pays riches : 2,8 % en Afrique subsaharienne, 2 % en Afrique du Nord, et 2,9 % en Amérique latine en 2005 (contre 0,8 % en France à la même période).

Une explication complémentaire et plus fondamentale de ces tendances observées est la volonté politique de faire payer davantage l'eau par les consommateurs à mesure que ceux-ci s'enrichissent. Il faut alors regarder

du côté des prix de l'eau comparés aux autres biens et services pour en avoir confirmation. En France à nouveau, l'indice des prix des services d'eau et d'assainissement a augmenté de 51 % entre 1994 et 2007, contre 21 % pour l'indice global des prix à la consommation (Smets, 2008).

Ces tendances s'accompagnent d'un phénomène en apparence paradoxal, qui est qu'à mesure que les consommateurs ont davantage accès à des réseaux de distribution d'eau de qualité, ils consacrent parallèlement un budget croissant à l'achat d'eau en bouteille, au point que dans un pays comme les États-Unis, les dépenses annuelles en la matière sont comparables à celles consacrées à la distribution et au traitement de l'eau urbaine (21 milliards de dollars contre 29 milliards actuellement). Tout ceci indique cependant que les utilisateurs sont prêts à contribuer davantage s'ils en ont les moyens, et si les services auxquels ils ont accès sont à la hauteur de leurs attentes.

On peut espérer qu'à l'avenir, ce principe de tarification des services de l'eau sera étendu à ses limites, pour peu que la volonté politique le permette : couverture complète des coûts d'exploitation et de maintenance des infrastructures dans un maximum de cas ; surtout extension au-delà des services urbains, dans le domaine de l'irrigation agricole principalement, où nous avons vu que jusqu'ici le principe de recouvrement des coûts par la tarification est loin de s'imposer. Ce qui laisse de côté une grande part des besoins de financement du secteur : mises de départ dans les infrastructures de services, investissements en infrastructures polyvalentes, fourniture de services non payables (protection contre les risques hydrologiques, préservation des écosystèmes...).

Enfin, un dernier biais par lequel les utilisateurs seront probablement de plus en plus sollicités est la fourniture autonome des services de l'eau, principalement dans les pays en développement, et dans les zones rurales habituellement délaissées par les budgets publics. Les limites des possibilités sont ici de nature différente : la qualité des services obtenus

n'est pas toujours satisfaisante, et fera que les populations dont le niveau de vie augmente écarteront cette option ; les comportements associés sont non coordonnés, ce qui crée d'autres problèmes spécifiques (comme dans les situations de « tragédie des communs » de surexploitation des aquifères) ; certains services obtenus par ce biais le sont à des prix exorbitants (comme l'eau achetée au porteur), une situation éthiquement non acceptable.

Les pistes pour augmenter les capacités de financement : le recours au privé

Nombreux sont ceux qui ont pensé un temps que les entreprises privées pourraient prendre le relais des financements publics pour assurer une grande partie des services de l'eau, essentiellement en milieu urbain. Les années 1990 et 2000 furent ainsi marquées par une vague de privatisations de ces services ou deancements de partenariats public-privé (PPP) dans le secteur, inspirée par l'expérience britannique sous Margaret Thatcher. 200 PPP au total furent adoptés entre 1990 et 2000 dans 43 pays (contre 8 entre 1980 et 1990), y compris dans les pays en développement (à partir de 1994), où les institutions financières multilatérales (Banque mondiale, Fonds monétaire international) y voyaient une solution au problème de fragilité financière des États. La formule de la privatisation partielle ou totale des réseaux urbains fut retenue en Argentine, en Bolivie, en Inde, au Kenya, au Mexique, au Maroc, au Nigeria, aux Philippines, en Afrique du Sud, en Turquie... (Richards, 2002). De sorte qu'il existe aujourd'hui trois modèles de fourniture des services urbains d'adduction et de traitement de l'eau : un modèle public où la propriété des infrastructures et la gestion des services sont sous la responsabilité de l'État, généralement par le biais de compagnies publiques ou d'autorités locales telles que les municipalités (dominant aux États-Unis) ; un modèle privé où ce sont des firmes qui tiennent ces deux rôles (85 % du secteur au Royaume-Uni) ; les PPP sous

diverses formes, où globalement l'État propriétaire des infrastructures concède leur gestion à des opérateurs privés (dominant en France). à l'heure actuelle, près de 15 % de la population mondiale reçoit des services de fourniture d'eau potable et de traitement de l'eau de la part d'opérateurs privés, une proportion qui devrait augmenter à 21 % d'ici 2025. C'est en Europe occidentale que le mouvement a connu la plus grande ampleur, puisque cette proportion y atteint 47 % de la population, contre 23 % en Amérique du Nord (RobecoSAM, 2015).

Étant donné les caractéristiques du secteur de l'eau qui tend vers le monopole naturel, la privatisation où les PPP concernent un petit nombre d'entreprises de très grosse taille. Les deux géants du secteur sont des entreprises françaises, Veolia et Suez Environnement, créées au milieu du XIX^e siècle (à l'époque sous le nom de Compagnie Générale des Eaux et Lyonnaise des Eaux), qui fournissent chacune des services d'approvisionnement en eau à près de 100 millions de personnes dans le monde, et des services d'assainissement à près de 70 millions de personnes. Elles dominent également en termes de propriété des infrastructures, puisque 70 % des infrastructures privatisées dans le monde sont détenues par Veolia, Suez et Thames Water. On observe cependant une déconcentration du secteur depuis une quinzaine d'années, puisque les 5 compagnies qui détenaient 75 % du marché mondial en 2001 (les deux précédentes auxquelles s'ajoutent la Saur, également française, RWE, allemande, et Aguas de Barcelonas) ont vu leur part chuter à près d'un tiers dix ans plus tard, avec notamment l'apparition de nouveaux acteurs issus des pays émergents, la Chine s'imposant avec 4 opérateurs détenant près de 10 % du marché mondial actuellement (PWC, 2012).

Quel bilan tirer de trois décennies d'expansion du privé dans le secteur de l'eau ? Il faut tout d'abord garder à l'esprit les ordres de grandeur en jeu. Les firmes privées n'interviennent que pour 15 % des services de l'eau en milieu urbain dans le monde, qui eux-mêmes ne représentent qu'environ

10 % des prélèvements globaux d'eau. On est donc loin de l'invasion du secteur par le privé dénoncée à tort et à travers. Il est certes encore possible de voir les investissements privés s'étendre à de nouveaux périmètres où les services peuvent être tarifés, comme dans l'agriculture irriguée, où l'on voit apparaître très récemment les premiers PPP, au Bangladesh par exemple (WWC/OECD, 2015, p. 73), ou dans la fourniture d'eau en milieu urbain par des firmes de petite taille qui exploitent les niches laissées vacantes par les géants du secteur. Mais le potentiel est probablement limité, et en tout état de cause soumis à des contraintes fortes : de nombreux investissements réalisés par des firmes privées se sont révélés non rentables, notamment dans des pays en développement (du fait de la déficience de la gouvernance locale ou de l'instabilité macroéconomique le plus souvent) ; l'intrusion du privé dans le secteur de l'eau a souvent suscité des mouvements de contestation sociale au cours des deux dernières décennies ; comme dans tout autre secteur, les investissements subissent les aléas de la conjoncture économique mondiale, et sont de fait très variables (avec une chute observée après la crise de 2008)¹³.

Au-delà de ces contraintes, les limites à l'intervention des firmes dans le secteur ne sont pas très différentes de celles relevées pour la contribution des utilisateurs, pour une raison simple : leurs contributions à la fourniture des services de l'eau et celles des utilisateurs ne sont que les deux faces de la même médaille, dans la mesure où les firmes doivent couvrir leurs coûts par la tarification des services qu'elles fournissent¹⁴. On relève donc ici les mêmes restrictions que précédemment : le recours au privé ne peut concerner que les services payables, s'appuyant sur des infrastructures qui sont dans la grande majorité des cas une propriété publique dont la gestion est concédée ; il exclut par nature les investissements en infrastructures polyvalentes et la fourniture de services non payables (protection contre les risques hydrologiques, préservation des écosystèmes...). Les exceptions concernent des situations plutôt marginales de convergence entre les

intérêts des entreprises privées et l'intérêt collectif en matière de gestion des ressources en eau : lorsque l'économie de ces ressources ou la bonne gestion des risques hydriques devient un enjeu de développement industriel pour les firmes elles-mêmes¹⁵, ou encore plus directement lorsqu'investir dans la gestion de l'eau est un facteur de production¹⁶.

En bref, la privatisation des services de l'eau ou la multiplication des PPP ne seront jamais la solution au problème du financement des infrastructures hydrauliques, ou du secteur de l'eau de manière générale. Celui-ci devra reposer en grande partie sur des financements publics, alimentés par des taxes ou des tarifs appliqués aux services fournis. Le défi paraît insurmontable avec les contraintes que subissent les budgets publics et le désintérêt que semble susciter la problématique de l'eau chez les décideurs. Un examen attentif des bénéfices et coûts associés à ce défi permet de nuancer ce pessimisme.

Les incitations à investir dans le secteur de l'eau

Le bon sens indique qu'un investissement dont les bénéfices excèdent les coûts est une bonne opportunité d'allouer des ressources rares à un usage particulier. Hors tout porte à croire que les investissements dans le secteur de l'eau génèrent un rapport bénéfices/coûts presque systématiquement favorable. Toutes les études sur la question (elles sont nombreuses) convergent vers la même conclusion, surtout lorsqu'elles concernent des pays en développement. La Banque mondiale trouve par exemple que les rendements sur investissements en infrastructures de fourniture d'eau potable ou d'irrigation en Afrique subsaharienne sont comparables ou plus élevés que ceux d'autres infrastructures telles que les réseaux routiers ou électriques, et de l'ordre de 23 % (AICD, 2010). Une autre étude (SIWI, 2005) prétend que les investissements en gestion

améliorée des ressources en eau dans les pays en développement génèrent des bénéfices deux à trois fois plus élevés, et que 1 dollar investi dans la protection des bassins hydrographiques permet d'économiser de 7,5 à près de 200 dollars de coûts de traitement de l'eau. La même étude estimait le bilan probable en cas d'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement¹⁷ : globalement 84 milliards de dollars de bénéfices annuels pour un investissement de 11,3 milliards ; de 3 à 34 dollars de bénéfices par dollar investi dans les secteurs agricoles, industriels et domestiques. Une étude de l'OMS (WHO, 2012) a par la suite tempéré ces résultats, tout en confirmant le rapport coûts/bénéfices largement favorable, avec des bénéfices ramenés à 60 milliards de dollars annuels, issus principalement des progrès en matière d'assainissement (54 milliards), expliqués à 70 % par des gains de temps, et très variables d'une région à une autre (avec des ratios bénéfices/coûts de 3 à 8 pour l'assainissement, et de 0,6 à 3,7 pour l'eau améliorée). Une extrapolation des bénéfices à une couverture totale des besoins d'accès à l'eau de qualité améliorée et à l'assainissement donnait un résultat de 220 milliards de dollars annuels.

Ces ratios extraordinairement favorables sous-estiment pourtant probablement les bénéfices totaux d'une meilleure gestion et d'un meilleur accès aux ressources en eau, tant leur liste est longue (OECD, 2011, pp. 32-33). Mais le problème est de valoriser ces bénéfices, qui prennent des formes très différentes selon les usages de l'eau (domestique, industriel, ou agricole ; in situ ou avec prélèvement ; économique ou écologique ;...). Les méthodes et critères de choix en la matière sont nombreux (WWDR, 2012, p. 281-284), ce qui explique les écarts importants entre les estimations existantes du rapport bénéfices/coûts de l'accès à l'eau.

Peu importe ces écarts, qui sont inévitables, l'essentiel est dans le fait que les coûts élevés des investissements sont toujours compensés par des bénéfices beaucoup plus importants. Une question s'impose alors : si c'est bien le cas, pourquoi les investissements dans le secteur de l'eau sont-ils si

peu attractifs ; et de manière beaucoup plus générale, pourquoi les défis relevés dans cet ouvrage ne rencontrent-ils pas davantage de réactions spontanées de la part des acteurs concernés ?

Les réponses à ces questions sont probablement les pistes les plus importantes à explorer pour trouver des solutions aux nombreux problèmes que pose l'accès à l'eau, et au-delà la question du développement durable. L'une concerne la nature non « monétisable » de certains bénéfices d'un accès amélioré, lorsque ceux-ci sont de l'ordre de la protection des écosystèmes ou de l'amélioration du bien-être des populations, ou plus généralement du développement humain. Une autre piste de réflexion est le caractère collectif des bénéfices obtenus, qu'il s'agisse d'une gestion quantitative durable des différents réservoirs (aquifères, eaux de surface), ou d'une amélioration de la qualité des eaux accessibles. Dans ces cas de figure, il est impossible pour un investisseur individuel de s'approprier exclusivement les bénéfices de son engagement. Enfin, il est toujours question de bénéfices lointains ou étalés sur une période prolongée qui, comparés à des coûts de court terme, rendent les investissements peu attractifs¹⁸. Autrement dit, les bénéfices que l'on peut attendre d'investissements réalisés dans le secteur de l'eau sont difficilement opposables à des coûts économiques et financiers endossés par des acteurs identifiables, publics ou privés, ce qui implique qu'un rapport bénéfices/coûts globalement très favorable ne l'est pas nécessairement au plan individuel. Il est de ce fait tout aussi difficile d'obtenir l'engagement d'acteurs individuels incapables de couvrir leurs coûts d'investissement que de convaincre de l'importance de ces investissements.

Comment sortir de l'impasse ? Une étape indispensable est d'établir une sorte de « cartographie » des coûts et bénéfices évoqués à l'instant, de manière à mieux identifier les acteurs qui perçoivent les bénéfices d'une meilleure gestion de l'eau tout au long de la chaîne de valeurs créées dans le secteur, afin de pouvoir faire porter la charge des coûts sur ces

bénéficiaires par le biais des instruments appropriés (essentiellement des taxes ou des tarifs, comme indiqué précédemment). L'OCDE met à la disposition des pays qui le souhaitent des outils de planification financière stratégique qui vont dans ce sens (OECD, 2009). La méthode permet effectivement d'élargir l'éventail des sources de financement du secteur de l'eau : en appliquant mieux les instruments de financement existants (des taxes adossées aux principes pollueur-payeur ou utilisateur-payeur par exemple) ; en repérant de nouvelles pratiques fiscales reposant sur de nouveaux instruments, comme la taxe sur les biens publics qui fut appliquée en Californie dans le secteur de l'électricité entre 1998 et 2011 (Quesnel et Ajami, 2015) ; en identifiant de nouveaux acteurs susceptibles de contribuer à l'effort de financement, tels que les promoteurs immobiliers ou propriétaires de biens immeubles, qui profitent de l'augmentation de la valeur des terrains due en partie à l'amélioration des infrastructures hydrauliques, une source de recettes fiscales croissante et importante dans un contexte d'urbanisation accélérée.

Par ailleurs, il est toujours possible de limiter l'ampleur du défi du financement du secteur de l'eau, en réduisant l'écart entre besoins et capacités de financement. La Banque mondiale (Rodriguez *et al.*, 2012) propose à cet effet des outils d'analyse des dépenses publiques permettant d'allouer plus efficacement les fonds publics aux infrastructures de l'eau. Une piste importante en l'occurrence est la réforme des subventions dans le secteur (estimées entre 200 et 300 milliards de dollars par an dans le monde), qui peuvent avoir des effets de distorsion non seulement en matière de consommation d'eau (un point relevé au [chapitre 4](#)), mais également en matière de production, les opérateurs en bénéficiant ayant tendance à négliger la qualité des services proposés. Il est également question de mieux coordonner les investissements disséminés entre acteurs qui ne peuvent pas avoir une vue d'ensemble des complémentarités ou redondances en la matière (OECD, 2011, chap. 3). Enfin, il convient de garder à l'esprit les

énormes pertes et gaspillages qui caractérisent l'utilisation des infrastructures hydrauliques, dont la réduction permettrait selon certaines estimations d'économiser jusqu'à 1 350 milliards de dollars d'investissements en nouvelles infrastructures sur une période de 18 ans (Dobbs *et al.*, 2013). Un moyen d'y parvenir parmi d'autres est de recourir à des contrats d'externalisation de l'expertise chargée de réaliser les économies potentielles, qui peuvent s'autofinancer s'ils sont correctement exécutés (WB/PPIAF, 2016).

Quels que soient les efforts déployés pour aller dans le sens d'une réduction des besoins ou d'une augmentation des capacités de financement par le biais de nouveaux moyens de taxation ou de tarification, il restera toujours des situations dans lesquelles les transferts internationaux de fonds publics seront indispensables pour financer le secteur de l'eau. Pour la plupart des pays en développement, les besoins d'investissements en infrastructures sont de fait vitaux, mais les capacités de les réaliser très faibles, d'autant que, comme nous l'avons vu au [chapitre 3](#), il s'agit pour eux de développer de nouveaux réseaux plutôt que d'entretenir ceux existants, une perspective économiquement moins attractive à court terme tant que la masse critique de capital n'est pas atteinte.

L'aide au développement pour l'accès à l'eau

Les données récentes (UN Water, 2014) indiquent que les gouvernements des pays en développement consacrent peu de leurs ressources à l'accès à l'eau (de 0 à 1,78 % du PIB), en particulier en Afrique subsaharienne, où les montants (de l'ordre de 0,3 % du PIB en moyenne) sont très loin des 2,5 % préconisés par l'*Africa Infrastructure Country Diagnostic*. C'est pourtant en Afrique que les Objectifs du Millénaire en matière d'accès à l'eau améliorée n'ont pas été atteints, et que les besoins d'infrastructures sont les plus importants, avec l'Asie du Sud.

Les besoins de financement pour atteindre les OMD étaient estimés en 2012 (WHO, 2012) à 27 milliards de dollars annuels pour l'ensemble des pays en développement, le secteur privé ne pouvant en apporter que près de 5, ce qui impliquait un besoin de financements publics d'environ 22 milliards annuels. Les engagements en matière d'aide publique au développement (APD) pour l'accès à l'eau s'élevaient cette même année à près de 11 milliards, soit la moitié des financements nécessaires, ce qui ne signifie pas que les sommes promises devaient nécessairement être déboursées et atteindre leur cible. Mais on note à ce sujet une tendance récente favorable, avec à la fois une augmentation du pourcentage de l'APD consacrée au secteur de l'eau, et une meilleure capacité d'absorption de cette aide par les pays bénéficiaires. Les montants ne sont cependant pas suffisants, et ils le seront encore moins dans la perspective des nouveaux Objectifs de Développement Durable, plus ambitieux et couvrant davantage de besoins.

Le problème est épineux, car on sait bien que l'APD n'atteint jamais les montants promis par les pays riches (0,7 % de leur PIB), sauf exception, et qu'elle est en partie perdue dans les méandres de la mauvaise gouvernance des pays bénéficiaires. Il s'agit donc à la fois de l'augmenter et de la rendre plus efficace. Au-delà des incantations pour que les pays qui en ont les moyens fassent davantage d'efforts (y compris les nouveaux pays émergents, rançon de leur nouveau statut), on peut bien sûr faire en sorte que les moyens habituels soient mobilisés dans de meilleures conditions, en réformant les méthodes de l'APD pour les rendre plus transparentes, conditionnées... (Sachs et Schmidt-Traub, 2014). Mais parmi les nombreuses possibilités proposées pour atteindre l'objectif, deux paraissent particulièrement prometteuses (Camdessus *et al.*, 2003) : associer les marchés privés à l'aide publique, et cibler l'aide aux échelons où elle se concrétise en projets.

Nous avons relevé précédemment que l'épargne mondiale générée annuellement a du mal à s'orienter vers le secteur de l'eau, où les bénéfices

espérés s'accompagnent de risques élevés qui font fuir les investisseurs privés. Un moyen de canaliser davantage de ce potentiel vers ce secteur dans les pays en développement est que les gouvernements ou les agences multilatérales d'aide (Banque mondiale, Banques régionales de développement...) proposent des instruments de couverture des risques financiers ou de garanties associés aux investissements pour rendre ceux-ci plus attractifs (Winpenny, 2003 ; OCDE, 2012_a). Un risque classique et particulièrement rédhibitoire est lié aux taux de change, et au fait que des investissements financés par des emprunts en devise étrangère doivent être remboursés en monnaie locale plus faible. L'aide peut prendre alors deux formes : la mobilisation de l'épargne locale, qui permet d'éviter le risque de change en finançant les projets en monnaie locale ; la couverture du risque de change par la mise en place d'un fonds permettant de garantir des remboursements en devise étrangère en cas de dévaluation de la monnaie locale.

Le ciblage de l'aide peut se faire de différentes manières, mais l'idée générale est toujours de faire en sorte que les moyens financiers aillent le plus directement possible aux bénéficiaires et aux projets qu'ils mènent sur le terrain, sans passer par des échelons politiques et administratifs au long desquels les déperditions de temps et de moyens peuvent s'avérer importantes. Les solutions vont du développement de la coopération décentralisée (entre autorités locales, municipalités...) à la promotion de la microfinance, en passant par le travail coordonné avec les ONG spécialisées dans les questions d'accès à l'eau.

Conclusion

Il est de plus en plus admis par les observateurs compétents que les difficultés d'accès à l'eau sont davantage un problème de bonne gouvernance que de raréfaction ou de surexploitation des ressources. Les

solutions aux différents problèmes qui se posent sont nombreuses, et accessibles, comme le [chapitre 4](#) a permis de le voir. Mais pour être adoptées dans les meilleures conditions, il faut que les institutions en charge du secteur de l'eau soient capables de donner les impulsions, de répartir les rôles, de financer les mesures. Tout ceci repose ultimement sur la capacité de l'État à guider les réformes dans ce secteur, dans la mesure où pas un seul de ses segments n'échappe au rôle régulateur de la puissance publique. La conclusion qui s'impose est que l'accès à l'eau est un problème avant toute chose politique.

Conclusion

Au terme de ce parcours qui a multiplié les angles d'observation du problème de l'accès à l'eau, il nous est permis de poser un regard panoramique sur ses principales composantes, et d'en tirer les enseignements essentiels. Trois grands enjeux apparaissent pour l'avenir. à court terme, c'est-à-dire dès maintenant et pour les deux décennies à venir, l'enjeu majeur est de parvenir à couvrir les besoins des populations qui ne bénéficient pas de l'accès à l'eau potable et de l'assainissement dans les pays en développement (et de continuer à le faire bien sûr pour les générations suivantes, qui seront beaucoup plus nombreuses). Le manque d'accès à l'eau tue plus de 2,5 millions de personnes chaque année, ce qui en fait un objectif prioritaire entre tous, qui devrait mobiliser toutes les énergies de la communauté internationale. De ce seul point de vue, l'accès à l'eau devrait être élevé au rang de priorité absolue du développement durable. à moyen terme, à l'échelle de quelques décennies, l'enjeu principal sera de nourrir près de 3 milliards de personnes qui viendront s'ajouter à la population mondiale. Les besoins en eau qui en découleront constitueront le principal défi que les politiques de l'eau auront à relever partout dans le monde, car si ce dynamisme démographique se fera sentir principalement dans les pays en développement, les solutions seront à explorer partout, par le biais notamment du commerce international d'eau virtuelle. Enfin, à long terme, il sera question de préserver les écosystèmes aquatiques fragilisés

partout par les activités humaines, dans un équilibre encore à concevoir qu'il s'agira de maintenir pour un avenir indéfini.

L'ampleur de ces défis pourrait inspirer un certain pessimisme. L'examen attentif des problèmes et des solutions abordables proposés tout au long de cet ouvrage permet cependant de croire qu'il est parfaitement possible de les relever avec succès. Dans une certaine mesure, on pourrait même aller jusqu'à dire que parmi tous les grands défis du développement durable auxquels l'humanité doit désormais faire face, celui de l'accès à l'eau est peut-être l'un des moins compliqués à affronter. Plusieurs conclusions obtenues au cours des réflexions menées ici permettent de le penser.

Il est peu de domaines où l'idée que le développement économique contribue à résoudre les problèmes environnementaux est aussi vraie. Nous avons vu que s'il n'y a pas de rapport évident entre accès à l'eau et développement économique, il y en a un entre trajectoire de développement et réduction des pressions qualitatives et quantitatives sur l'eau. Le problème est évidemment qu'il faut avoir atteint un certain niveau de pression avant de pouvoir le diminuer, mais il existe bien dans ce domaine une marge de compatibilité entre les composantes économique et environnementale du développement durable.

Il faut ajouter à cela que les problèmes d'irréversibilité ne sont pas aussi graves pour l'accès aux ressources en eau que pour d'autres problèmes comme le changement climatique ou la perte de biodiversité, du fait des caractéristiques du cycle de l'eau. L'urgence est là pour certaines situations, mais pas au point que le temps qui passe donne à penser que les occasions perdues de régler les problèmes ne se représenteront plus, comme dans le cas climatique par exemple. Il y a probablement là une explication au fait que les questions d'accès à l'eau ont du mal à s'imposer comme une priorité, mais c'est incontestablement un atout.

Dans certains des cas les plus préoccupants de manque d'accès à l'eau, dans les pays pauvres, mais riches en eau en Afrique subsaharienne par exemple, le problème n'est pas l'excès d'exploitation des ressources, mais au contraire l'insuffisance des moyens de l'augmenter. Les besoins en investissements et infrastructures sont certes gigantesques, mais modérés rapportés à la richesse mondiale. Un argument supplémentaire pour donner place à l'idée que le développement économique est une des clés majeures pour trouver des solutions, ce dont il est beaucoup plus difficile de se persuader dans d'autres cas.

Les interactions entre acteurs dans le secteur de l'eau sont loin d'être aussi défavorables que dans d'autres domaines, où des phénomènes de gestion de biens collectifs ou de « tragédie des communs » constituent autant de facteurs de blocage. La gestion de l'eau est une affaire essentiellement locale, qui exige que la gouvernance soit capable de coordonner les comportements d'une multitude d'acteurs. L'affaire est complexe, mais pas désespérée, car les moyens existent de faire en sorte que les incitations des acteurs s'alignent sur l'objectif global.

Certains de ces moyens sont facilement identifiables et désespérément simples. Deux ressortent de la multitude rencontrée dans l'ouvrage. La tarification des services de l'eau, qui entraîne avec elle un cortège d'effets favorables qui vont dans le sens souhaité. La lutte contre les pertes et gaspillages, qui représentent des opportunités énormes de faire une grande partie du chemin qui nous sépare d'une gestion durable des ressources en eau.

Si tout ceci est vrai, pourquoi ne parvenons-nous pas plus facilement à garantir l'accès à l'eau pour tous ? Une raison fondamentale est que le problème de l'accès à l'eau ne mobilise pas les énergies à hauteur de ce qu'elles devraient être, en partie par manque d'intérêt, en partie par manque de clairvoyance. Les leaders d'opinion et faiseurs de réformes sont en Occident, qui globalement ne souffre pas autant de la crise de l'eau que le

monde en développement. De manière générale, les pays les plus riches ne sont pas les plus concernés par le problème de l'accès à l'eau. Si l'on observe la situation des pays du G20, qui représentent plus de 90 % de la richesse mondiale, on constate que peu d'entre eux se trouvent en situation de stress hydrique. à cela s'ajoute le fait que la croissance démographique mondiale annoncée pour les décennies à venir concernera pour l'essentiel des pays en développement, qui devront donc supporter l'essentiel de la charge supplémentaire du défi de l'eau. La gouvernance de l'eau étant un problème essentiellement local, on observe difficilement pour ce défi du développement durable les effets de coopération internationale qui se manifestent ailleurs. Dans une certaine mesure, il y a là essentiellement une question de solidarité internationale entre pays riches et pauvres, pour faciliter par exemple les investissements indispensables dans le secteur de l'eau dans ces derniers.

Mais cela ne veut bien sûr pas dire que les pays développés échappent aux défis de la gouvernance de l'eau. Leur développement a largement reposé sur une détérioration des écosystèmes aquatiques qu'il s'agit désormais de préserver, certains d'entre eux sont confrontés à des inégalités territoriales majeures d'accès à l'eau, et ils sont tout autant concernés par les impacts du changement climatique sur l'accès à l'eau que les autres pays. Rien ne justifie donc le fait que celui-ci n'y soit pas considéré comme une priorité du développement durable.

Il ne manque pas de solutions pour gérer ce problème, nous avons pu le constater au long de cet ouvrage. Le problème est souvent simplement de les faire adopter. En l'occurrence, gérer l'accès à l'eau repose dans certains cas sur une extension des capacités d'offre, dans d'autres sur l'adoption de mesures contraignantes consistant à restreindre la demande. La bonne gouvernance du secteur de l'eau doit alors s'accompagner de la volonté politique de faire changer les comportements et les pratiques, ou de mobiliser les moyens nécessaires. Plus que toute autre chose, c'est

probablement ce qui fait à l'heure actuelle le plus défaut pour affronter les défis à venir de l'accès à l'eau.

Bibliographie

- Abbott M. et B. Cohen (2009), Productivity and efficiency in the water industry, *Utilities Policy*, vol. 17, pp. 233–244.
- Africa Infrastructure Country Diagnostic (2010), *Africa's Infrastructure : A Time for Transformation*, Washington DC, The World Bank/Agence Française de Développement.
- Aldaya M. M., Allan J. A. et A. Y. Hoekstra (2010), Strategic importance of green water in international crop trade, *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 887-894.
- Allan J. A. (1993), Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible, in : *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, London, pp. 13–26.
- Allan J. A. (1997), *Virtual water : a long term solution for water short Middle Eastern economies ?*, British Association Festival of Science.
- Ashton P. J. (2002), Avoiding Conflicts Over Africa's Water Resource, *Ambio*, vol. 31 (3), pp. 236-242.
- Baechler L. (2003), Le prix de l'eau, *Nouveaux Mondes*, n° 12 (printemps), CRES, pp. 59-79.
- Baechler L. (2012), La bonne gestion de l'eau : un enjeu majeur du développement durable, *L'Europe en formation*, n° 365 (automne), pp. 3-21.
- Baechler L. (2015), Le rôle de l'Union européenne dans la gestion des conflits autour du complexe eau-énergie en Asie centrale, *L'Europe en*

- formation, n° 375 (printemps), pp. 72-82.
- Banque mondiale (2012), *Strengthen, Secure, Sustain*, 2011 annual report, Washington : The World Bank.
- Barrios S., Bertinelli L. et E. Strobl (2003), *Dry times in Africa : Rainfall and Africa's growth performance*, CORE Discussion Paper 2003/61, SSRN Electronic Journal.
- Bastin L., Deschamps-Berger C., Gruson H. et A. Petit (2009), *La gestion passée et actuelle du bassin de la mer d'Aral*, CERES-ERTI, Paris : École Normale Supérieure.
- Bennett G. et N. Carroll (2014), *Gaining Depth : State of Watershed Investment 2014*, Ecosystem Marketplace.
- Bied-Charreton M., Makkaoui R., Petit O. et M. Requier-Desjardins (2004), Les enjeux de la gouvernance de l'eau dans les PED, *Cahiers du C3ED*, n° 04-01 (janvier).
- Biswas A. K. (2008), Integrated Water Resources Management : Is It Working ?, *Water Resources Development*, vol. 24, n° 1, pp. 5-22.
- Biswas A. K. et C. Tortajada (2010), Water Supply of Phnom Penh : An Example of Good Governance, *International Journal of Water Resources Development*, vol. 26 : 2, pp. 157-172.
- Biswas A. K. et C. Tortajada (2010), Future water governance : problems and perspectives, *International Journal of Water Resources Development*, vol. 26 (2).
- Brown C. et U. Lall (2006), Water and economic development : The role of variability and a framework for resilience, *Natural Resources Forum*, vol. 30, pp. 306-317.
- Buchs A. (2012), Comprendre la pénurie en eau comme un phénomène social. Un panorama des approches. Informations et Commentaires, LEPII-EDDEN, note de travail n° 8, pp. 3-21.
- Calderón T. E. (2010), La politique de l'eau de l'Union européenne : vers une gestion quantitative des ressources hydriques ? *Les Cahiers de*

droit, vol. 51, n° 3-4, pp. 859-878.

Cantin Cumyn M. (2010), L'eau, une ressource collective : portée de cette désignation dans la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection*, *Les Cahiers de droit*, vol. 51, n° 3-4, pp. 595-615.

Center for European Policy Studies (2012), *Which economic model for a water-efficient Europe ?*, CEPS Task Force Report, Bruxelles : CEPS.

Chikozho C. (2014), Pathways for building capacity and ensuring effective transboundary water resources management in Africa : Revisiting the key issues, opportunities and challenges, *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 76, pp. 72-82.

Christian-Smith J., Gleick P. H., Cooley H., Allen L., Vanderwarker A. et K. A. Berry (2012), *A Twenty-First Century U.S. Water Policy*, Oxford : Oxford University Press.

Choudhury E. et S. Islam (2015), Nature of Transboundary Water Conflicts : Issues of Complexity and the Enabling Conditions for Negotiated Cooperation, *Journal of Contemporary Water Research and Education*, n° 155, pp. 43-52.

Conseil mondial de l'eau, OCDE (2015), *Water : fit to finance ? Catalyzing national growth through investment in water security*, Marseille : Conseil mondial de l'eau.

Conti K. I. (2014), *Factors Enabling Transboundary Aquifer Cooperation : A Global Analysis*, IGRAC.

Dahl R. A. (1994), A democratic dilemma : system effectiveness versus citizen participation, *Political Science Quarterly*, vol. 109 (1), pp. 23-34.

De Marsily G. (1991), *Création de « parcs naturels hydrogéologiques »*. *Plaidoyer*. Bulletin SRETIE INFO, Recherches Études Environnement Développement, Paris : Ministère de l'environnement, 34 (Juin).

- De Stefano L., Edwards P., de Silva L. et A. T. Wolf (2010), Tracking cooperation and conflict in international basins : historic and recent trends, *Water Policy*, vol. 12, pp. 871-884.
- De Stefano L., Duncan J., Dinar S., Stahl K., Strzepek K. et A. T. Wolf (2010), *Mapping the Resilience of International River Basins to Future Climate Change-Induced Water Variability*, Water Sector Board Discussion Paper Series, Paper n° 15, Washington : The World Bank.
- Diamond J. (2006), *Effondrement – Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Paris : Gallimard (trad. de *Collapse : How Societies Choose to Fail or Succeed*, Viking Adult, 2004).
- Dobbs R., Manyika J. et C. Roxburgh (2013), *Infrastructure productivity : How to save \$1 trillion a year*, McKinsey.
- Douard P. et B. Lebental (2013), *Plomb et qualité de l'eau potable, Conseil général de l'environnement et du développement durable*, Rapport n° 008435-01.
- Dorst J. (1978), *La force du vivant*, Paris : Flammarion.
- Duarte R., Pinilla V. et A. Serrano (2012), *Is there an environmental Kuznets curve for water ? A panel smooth transition regression approach*, Document de travail 2012-03, Université de Saragosse.
- Duplessy J-C et P. Morel (1990), *Gros temps sur la planète*, Odile Jacob.
- Eckstein G. E., Rethinking Transboundary Ground Water Resources Management : A Local Approach along the Mexico-U.S. Border, *Georgetown International Environmental Law Review*, vol. 25 (1), pp. 95-128.
- Ehrlich P. R. et J. P. Holdren (1971), Impact of Population Growth, *Science*, New Series, vol. 171, n° 3977, pp. 1212-1217.

- Falkenmark M. (1989), The massive water scarcity threatening Africa – Why isn't it being addressed ?, *Ambio* 18, n° 2, pp. 112-118.
- Falkenmark M., Lundqvist J. et C. Widstrand (1989), *Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches – Aspects of vulnerability in semi-arid development*, Natural resources forum, Butterworth and Co.
- Falkenmark M. (1995), Land-water linkages : a synopsis, *Land and Water Integration and River Basin Management*, Rome : FAO Land and Water Bulletin, vol. 1, pp. 15-16.
- Falkenmark M. et M. Lannerstad (2004), Consumptive water use to feed humanity – Curing a blind spot, *Hydrology Earth System Science Discussion*, vol. 1, pp. 7-40.
- Falkenmark M. et Rockström J. (2006), The New Blue and Green Water Paradigm : Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management, *Journal of Water Resources Planning and Management*, mai-juin, pp. 129-132.
- Falkenmark M., Berntell A., Jägerskog A., Lundqvist J., Matz M. et H. Tropp (2007), On the Verge of a New Water Scarcity : A Call for Good Governance and Human Ingenuity, SIWI Policy Brief, Stockholm : SIWI.
- Falkenmark M. (2013), Growing water scarcity in agriculture : future challenge to global water security, *Phil Trans R Soc A* 371 : 20120410.
- FAO (2008), *Coping with water scarcity : An action framework for agriculture and food security*, FAO Water Reports 38, Rome : FAO.
- FAO (2009), *Irrigation management transfer : Worldwide efforts and results*, FAO Water Reports 32, Rome : FAO.
- FAO (2010_a), *The wealth of waste : the economics of wastewater use in agriculture*, FAO Water Reports 35, Rome : FAO.
- FAO (2010_b), *Water at a glance : The relationship between water, agriculture, food security and poverty*, FAO Water Reports, Rome : FAO.

- FAO (2011), *Water re-use : Agriculture and urban water management in a recycling society*, FAO Water reports, Rome : FAO.
- FAO (2012), *Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde – Ampleur, causes et prévention*, Rome : FAO.
- FAO (2012), *Assessing the potential for poverty reduction through investments in agricultural water management*, Rome : FAO.
- FAO et WWC (2015), *Towards a Water and Food Secure Future – Critical Perspectives for Policy Makers*, Rome : FAO, Marseille : WWC.
- Fisher F. M. (1995), The Economics of Water Dispute Resolution, Project Evaluation and Management : An Application to the Middle East, *Water Resources Development*, vol. 11, pp. 377-389.
- Flörke M., Kynast E., Barlund I., Eisner S., Wimmer F. et J. Alcamo (2013), Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development : A global simulation study, *Global Environmental Change*, vol. 23, pp. 144-156.
- Forest P.
(2010), Inter-local Water Agreements : Law, Geography, and NAFTA, *Les Cahiers de droit*, vol. 51, n° 3-4, pp. 749-770.
- Galland F. (2014), *Le grand jeu – Chroniques géopolitiques de l'eau*, Paris : CNRS.
- Gallup J. L. et J. D. Sachs (1999), Geography and Economic Development, CAER II Discussion Paper n° 39, Harvard Institute for International Development.
- Géraud M. (2007), Le lac Tchad n'est pas la mer d'Aral, *Essai et débats*, 7 novembre.
- Gerbens-Leenes W., Hoekstra A. Y., Holland R., Koch G., Moss J., Ndebele P., Orr S., Ronteltap M. et E. de Ruyter van Stevenink (2007), *Water neutrality : a concept paper*.

- Gerlak A. K. (2004), Strengthening river basin institutions : The Global Environment Facility and the Danube River Basin, *Water Resources Research*, vol. 40.
- Gerlak A. K. (2007), Regional water governance and institutional arrangements around transboundary waters. Paper presented at the annual meeting of the International Studies Association 48th Annual Convention : Politics, Policy and Responsible Scholarship, Chicago : ISA.
- Gerlak A. K., R. G. Varady et A. C. Haverland (2009), Hydrosolidarity and International Water Governance, *International Negotiation*, vol. 14, pp. 311–328.
- GIEC (2014), *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs*, Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White], Organisation météorologique mondiale, Genève.
- Giordano M., Drieschova A., Duncan J. A., Sayama Y., De Stefano L. et A. T. Wolf (2013), A review of the evolution and state of transboundary freshwater treaties, *International Environmental Agreements : Politics, Law and Economics*, vol. 13, n° 2 (mai).
- Gleditsch N. P., Furlong K., Hegre H., Lacina B. et T. Owen (2006), Conflicts over shared rivers : Resource scarcity or fuzzy boundaries ?, *Political Geography*, vol. 25, pp. 361-382.
- Gleick P. (1993), Water and Conflict : Fresh Water Resources and International Security, *International Security*, vol. 18, n° 1 (été), pp. 79-112.

- Gleick P. H. (1996), Basic Water Requirements for Human Activities : Meeting Basic Needs, *Water International* (IWRA), vol. 21, pp. 83-92.
- Gleick P. (1998), Water in crisis : paths to sustainable water use, *Ecological Applications*, vol. 8 (3), pp. 571-579.
- Gleick P. (2000), The Changin Water Paradigm : A Look at Twenty-first Century Water Resources development, *Water International*, vol. 25, n° 1 (mars), pp. 127-138.
- Gleick P. H., Wolff G., Chalecki E. L. et R. Reyes (2002), *The new economy of water – The risks and benefits of globalization and privatization of fresh water*, Pacific Institute.
- Gleick P. et M. Heberger (2012), *Water and conflict – Events, trends and analysis (2011-2012)*, The World's Water Volume 8, Pacific Institute.
- Goliard F. (2010), Les cours d'eau : entre droit de propriété et droits d'usage. L'exemple français, *Les Cahiers de droit*, vol. 51, n° 3-4, pp. 637-658.
- Grafton R. Q., Landry C., Libecap G. D., McGlennon S. et R. O'Brien (2010), *An integrated assessment of water markets : Australia, Chile, China, South Africa and the USA*, Working Paper 16203, NBER Working Paper Series, Cambridge (MA) : NBER.
- Grey D. et C. W. Sadoff (2006), Water for Growth and Development, in *Thematic Documents of the IV World Water Forum*, Mexico : Comision Nacional del Agua.
- Grey D. et C. W. Sadoff (2007), Sink or Swim ? Water security for growth and development, *Water Policy*, vol. 9, pp. 545-571.
- Haiyan H. Y. (2014), Community-Based Water Governance under Integrated Water Resources Management Reform in Contemporary Rural China, *Environmental Management and Sustainable Development*, vol. 3, n° 2.

- Hamdy A. et C. Lacirignola (2005), *Coping with water scarcity in the Mediterranean : what, why and how ?*, Mediterranean Agronomic Institute, Bari : CIHEAM.
- Hardin G. (1968), The Tragedy of the Commons, *Science*, New Series, vol. 162, n° 3859, pp. 1243-1248.
- Hodgson S. (2006), *Modern water rights – Theory and practice*, FAO Legislative Study n° 92, Rome : FAO.
- Hoekstra A.Y. (2003), *Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series n° 12, IHE Delft.
- Hoekstra A. Y. (2008), Human appropriation of natural capital : A comparison of ecological footprint and water footprint analysis, *Ecological Economics*, vol. 68, pp. 1963-1974.
- Hoekstra A. Y. (2010), *The relation between international trade and freshwater scarcity*, WTO Working Paper, ERSD-2010-05.
- Hoekstra A. Y. (2011), The Global Dimension of Water Governance : Why the River Basin Approach Is No Longer Sufficient and Why Cooperative Action at Global Level Is Needed, *Water*, vol. 3, pp. 21-46.
- Hoekstra A. Y. et A. K. Chapagain (2007), Water footprints of nations : Water use by people as a function of their consumption pattern, *Water Resources Management*, vol. 21, pp. 35-48.
- Hoekstra A. Y. et M. M. Mekonnen (2011), The water footprint of humanity, *PNAS*, vol. 109, n° 9 (février), pp. 3232-3237.
- Hoekstra A. Y., Chapagain A. K., Aldaya M. M. et M. M. Mekonnen (2011), *The Water Footprint Assessment Manual*, Londres, Washington : Earthscan.
- Hoekstra A. Y., Mekonnen M. M., Chapagain A. K., Mathews R. E. et B. D. Richter (2012), Global Monthly Water Scarcity : Blue Water Footprints versus Blue Water Availability, *PLoS ONE*, 7 (2) : e32688.

- Homer-Dixon T. F. (1999), *The Environment, Scarcity, and Violence*, Princeton (NJ) : Princeton University Press.
- Humby T. et M. Grandbois (2010), The Human Right to Water in South Africa and the *Mazibuko* Decisions, *Les Cahiers de droit*, vol. 51, n° 3-4, pp. 521-540.
- Jacquemot P. (2016), *Afriques : les défis de l'émergence*, Manuscrit non publié.
- Jiménez Cisneros B.E., Oki T., Arnell N.W., Benito G., Cogley J.G., Döll P., Jiang T. et S.S. Mwakalila (2014), Freshwater resources, in *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A : Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge (UK and New York, USA) : Cambridge University Press, pp. 229-269.
- Jonch-Clausen T. (2004), *Integrated water resources management and water efficiency plans by 2005: Why, what and how ?*, Global Water Partnership.
- Julien F. (2012), *La gestion intégrée des ressources en eau en Afrique subsaharienne : paradigme occidental, pratiques africaines*, Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Keys P., Barron J. et M. Lannerstad (2012), *Releasing the Pressure : Water Resource Efficiencies and Gains for Ecosystem Services*, Nairobi : United Nations Environment Programme, Stockholm : Stockholm Environment Institute.
- Kijne J. W., Barker R. et D. Molden (2003), *Water productivity in agriculture : limits and opportunities for improvement*, Oxon.
- Kohli A., Frenken K. et C. Spottorno (2010), *Disambiguation of water statistics*, FAO Aquastat reports, Rome : FAO.
- Kumar M. D., Shah Z., Sacchidananda S. et A. Mudgerikar (2008), *Water, human development and economic growth : some international*

perspective, Stockholm : IWMI.

Kundzewicz Z. W., L. J. Mata, N. W. Arnell, P. Döll, B. Jimenez, K. Miller, T. Oki, Z. Sen et I. Shiklomanov (2008), The implications of projected climate change for fresh water resources and their management, *Hydrological Sciences Journal*, vol. 53 : 1, p. 3-10.

Kyungmee K. et K. Glaumann (2011), *Transboundary Water Management : Who does What, Where ? Analysing the Data in SIWI's Transboundary Water Management Database*, Stockholm : SIWI.

Lambert R. (1996), *Géographie du cycle de l'eau*, Presses universitaires du Mirail.

Lanfranchi G. (2008), *Gouvernance de l'eau à l'échelle du bassin versant français : état des lieux et dispositifs d'évaluation*, AgroParisTech-ENGREF, Office international de l'eau.

Leflaive X., Witmer M., Martin-Hurtado R., Bakker M., Kram T., Bouwman L., Visser H., Bouwman A., Hilderink H. et K. Kim (2012), Eau (chap. 5), in *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 – Les conséquences de l'inaction*, Paris : OCDE.

Lenzen M., Moran D., Bhaduri A., Kanemoto K., Bekchanov M., Geschke A. et B. Foran (2013), International trade of scarce water, *Ecological Economics*, vol. 94, pp. 78-85.

Lesage M. (2013), *Rapport d'évaluation de la politique de l'eau en France*, Mission d'évaluation de la politique de l'eau.

L'vovich M. I. et G. F. White (1990), Use and transformations of terrestrial water systems, in Turner B.L. : *The earth as transformed by human action : Global and regional changes in the biosphere over the past 300 years*, Cambridge (UK) : Cambridge University Press.

McDonald R.I., Douglas I., Revenga C., Hale R., Grimm N., Grönwall J. et B. Fekete (2011), Global Urban Growth and the Geography of Water Availability, Quality, and Delivery, *Ambio*, pp. 437-444.

- MacKay D. (2012), *L'énergie durable : pas que du vent !*, Bruxelles : De Boeck.
- MacQuarrie P. R., Viriyasakultorn V. et A. T. Wolf (2008), Promoting Cooperation in the Mekong Region through Water Conflict Management, Regional Collaboration, and Capacity Building, *GMSARN International Journal* 2, pp. 175-184.
- Maddison A. (2002), *L'économie mondiale : une perspective millénaire*, Paris : OCDE.
- Makkaoui R. et J-L. Dubois (2010), Nouvelles formes de gouvernance dans le domaine de l'eau. Apports et limites de la coopération décentralisée dans les pays en développement, *Développement durable et territoires*, vol. 1, n° 1 (Mai).
- Margat J. (1993), *Les ressources en eau : conception, évaluation, cartographie, comptabilité*, Rapport BRGM 37267.
- Margat J. (1998), Eau, développement et population, *Revue française de géoéconomie*, n° 4, hiver 1997-1998, pp. 63-76.
- Margat J. (2005), Quels indicateurs pertinents de la pénurie d'eau ?, *Géocarrefour*, vol. 80/4.
- Margat J. (2008), *Eau et développement durable*, L'encyclopédie du développement durable, Ed Récollets.
- Margat J. et V. Andréassian (2008), *L'eau*, Paris : Le cavalier bleu.
- Margat J. et J. Van Der Gun (2013), Groundwater around the globe: a geographic synopsis, Ed. Balkema/CRC Press.
- Markard J. (2010), *Characteristics of Infrastructure Sectors and Implications for Innovation Processes*, Cirrus – Innovation Research in Utility Sectors.
- Martínez-Cortina L., Garrido A. et E. López-Gunn (2010), *Re-thinking Water and Food Security*, Fourth Botín Foundation Water Workshop, Londres : Taylor and Francis Group.

- Meinzen-Dick R. (2007), Beyond panaceas in water institutions, *PNAS*, vol. 104, n° 39 (septembre), pp. 15 200-15 205.
- Mertens J., Wehrli B.,
Tilmant A.,
Schleiss A. J., Cohen Liechti T. et J. P. Matos (2013), Adapted reservoir management in the Zambezi river basin to meet environmental needs, *Hydropower and Dams*, n° 2.
- Molden D. (2007), *Water for food, water for life – A comprehensive assessment of water management in agriculture*, IWMI, Washington : Earthscan.
- Molden D., Frenken K., Barker R., de Fraiture C., Mati B., Svendsen M., Sadoff C. et C. Max Finlayson (2007), Trends in water and agricultural development, in *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, IWMI.
- Molden D., Oweis T., Steduto P., Bindraban P., Hanjra M. A. et J. Kijne (2009), Improving agricultural water productivity : Between optimism and caution, *Agricultural Water Management*.
- Mollinga P. P. (2008), Water, politics and development : Framing a political sociology of water resources management, *Water Alternatives*, 1, pp. 7-23.
- Molle F. (2009), River-basin planning and management : The social life of a concept, *Geoforum*, vol. 40, pp. 484-494.
- Molle F., Venot J-P., Lannerstad et J. Hoogesteger (2010), Villains or heroes ? Farmers' adjustments to water scarcity, *Irrigation and Drainage*, vol. 59, pp. 419-431.
- Moss T. et J. Newig (2010), Multilevel Water Governance and Problems of Scale : Setting the Stage for a Broader Debate, *Environmental Management*, vol. 46, pp. 1-6.
- North D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge : Cambridge University Press.

- Noury M. (2007), La croissance économique est-elle un moyen de lutte contre la pollution ?, *Revue française d'économie*, vol. 21, n° 3, pp. 137-176.
- OCDE (2009_a) *La participation du secteur privé aux infrastructures en eau : Guide pour l'action publique*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2009_b), *Strategic Financial Planning for Water Supply and Sanitation*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2010_a), *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2010_b), *Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2011_a), *Benefits of Investing in Water and Sanitation : An OECD Perspective*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2011_b), *Infrastructures en eau et st privé*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2012_a), *A Framework for Financing Water Resources Management*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2012_b), *La gouvernance de l'eau dans la pays de l'OCDE : une approche pluri-niveaux*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2012_c), *Meeting the Water Reform Challenge*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2015_a), *Stakeholder Engagement for Inclusive Water Governance*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2015_b). *The Governance of Water Regulators*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- OCDE (2015_c), *Water and Cities – Ensuring Sustainable Futures*, Études de l'OCDE sur l'eau, Paris : OCDE.
- Ostrom E., Janssen M. A. et J. M. Anderies (2007), Going beyond panaceas, *PNAS*, vol. 104, n° 39 (septembre), pp. 15200-15205.

- Ostrom E. (2009), *Beyond Markets and States : Polycentric Governance of Complex Economic Systems*, Nobel Prize lecture, 8 décembre 2009.
- Ostrom E. (2010), *La gouvernance des biens communs. Pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Bruxelles : De Boeck (trad de *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, 1990).
- Pahl-Wostl C. (2007), Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change, *Water Resources Management*, 21, pp. 49-62.
- Pahl-Wostl C., Craps M., Dewulf A., Mostert E., Tabara D. et T. Taillieu (2007), Social Learning and Water Resources Management, *Ecology and Society*, 12 (2).
- Paquerot S. (2005), *Quel droit international pour l'eau douce ?*, GREP, n° 185.
- Paquerot S. (2010), Au-delà d'une ressource naturelle : quels critères faut-il privilégier pour doter l'eau douce et le cycle hydrologique d'un statut spécifique ?, *Les Cahiers de droit*, vol. 51, n° 3-4, pp. 541-565.
- Pereira L. S., Cordery I., Iacovides I. (2002), *Coping with water scarcity*, IHP-VI, Technical Documents in Hydrology, n° 58, Paris : UNESCO.
- Perret S., Farolfi S. et R. Hassan (2006), *Water Governance for Sustainable Development*, Londres : Earthscan.
- Perry C. (2003), *Water pricing : Some important definitions and assumptions*, Occasional Paper n° 59, Water Issues Study Group, School of Oriental and African Studies, King's College, University of London.
- Perry C. (2008), Pricing savings, valuing losses and measuring costs : Do we really know how to talk about improved water management ?, in J. D. Albiac et A. London, *The Management of Water Quality and Irrigation Technologies*, Washington : Earthscan.
- Petersen-Perlman J. D., Veilleux J. C., Zentner M. et A. T. Wolf (2012), *Case Studies on Water Security : Analysis of System Complexity and*

- the Role of Institutions, *Journal of Contemporary Water research and education*, vol. 149, pp. 4-12.
- Postel S. L., Daily G. C. et P.R. Ehrlich (1996), Human appropriation of renewable fresh water, *Science*, vol. 271 (février).
- Pour la Science (2008), *L'eau : attention, fragile !*, Dossier janvier/mars 2008, Paris : Pour la science.
- PricewaterhouseCoopers (2012), *Water : challenges, drivers and solutions*, PwC.
- Quesnel K. et N. Ajami (2015), *Funding water in times of financial uncertainty : The case for a public goods charge in California*, Stanford University : Water in the West.
- Reimer J. J. (2012), On the economics of virtual water trade, *Ecological Economics*, vol. 75, pp. 135-139.
- Richards A. et N. Singh (1996), *Two level negotiations in bargaining over water*, *International Game Theory Conference*, Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California.
- Richards A. et N. Singh (2000), *No Easy Exit : Property Rights, Markets, and Negotiations over Water*, Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California.
- Richards A. et N. Singh (2001), *Inter State Water Disputes in India : Institutions and Policies*, Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California.
- Richards A. (2002), *Coping with Water Scarcity : The Governance Challenge*, Policy Paper 54, Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California.
- RobecoSAM (2015), *Water : The market of the future*.
- Rockström J., Lannerstad M. et M. Falkenmark (2007), Assessing the water challenge of a new green revolution in developing countries, *PNAS*, vol. 104, n° 15 (avril), pp. 6253-6260.

- Rockström J., Falkenmark M., Karlberg L., Hoff, H. Rost S. et D. Gerten (2009), Future water availability for global food production : The potential of green water for increasing resilience to global change, *Water Resources Research*, vol. 45, n° 7.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin F. S., Lambin E., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H., Nykvist B., De Wit C. A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. et J. Foley (2009), Planetary boundaries : exploring the safe operating space for humanity, *Ecology and Society*, vol. 14 (2) : 32.
- Rockström J., Karlberg L., Wani S. P., Barron J., Hatibu N., Oweis T., Bruggeman A., Farahani J. et Z. Qiang (2010), Managing water in rainfed agriculture – The need for a paradigm shift, *Agricultural Water Management*, vol. 97, pp. 543-550.
- Rodriguez D. J., Van den Berg C. et A. McMahon (2012), *Investing In Water Infrastructure : Capital, Operations and Maintenance*, Water Papers, Washington : Banque mondiale.
- Rodrik D. et A. Subramanian (2003), The primacy of Institutions, *Finance and Development*.
- Rulli M. C., Savioli A. et P. D’Odorico (2013), Global land and water grabbing, *PNAS*, vol. 110, n° 3 (janvier), pp. 892-897.
- Sachs J. D. (2001), *Macroeconomics and health : Investing in health for economic development*, Report of the Commission on Macroeconomics and Health prepared for WHO, Genève : WHO.
- Sachs J. D. (2001), *Tropical underdevelopment*, NBER Working Paper 8119, Cambridge (MA) : NBER.
- Sachs J. D., McArthur J. W., Schmidt-Traub G., Kruk M., Bahadur C., Faye M. et G. McCord (2004), *Ending Africa’s poverty trap*, Brookings

- Papers on Economic Activity, pp. 117-240.
- Sachs J. D. et G. Schmidt-Traub (2014), *Implementing the SDGs through Effective Investment Strategies and Partnerships*, SDSN.
- Sadoff C. et D. Grey (2002), Beyond the River : The Benefits of Cooperation on International Rivers, *Water Policy*, vol. 4 (5), pp. 389-403.
- Sadoff C. W., Whittington D. et Grey D. (2003), *Africa's International Rivers : An Economic Perspective*, Washington : The World Bank.
- Sadoff C. W., Hall J. W., Grey D., Aerts J. C., Ait-Kadi M., Brown C., Cox A., Dadson S., Garrick D., Kelman J., McCornick P., Ringler C., Rosegrant M., Whittington D. et D. Wiberg (2015), *Securing Water, Sustaining Growth : Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*, Oxford : Oxford University Press.
- Salomon J. (2012), Le dessalement de l'eau de mer est-il une voie d'avenir ?, *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, n° 1 (juin), Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, pp. 237-262.
- Saruchera D. et J. Lautze (2015), *Measuring transboundary water cooperation : learning from the past to inform the sustainable development goals*, IWMI Working Paper 168, Colombo, Sri Lanka : IWMI.
- Schlager E. et E. Ostrom (1992), Property-Rights Regimes and Natural Resources : A Conceptual Analysis, *Land Economics*, vol. 68, n° 3, pp. 249-262.
- Schlosser C. A., Strzepek K., Gao X., Gueneau A., Fant C., Paltsev S., Rasheed B., Smith-Greico T., Blanc E., Jacoby H. et J. Reilly (2014), *The Future of Global Water Stress : An Integrated Assessment*, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, rapport n° 254, Cambridge (MA) : Massachusetts Institute of Technology.

- Schneier-Madanes G. (2010), *L'eau mondialisée – La gouvernance en question*, Paris : La Découverte.
- Seckler D., Molden D. et R. Sakthivadivel (2003), The Concept of Efficiency in Water- resources Management and Policy, in Kijne J.W., Barker R. et D. Molden, *Water Productivity in Agriculture : Limits and Opportunities for Improvement*, CAB International.
- Shiklomanov I. A. (1998), *World water resources : a new appraisal and assessment for the 21st century*, Paris : UNESCO.
- Shiklomanov I. A. et J. C. Rodda (2003), *World water resources at the beginning of the twenty-first century*, Cambridge : Cambridge University Press.
- Siebert S., Burke J., Faurès J-M., Frenken K., Hoogeveen J., Döll P. et F.T. Portmann (2010), Groundwater use for irrigation – A global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 14, pp. 1863-1880.
- Simonovic Slobodan P. (2002), World water dynamics : global modeling of water resources, *Journal of Environmental Management*, vol. 00, pp. 1-19.
- Smets H. (2011), *Le droit à l'eau potable et à l'assainissement – Sa mise en œuvre en Europe*, Académie de l'eau.
- Sohnle J. (2007), Le dispositif juridique de l'Europe pour appréhender les conflits transfrontaliers sur l'eau, *Lex Electronica*, vol. 12, n° 2 (automne).
- Sokile C. S. et B. van Koppen (2004), Local Water Rights and Local Water User Entities : the Unsung Heroines to Water Resource Management in Tanzania, *Physics and Chemistry of the Earth Parts*, vol. 29 (15), pp. 1349-1356.
- Solanes M. et F. Gonzalez-Villarreal (1999), *The Dublin principles for water as reflected in a comparative assessment of institutional and legal arrangements for integrated resources management*, Global Water Partnership.

- Stålgren P. (2006), *Corruption in the Water Sector : Causes, Consequences and Potential Reform*, Swedish Water House Policy Brief n° 4, Stockholm : SIWI.
- Stockholm International Water Institute (2005), *Making Water a Part of Economic Development – The Economic Benefits of Improved Water Management and Services*, Stockholm : SIWI.
- Stockholm International Water Institute (2015), *Water for Development – Charting a Water Wise Path*, Stockholm : SIWI.
- Subramanian A., Brown B. et A. T. Wolf (2014), Understanding and overcoming risks to cooperation along transboundary rivers, *Water Policy*, vol. 16, pp. 824-843.
- Suhardiman D. et M. Giordano (2014), Is There an Alternative for Irrigation Reform ?, *World Development*, vol. 57, pp. 91-100.
- Sullivan, C. (2002), Calculating a water poverty index, *World development*, vol. 30 (7), pp. 1195-1210
- Tietenberg T. et L. Lewis (2012), *Environmental and natural resource economics (9^{ème} éd.)*, Pearson.
- Tortajada Cecilia (2006), Water management in Singapore, *International Journal of Water Resources Development*, vol. 22 (2), pp. 227-240.
- Tortajada C. (2010), Water Governance : Some Critical Issues, *International Journal of Water Resources Development*, vol. 26 : 2, pp. 297-307.
- Tremolet S. (2012), *Small-scale finance for water and sanitation*, EU Water Initiative/Finance Working Group/SHARE.
- Turrall H., Burke J. et J-M. Faurès (2011), *Climate change, water and food security*, FAO Water Reports, Rome : FAO.
- Turton A. (1998), *The monopolization of access to critical natural resource : the case of water in South Africa*, MEWREW Occasional Paper n° 8, Water Issues Study Group
School of Oriental and African Studies.

- Turton A. (1999), *Water scarcity and social adaptative capacity : towards an understanding of the social dynamics of water demand management in developing countries*, MEWREW Occasional Paper n° 9, Water Issues Study Group
School of Oriental and African Studies.
- Turton A. (2000), *Water Wars : Enduring Myth or Impending Reality ?*, Africa Dialogue Monograph Series n° 2, ACCORD.
- UNCTAD (2014), *World Investment Report 2014. Investing in the SDGs : An Action Plan*. Genève : UNCTAD.
- UNDP (2006), *Beyond scarcity : Power, poverty and the global water crisis*, Human Development Report, New York : UNDP.
- UNEP (2012), *Measuring water use in a green economy*, A Report of the Working Group on Water Efficiency to the International Resource Panel. McGlade J., Werner B., Young M., Matlock M., Jefferies D., Sonnemann G., Aldaya M., Pfister S., Berger M., Farrell C., Hyde K., Wackernagel M., Hoekstra A., Mathews R., Liu J., Ercin E., Weber J. L., Alfieri A., Martinez-Lagunes R., Edens B., Schulte P., von Wirén-Lehr S. et D. Gee, Washington : UNEP.
- UNEP (2015), *Options for decoupling economic growth from water use and water pollution*, Report of the International Resource Panel Working Group on Sustainable Water Management.
- UNICEF et World Health Organization (2015), *Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment*, Genève : WHO.
- UN-Water (2013), *Water Security and the Global Water Agenda*, Hamilton : United Nations University.
- UN-Water GLAAS (2014), *Investing in water and sanitation : Increasing access, reducing inequalities*, Genève : WHO.
- UN-Water GLAAS (2015), *Tracking financing to sanitation, hygiene and drinking-water at the national level*, Genève : WHO.

- Vajpeyi D. (2012), *Water resources conflicts and international security – A global perspective*, Lexington books.
- Van Koppen B., Giordano M., Butterworth J. et E. Mapedza (2007), *Community-based Water Law and Water Resource Management Reform in Developing Countries*, CAB International.
- Von Lossow T. (2016), *Water as Weapon : IS on the Euphrates and Tigris – The Systematic Instrumentalisation of Water Entails Conflicting IS Objectives*, *SWP Papers*, Berlin : SWP.
- Vörösmarty C. J., McIntyre P. B., Gessner M. O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S. E., Sullivan C. A., Reidy Liermann C. et P. M. Davies (2010), Global threats to human water security and river biodiversity, *Nature*, vol. 46, pp. 555-561.
- Water Integrity Network (2011), *Corruption risks and governance challenges in the irrigation sector What are priorities for water integrity ?*, WIN Thematic Paper.
- Water Resources Group (2009), *Charting our Water Future – Economic Frameworks to Inform Decision-making*, 2030 Water Resources Group, McKinsey.
- Whittington D., Wu X. et C. Sadoff (2005), Water resources management in the Nile Basin : The economic value of cooperation, *Water Policy*, vol. 7, p. 227-252.
- Whittington D., Waterbury J. et M. Jeuland (2014), The Grand Renaissance Dam and prospects for cooperation on the Eastern Nile, *Water Policy*, vol. 16, pp. 595-608.
- Wietske M., McIntosh B. S. et P. J. Jeffrey (2008), From premise to practice : A critical assessment of integrated water resources management and adaptative management approaches in the water sector, *Ecology and Society*, 13 (2).
- Winpenny J. (2003), *Financing water for all*, Report of the world panel on financing water infrastructure, WWC/GWP.

- Wolf A. T. (1998), Conflict and cooperation along international waterways, *Water Policy*, vol. 1, pp. 251-265.
- Wolf A. T., Yoffe S. et M. Giordano (2003), International waters : identifying basins at risk, *Water Policy*, vol. 5 (1), pp. 29-60.
- Wolf A. T. et J. Newton, *Managing and Transforming Water Conflicts*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008
- Wolfe S. et D. B. Brooks (2003), Water scarcity : An alternative view and its implications for policy and capacity building, *Natural Resources Forum*, vol. 27, pp. 99-107.
- World Bank public-private infrastructure advisory facility (2016), *Using Performance-Based Contracts to Reduce Non-Revenue Water*, Washington : IBRD/World Bank.
- World Economic Forum (2015), *Global Risks 2015*, Genève : World Economic Forum.
- World Health Organization (2012), *Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage*, Genève : WHO.
- World Health Organization et UN Water (2012), *UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water (GLAAS), 2012 Report : The Challenge of Extending and Sustaining Services*, Genève : WHO.
- WWDR (2003), *Water for People, Water for Life*, The UN World Water Development Report, Paris : UNESCO.
- WWDR (2006), *Water, a Shared Responsibility*, The UN World Water Development Report 2, Paris : UNESCO.
- WWDR (2009), *Water in a Changing World*, The UN World Water Development Report 3, Paris : UNESCO.
- WWDR (2012), *Managing Water under Uncertainty and Risk*, The UN World Water Development Report 4, Paris : UNESCO.

- WWDR (2014), *Water and Energy*, The UN World Water Development Report 2014, Paris : UNESCO.
- WWDR (2015), *Water for a Sustainable World*, The UN World Water Development Report 2015, Paris : UNESCO.
- WWDR (2016), *Water for People, Water for Life*, The UN World Water Development Report 2016, Paris : UNESCO.
- Yang H., Wang L. et A. Zehnder (2007), Water scarcity and food trade in the Southern and Eastern Mediterranean countries, *Food Policy*, vol. 32, pp. 585-605.
- Yoffe S. B., A. T. Wolf et M. Giordano (2003), Conflict and Cooperation Over International Freshwater Resources : Indicators of Basins at Risk, *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 39, n° 5, pp. 1109-1126.
- Zeitoun M. et N. Mirumachi (2008), Transboundary water interaction I : reconsidering conflict and cooperation, *International Environmental Agreements*, vol. 8, pp. 297-316.
- Zeitoun M. Mirumachi N. et J. Warner (2011), Transboundary water interaction II : the influence of 'soft' power, *International Environmental Agreements*, vol. 11, pp. 159-178.
- Zetland D. et C. Gasson (2012), A global survey of urban water tariffs : are they sustainable, efficient and fair ? *International Journal of Water Resources Development*, iFirst article, pp. 1-16.

Index

accaparement de terres étrangères [1](#)

accès

à l'assainissement de l'eau [1](#)

à l'eau en tant que droit humain [1](#)

au traitement de l'eau [1](#)

accords

d'Oslo [1](#), [2](#)

sur le bassin du Nil [1](#)

Aflaj [1](#)

Africa Infrastructure Country Diagnostic [1](#)

Afrique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#)

australe [1](#), [2](#)

centrale [1](#)

du Nord [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

du Sud [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

subsaharienne [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#),
[14](#), [15](#)

tropicale [1](#), [2](#)

agences de bassin [1](#), [2](#)

agriculture

irriguée [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)

pluviale [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

Aguas de Barcelonas [1](#)

aide au développement [1](#)

Algérie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Allemagne [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Alliance for Water Stewardship [1](#)

Amazone [1](#)

Amérique [1](#)

centrale [1](#)

du Nord [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

du Sud [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

latine [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Amman [1](#), [2](#)

Amou-Daria [1](#), [2](#), [3](#)

Amour [1](#)

Angleterre [1](#), [2](#), [3](#)

Antarctique [1](#)

apartheid [1](#)

approche

institutionnelle du développement [1](#)

par l'offre [1](#), [2](#)

appropriation antérieure [1](#)

Aquastat [1](#), [2](#), [3](#)

aquifères [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)

côtiers [1](#)

fossiles [1](#)

transfrontaliers [1](#)

Arabie saoudite [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Aral, mer d' [1](#), [2](#)

Argentine [1](#), [2](#)

Arizona [1](#)

Asie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

centrale [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#)

de l'Est [1](#)

du Sud [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

du Sud-Est [1](#), [2](#)

associations d'utilisateurs [1](#)

atmosphère [1](#), [2](#)

Australie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#)

autorité palestinienne [1](#)

Autriche [1](#)

Azerbaïdjan [1](#)

Baïkal, lac [1](#)

Bangladesh [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Banque mondiale [1](#), [2](#)

banques d'eau [1](#)

barrage(s) [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#)

Atatürk [1](#), [2](#)

d'Assouan [1](#), [2](#)

de la Renaissance [1](#), [2](#)

de Tala [1](#)

d'Itaipu [1](#)

hydroélectriques [1](#)

bassin(s)

de la mer d'Aral [1](#)

du Jourdain [1](#)

du Nil [1](#), [2](#), [3](#)

hydrographique(s) [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Tigre-Euphrate [1](#)

transfrontaliers [1](#)

versants [1](#)

Belfast [1](#)

Belgique [1](#), [2](#)

flamande [1](#)

Berlin [1](#)

besoins d'entretien des écosystèmes [1](#)

Bhoutan [1](#)

Biélorussie [1](#)

biens de club [1](#)

biodiversité [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

biosphère [1](#)

Bolivie [1](#), [2](#)

Botswana [1](#)

Brésil [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Burkina Faso [1](#), [2](#), [3](#)

Burundi [1](#)

Californie [1](#), [2](#), [3](#)

calottes glacières [1](#)

Cambodge [1](#), [2](#)

Cameroun [1](#)

Canada [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Caspienne, mer [1](#)

changement climatique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

Chili [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Chine [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#), [16](#),
[17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [22](#)

du Nord [1](#)

du Sud [1](#)

Chypre [1](#)

Cisjordanie [1](#)

civilisation Khmère [1](#)

Colombie [1](#)

colonies de peuplement [1](#)

Colorado [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

commerce d'eau virtuelle [1](#), [2](#)

Commission du droit international des Nations unies [1](#)

Commission européenne [1](#)

Commissions internationales pour la protection du Rhin et du Danube [1](#)

Compagnie Générale des Eaux [1](#)

conflits

internationaux [1](#)

sur l'eau [1](#), [2](#)

Congo [1](#), [2](#), [3](#)

Conseil de coopération du Golfe [1](#)

Convention de New York sur l'utilisation des cours d'eau à des fins non
navigables [1](#)

Copenhague [1](#), [2](#)

Corée du Nord [1](#)

Corée du Sud [1](#), [2](#), [3](#)

corne de l'Afrique [1](#), [2](#)

courbe

de Kuznets environnementale [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

en S [1](#), [2](#), [3](#)

cours d'eau [1](#)

coûts d'exploitation et de maintenance des infrastructures [1](#)

coûts de financement du capital [1](#)

croissance

démographique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

économique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

cultures

d'exportation [1](#)

irriguées [1](#)

pluviales [1](#)

cyberattaques [1](#)

cycle de l'eau [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Daech [1](#)

Danemark [1](#), [2](#), [3](#)

Darak, île de [1](#)

Darling, Murray [1](#)

décentralisation des politiques de l'eau [1](#)

découplage

croissance-ressources [1](#)

entre croissance et impacts environnementaux [1](#)

relatif [1](#)

déficit hydrique [1](#)

déforestation [1](#), [2](#)

délégation

de services [1](#)

des services de l'eau [1](#)

demande d'eau par habitant [1](#)

désastres liés à l'eau [1](#)

désertification [1](#)

dessalement [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

développement

 durable [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)

 économique [1](#)

 humain [1](#), [2](#)

difficultés d'accès à l'eau douce [1](#)

directive-cadre sur l'eau [1](#)

distillation [1](#)

Djakarta [1](#)

doctrine

 de l'intégrité territoriale absolue [1](#)

 Harmon [1](#)

droit(s)

 à l'eau [1](#)

 d'usage de l'eau [1](#), [2](#)

 humain [1](#)

 international de l'eau [1](#)

 international sur les bassins transfrontaliers [1](#)

 moderne de l'eau [1](#)

dry-year options [1](#)

eau(x)

 bleue [1](#), [2](#)

 de surface [1](#), [2](#)

en bouteille [1](#), [2](#)
potable [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)
salées océaniques [1](#)
souterraines [1](#), [2](#)
verte [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)
virtuelle [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)
échanges [1](#)
 d'eau virtuelle [1](#), [2](#)
écosystèmes [1](#)
 aquatiques [1](#)
effet rebond [1](#), [2](#)
efficacité des usages de l'eau [1](#)
Égypte [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)
élasticité-revenu des prélèvements d'eau par habitant [1](#)
empreinte hydrique [1](#), [2](#), [3](#)
énergies renouvelables [1](#)
entretien des écosystèmes [1](#)
Équateur [1](#)
Espagne [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)
États-Unis [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#),
 [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [22](#), [23](#), [24](#), [25](#), [26](#)
Éthiopie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)
Euphrate [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)
Europe [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)

- de l'Est [1](#), [2](#)
- de l'Ouest [1](#)
- du Nord [1](#)
- European Water Partnership* [1](#)
- eutrophisation [1](#), [2](#)
- évaporation [1](#)
- évapotranspiration [1](#), [2](#)
- ex-Yougoslavie [1](#), [2](#)
- facturation
 - de l'eau [1](#)
 - volumétrique [1](#)
- faibles investissements en infrastructures [1](#)
- faible variabilité climatique [1](#)
- FAO [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)
- financement de l'accès à l'eau [1](#), [2](#)
- Finlande [1](#)
- fleuves [1](#)
 - transfrontaliers [1](#)
- fracturation hydraulique [1](#)
- France [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#)
- frontière écologique théorique [1](#)
- G20 [1](#)
- Gabon [1](#)
- Gange [1](#)

Gange-Brahmapoutre-Meghna [1](#), [2](#)

gaspillages

d'eau [1](#), [2](#), [3](#)

de produits alimentaires [1](#)

Gaza [1](#)

Géorgie [1](#)

gestion

coopérative de l'eau [1](#)

de l'eau [1](#)

de l'eau par la demande [1](#)

intégrée des ressources en eau [1](#), [2](#)

partagée des bassins transfrontaliers [1](#)

Ghana [1](#), [2](#), [3](#)

GLAAS [1](#)

Golan, plateau du [1](#)

gouvernance

de l'eau [1](#), [2](#)

du secteur de l'eau [1](#)

mondiale de l'eau [1](#), [2](#)

multi-niveaux [1](#), [2](#)

grande rivière artificielle [1](#)

Grèce [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [1](#), [2](#)

guerre des Six Jours [1](#)

guerres de l'eau [1](#)

Han, fleuve [1](#)

Hardin, Garrett [1](#)

Hasbani [1](#)

Highlands Water Project [1](#)

Honduras [1](#)

Hong Kong [1](#)

Hongrie [1](#)

hydrosphère [1](#)

Inde [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#), [16](#),
[17](#), [18](#), [19](#)

indicateur(s)

d'accès à l'eau [1](#)

de Falkenmark [1](#)

de menaces pour l'accès à l'eau [1](#)

physiques de pression sur les ressources en eau [1](#)

indice

de dépendance hydrologique [1](#)

de stress hydrique [1](#)

Indonésie [1](#), [2](#)

Indus [1](#), [2](#), [3](#)

infrastructures

d'accès à l'eau [1](#)

d'adduction [1](#)

- de l'eau [1](#)
- de stockage de l'eau [1](#)
- hydrauliques [1](#), [2](#)
- inondations [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)
- insécurité hydrique [1](#), [2](#)
- institutions de gestion de l'eau [1](#)
- International Groundwater Resources Assessment Centre* [1](#)
- intrusion d'eau salée [1](#)
- investissements
 - en infrastructures [1](#)
 - en infrastructures hydrauliques [1](#), [2](#)
 - en institutions [1](#)
- Irak [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)
- Iran [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)
- Irlande [1](#)
- irrigation [1](#)
- Islande [1](#)
- ISO Water Footprint* [1](#)
- Israël [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#), [16](#),
[17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#)
- Italie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)
- Japon [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)
- jaune, fleuve [1](#), [2](#)
- Jevons, Stanley [1](#)

Joint Water Committee [1](#)

Jordanie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)

Jourdain [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Karakoum, canal du [1](#)

Kashmir [1](#)

Kazakhstan [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Kenya [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Kirghizistan [1](#), [2](#)

Koura-Araxe [1](#)

Koweït [1](#), [2](#), [3](#)

lacs [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Lagash [1](#)

Laos [1](#)

La Plata [1](#)

Léman, lac [1](#), [2](#)

Lesotho [1](#)

Liban [1](#), [2](#), [3](#)

Libye [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Lima [1](#)

loi des rendements décroissants [1](#)

Londres [1](#)

Los Angeles [1](#)

Lyonnaise des Eaux [1](#)

Machrek [1](#)

Madagascar [1](#)

maladies

diarrhéiques [1](#)

hydriques [1](#)

infectieuses [1](#)

Mali [1](#), [2](#)

Malte [1](#), [2](#)

Manille [1](#)

Maputo [1](#)

marais [1](#)

marché(s)

de droits [1](#)

de droits échangeables [1](#)

de l'eau [1](#), [2](#)

mondial de l'eau [1](#)

Maroc [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Mauritanie [1](#)

Mayas [1](#)

Méditerranée [1](#), [2](#), [3](#)

Mékong [1](#)

méthodes de tarification de l'eau [1](#), [2](#)

Mexico [1](#), [2](#)

Mexique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#)

microfinance [1](#)

micro-irrigation [1](#)

monopole naturel [1](#), [2](#)

Morte, mer [1](#)

Moyen-Orient [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#)

Mozambique [1](#), [2](#)

Namibie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

nappes

 phréatiques [1](#), [2](#)

 souterraines [1](#)

Nasser, lac [1](#)

Népal [1](#), [2](#), [3](#)

Niémen [1](#)

Niger [1](#), [2](#), [3](#)

Nigeria [1](#), [2](#), [3](#)

Nil [1](#), [2](#), [3](#)

niveau des mers [1](#)

normes d'émissions [1](#)

Nouvelle-Zélande [1](#), [2](#), [3](#)

Objectifs de Développement Durable [1](#)

Objectifs du Millénaire pour le Développement [1](#), [2](#), [3](#)

Océanie [1](#)

Oman [1](#)

ONG [1](#), [2](#), [3](#)

organisation de bassin [1](#)

Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE)

[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

Organisation Mondiale de la Santé [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Organisation des Nations Unies [1](#)

Organisation des Nations Unies pour l'eau [1](#)

Oronte [1](#)

osmose inverse [1](#)

Ouest des États-Unis [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

Ouganda [1](#), [2](#)

Oussouri, fleuve [1](#)

Ouzbékistan [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Owens, lac [1](#)

Pacific Institute [1](#)

Pakistan [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#)

Palestine [1](#)

Pâques, île de [1](#)

Paraguay [1](#)

parcs hydrogéologiques [1](#)

Paris [1](#), [2](#)

partage des bénéfices de l'accès à l'eau [1](#)

partenariats public-privé [1](#), [2](#)

pauvreté hydrique [1](#)

pays

à revenu faible [1](#)

émergents [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

en développement [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Pays-Bas [1](#), [2](#)

Pays de Galles [1](#)

pénurie(s)

absolue d'eau [1](#)

d'eau [1](#)

Pérou [1](#)

Perth [1](#), [2](#)

Philippines [1](#), [2](#)

Phnom Phen [1](#)

politiques

agricoles [1](#), [2](#)

commerciales [1](#)

d'aménagement du territoire [1](#)

de l'eau [1](#)

énergétiques [1](#)

pollutions

de l'eau [1](#), [2](#)

persistantes [1](#)

population mondiale [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Portugal [1](#), [2](#)

précipitations [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

prélèvements [1](#)

- et consommation d'eau [1](#)
- préservation des écosystèmes aquatiques [1](#)
- pressions sur les ressources en eau [1](#), [2](#)
- principe pollueur-payeur [1](#)
- privatisation des services de l'eau [1](#)
- prix
 - de l'eau [1](#), [2](#)
 - forfaitaire [1](#)
- production
 - d'électricité [1](#), [2](#)
 - hydroélectrique [1](#)
- productivité
 - de l'eau [1](#), [2](#)
 - de l'eau dans le secteur industriel [1](#)
 - des ressources en eau [1](#)
 - des usages de l'eau [1](#)
 - industrielle de l'eau [1](#)
- Programme des Nations Unies pour le Développement [1](#)
- projets d'infrastructures de transfert d'eau [1](#)
- propriété de l'eau [1](#), [2](#)
- puits mécanisés [1](#)
- Qatar [1](#)
- qualité de l'eau [1](#), [2](#), [3](#)
- Raidak [1](#)

rapport entre prélèvements et PIB [1](#)

rareté

économique [1](#)

physique [1](#)

rationalisation des usages de l'eau [1](#)

ratios d'exploitation des ressources en eau [1](#)

recharge artificielle des aquifères [1](#)

recyclage des eaux usées [1](#), [2](#)

reforestation [1](#), [2](#)

réfugiés hydriques [1](#)

régulation du secteur de l'eau [1](#)

relation IPAT [1](#)

République centrafricaine [1](#)

République démocratique du Congo [1](#)

réseaux d'adduction [1](#)

réservoirs

d'eau douce [1](#)

naturels d'eau [1](#)

ressource(s)

communes [1](#)

en eau transfrontalières [1](#)

exploitables [1](#)

non conventionnelles [1](#)

renouvelable(s) [1](#), [2](#), [3](#)

révolution verte [1](#), [2](#), [3](#)

Rhin [1](#)

Ricardo, David [1](#)

Rio Grande [1](#)

Rio Parana [1](#)

risques

 hydrologiques [1](#)

 hydrologiques élevés [1](#)

Rouge, mer [1](#)

Royaume-Uni [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Russie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

Rwanda [1](#), [2](#)

RWE [1](#)

Sandjak d’Alexandrette [1](#)

Saur [1](#)

sècheresse(s) [1](#)

 hydrologiques [1](#)

 météorologique [1](#)

sécurité hydrique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Seine [1](#)

Sénégal [1](#)

Sénégal, fleuve [1](#)

Séoul [1](#)

services écologiques [1](#)

seuils de Falkenmark [1](#)

Sibérie [1](#)

Singapour [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Slovénie [1](#)

Somalie [1](#), [2](#), [3](#)

Soudan [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)

Soudan du Sud [1](#)

source d'approvisionnement en eau améliorée [1](#), [2](#)

souveraineté nationale [1](#), [2](#), [3](#)

Spa [1](#)

statut de l'eau [1](#), [2](#)

Stockholm Resilience Centre [1](#)

stress hydrique [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)

Sud-ouest des États-Unis [1](#), [2](#)

Suède [1](#), [2](#)

Suez Environnement [1](#)

Suisse [1](#)

surexploitation des aquifères [1](#)

Sydney [1](#)

Syr-Daria [1](#), [2](#)

Syrie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Tadjikistan [1](#), [2](#)

Tamise [1](#)

Tanzanie [1](#)

tarification

de l'eau [1](#), [2](#)

sociale [1](#)

Tarim [1](#)

Tchad, lac [1](#), [2](#), [3](#)

Tegucigalpa [1](#)

tensions internationales sur l'accès à l'eau [1](#)

territoires palestiniens [1](#), [2](#), [3](#)

Texas [1](#)

Thaïlande [1](#)

Thames Water [1](#)

Thatcher, Margaret [1](#)

Tibériade, lac de [1](#)

Tigre [1](#), [2](#), [3](#)

Tigre-Euphrate [1](#)

toilettes sèches [1](#)

tragédie des communs [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)

traitement de l'eau [1](#)

traité sur l'Indus [1](#)

transferts

d'eau [1](#)

internationaux d'eau [1](#)

transition démographique [1](#)

trappe(s) à pauvreté [1](#), [2](#), [3](#)

3 T [1](#)

Tunisie [1](#), [2](#), [3](#)

Turkana, lac [1](#)

Turkménistan [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Turquie [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#)

Ukraine [1](#), [2](#)

Umma [1](#)

Union européenne [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#)

urbanisation [1](#)

URSS [1](#), [2](#)

Uruguay [1](#)

usage(s)

 concurrents de l'eau [1](#)

 raisonnable [1](#)

utilisation raisonnable et équitable des ressources en eau [1](#)

valeur d'usage de l'eau [1](#)

variabilité climatique [1](#)

Veolia [1](#)

Vistule [1](#)

vocation des espaces [1](#)

Water Disclosure Project [1](#)

Water Stewardship Programme [1](#)

Windhoec [1](#)

xéropaysagisme [1](#)

Xiamen [1](#)

Yangtse [1](#)

Yémen [1](#)

Zambèze [1](#), [2](#)

Zambie [1](#), [2](#)

Zimbabwe [1](#), [2](#)

zones inondables [1](#)

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation,
consultez notre site web : www.deboecksuperieur.com

Crédits photos de couverture :

© qq47182080 - Fotolia.com

© martinbisof - Fotolia.com

© ChiccoDodiFC - Fotolia.com

© dusit-sri - Fotolia.com

© kat7213 - Fotolia.com

© crazymedia - Fotolia.com

© Zhu difeng - Fotolia.com

© nikkytok - Fotolia.com

© De Boeck Supérieur s.a., 2017

Rue du Bosquet, 7 – B-1348 Louvain-la-Neuve

EAN 978-2-8073-0654-7

Cette version numérique de l'ouvrage a été réalisée par [Nord Compo](#) pour De Boeck Supérieur. Nous vous remercions de respecter la propriété littéraire et artistique. Cette œuvre est protégée par le droit d'auteur et strictement réservée à l'usage privé du client. Toute reproduction ou diffusion au profit de tiers, à titre gratuit ou onéreux, de tout ou partie de cette œuvre, est strictement interdite et constitue une contrefaçon prévue par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle. L'éditeur se réserve le droit de poursuivre toute atteinte à ses droits de propriété intellectuelle devant les juridictions civiles ou pénales.

Un ouvrage de référence sur un sujet de grande actualité !

Parmi toutes les ressources naturelles sur lesquelles reposent les activités humaines, l'eau se distingue par le fait qu'elle est vitale, et sans substitut. Ces spécificités fondent le **droit à l'eau**, reconnu depuis peu comme un **droit humain fondamental**. Mais l'eau est également rare, et soumise à des pressions croissantes du fait de l'expansion démographique et économique mondiale, de sorte que l'accès à l'eau est de plus en plus **un défi quotidien pour une grande partie de la population mondiale**, principalement dans les pays pauvres. Au-delà, ce sont les **équilibres entre écosystèmes et activités humaines** qui sont menacés par la **détérioration des ressources en eau**, en quantité comme en qualité. À n'en pas douter, l'accès à l'eau fait partie des **grands enjeux du développement durable** pour les décennies à venir, aux côtés de la lutte contre le changement climatique et de la protection de la biodiversité.

À mesure que l'observateur explore les conditions dans lesquelles ce défi peut être relevé, il découvre à quel point **les problèmes et leurs solutions éventuelles se comprennent à un échelon local**, tant la question de l'accès à l'eau en un point de la planète est différente, et relativement indépendante, de ce qu'elle peut être ailleurs. La question de l'eau est bien la plus complexe des problématiques du développement durable. Il en résulte que l'analyse de cette question mobilise un **très large éventail de disciplines**, et débouche sur une littérature gigantesque, que personne ne peut couvrir. Le champ de connaissances est tellement vaste qu'il devient difficile d'en avoir une perspective panoramique. De fait, il n'existe pas d'ouvrage présentant de manière claire et synthétique l'ensemble des enjeux de l'accès à l'eau et de sa gestion au 21^e siècle. L'objectif de cet ouvrage est de combler cette lacune, en tenant compte de ce que les différentes disciplines concernées ont à dire sur le problème de l'accès à l'eau dans ses diverses dimensions.



Laurent Baechler dirige le *Master of Advanced European and International Studies* du Centre International de Formation Européenne (Nice, Berlin, Rome), dans le cadre duquel il enseigne l'économie internationale et les questions de développement durable. Il a par ailleurs enseigné ces disciplines à Sciences Po. Ses recherches portent sur des questions d'énergie et de climat.

www.deboecksuperieur.com

Notes

1. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture entretient une base de données sur l'eau extrêmement détaillée, Aquastat. Les données qui y figurent ne sont malheureusement pas toujours récentes. Pour ce qui est des prélèvements, les chiffres les plus récents concernent certains pays européens, mais les données américaines remontent à 2005 par exemple. Le calcul proposé ici est donc fondé sur des données éparses à des périodes très différentes, mais on peut le considérer comme représentatif, du fait que ce genre de données ne varie pas dans des proportions importantes à court terme.
2. Une erreur courante, surtout dans le domaine de l'énergie, où le problème se pose dans des termes comparables. Ainsi l'accès aux énergies renouvelables pourrait laisser penser qu'elles permettront un accès illimité à l'énergie. Là encore pourtant, la différence entre renouvelable et illimité oblige à considérer que sur une période donnée d'expression des besoins énergétiques, il existe un potentiel limité d'accès aux énergies renouvelables de toutes sortes. Ce potentiel est bien plus délicat à estimer que pour l'eau. Un physicien anglais s'est lancé dans l'exercice (McKay, 2012), pour arriver à des résultats fascinants et cruciaux pour toute réflexion sur le développement durable.
3. Cette nappe aquifère aurait le potentiel d'alimenter 40 % de la population namibienne pendant 4 siècles au taux de consommation actuel.
4. Il est également question ici de réutilisation sur une période donnée d'expression des besoins d'eau. D'une manière ou d'une autre, prélèvements et consommations donnent toujours lieu à restitutions de quantités d'eau sous une forme réutilisable, ce qui garantit la fixité de la disponibilité d'eau.
5. Un désastre écologique sans équivalent, avec la disparition de plus de 200 espèces de plantes et d'animaux, la salinisation et la pollution extrême de l'eau restante, la perte de grandes quantités de terres arables, l'augmentation importante de l'incidence de certaines maladies, l'aggravation de la mortalité infantile, qui peut atteindre 10 % dans certaines régions (Human Development Report, 2006, p. 212).
6. La séquestration du carbone repose sur deux principes. L'un consiste à éviter qu'il ne se diffuse dans l'atmosphère en le « piégeant » dans le sous-sol à l'aide de différentes techniques de géo-ingénierie en constante évolution. L'autre repose sur son absorption par la biomasse terrestre.
7. Il s'agit d'une augmentation des concentrations en nutriments, principalement l'azote et le phosphore, qui favorise certaines espèces végétales au détriment de la biodiversité d'un milieu. Quand son origine est anthropique, elle s'accompagne souvent d'une acidification du milieu qui peut rendre des espèces plus vulnérables à la pollution et à certaines maladies.
8. Voir la base de données Aquastat : <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=fr>

9. Données Aquastat (FAO) 2014. Accessibles sur <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>.
10. D'après une cartographie mondiale établie en 2013 par des chercheurs de l'Université Rutgers (New Jersey, USA) et de l'Université de Santiago de Compostela (Espagne).
Voir <http://envsci.rutgers.edu/~yreinfelder/Figure3-Hi-Res-World.png>
11. Un bassin hydrographique désigne une unité formée par toutes les eaux de surface et souterraines qui s'écoulent vers une embouchure commune.

Notes

1. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=fr>.
2. Estimé par A. Maddison (2002) à l'équivalent annuel de près de 400 dollars américains de 1990.
3. L'effet rebond a été théorisé initialement par l'économiste britannique Stanley Jevons en 1865, à propos de la consommation de charbon en Angleterre qui, de manière à première vue surprenante, avait fortement augmenté après l'introduction de la machine à vapeur de James Watt, qui marquait pourtant un progrès considérable en termes de rendement énergétique. L'effet rebond agit par une sorte de libération des forces productrices, et représente à n'en pas douter le principal défi qu'auront à relever les stratégies de développement durable au cours des décennies à venir, dans la mesure où il rendra très difficile l'obtention d'effets de découplage entre développement des activités économiques, diminution de l'intensité de ces activités en ressources naturelles et préservation de ces ressources.
4. La transition démographique est le passage d'un régime démographique avec natalité et mortalité élevées à un régime avec natalité et mortalité faibles, la transition impliquant un écart croissant mais temporaire (sur des décennies) entre les deux paramètres et une très forte croissance démographique, avant que la population ne se stabilise (voire diminue).
5. La productivité des usages de l'eau dans le secteur domestique est impossible à calculer, car il y est question de production de satisfactions pour le consommateur, et non pas de production de biens.
6. Une des lois économiques fondamentales, d'après laquelle la capacité à augmenter la production de toute chose avec une utilisation croissante de ressources est d'autant plus faible que la quantité déjà produite est élevée.
7. Il faut plus de 5 200 litres d'eau pour produire un kilo de coton, contre 900 litres d'eau pour un kilo de soja et 450 litres d'eau pour un kilo de maïs.
8. La courbe de Kuznets environnementale met en rapport le niveau de vie d'une population et les pressions qu'elle exerce sur les ressources environnementales. Son profil en cloche implique que ces pressions augmentent dans les premières phases du décollage économique, avant de diminuer au-delà d'un certain niveau de vie, qui reste à déterminer au cas par cas.
9. Il est question ici d'une étude récente portant sur 65 pays sur la période 1960-2008, les données antérieures n'étant pas disponibles pour la plupart des pays.
10. L'élasticité-revenu des prélèvements mesure la manière dont les prélèvements d'eau par habitant réagissent à une augmentation du PIB par habitant.
11. N'oublions pas le climat, qui est le paramètre principal de la répartition des prélèvements entre secteurs. Ainsi la consommation d'eau (à distinguer des prélèvements, comme indiqué précédemment) est à 80 % agricole aux États-Unis contre 50 % en France en raison du climat.

12. Bien évidemment, les prélèvements agricoles et industriels contribuent de même, en servant à produire les biens de consommation finale, mais ils ont moins d'impacts directs sur les conditions de vie quotidienne.
13. Voir http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-et-al-2012-GlobalMonthlyWaterScarcity_1.pdf.
14. Voir par exemple p. 11 de https://www.sustainabilityconsortium.org/wp-content/themes/sustainability/assets/pdf/whitepapers/2011_Brown_Matlock_Water-Availability-Assessment-Indices-and-Methodologies-Lit-Review.pdf.
15. Il faudrait pour être très précis être capable de distinguer dans ces flux l'eau de pluie récupérée à des fins d'irrigation, et qui donc tombe dans la catégorie « eau bleue ».
16. L'empreinte écologique des activités humaines est un indice composite estimant l'espace nécessaire à la conduite des activités humaines exerçant des pressions sur les ressources naturelles.
17. Voir waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/.
18. Voir par exemple <http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>.
19. Le lecteur peut cependant se reporter au chapitre 9 du 4e rapport des Nations Unies sur l'eau (WWDR, 2012) pour se faire une idée de ce à quoi l'exercice peut ressembler.

Notes

1. Si l'on veut mettre en rapport l'eau prélevée/habitant et le PIB/habitant pour établir la relation entre les deux paramètres, on trouve le rapport eau prélevée/PIB.
2. Le rapport prélèvements d'eau/PIB diminue à condition que le rapport PIB/habitant progresse plus vite que le rapport prélèvements/habitant, c'est-à-dire à condition que l'on se trouve sur la partie décroissante de la courbe de Kuznets.
3. En termes d'impacts potentiels, mais avec une probabilité plus faible que celle associée aux conflits interétatiques ou aux événements climatiques extrêmes.
4. Un concept récemment utilisé en parallèle de celui de développement économique pour tenir compte des opportunités d'accès aux soins de santé et à l'éducation comme facteurs d'épanouissement des individus. L'ONU utilise un indicateur de développement humain ainsi composé du revenu par habitant, de l'espérance de vie à la naissance, et du taux d'alphabétisation.
5. Ce phénomène décrit ce que les économistes appellent un problème de coûts fixes. Les bénéfices de l'accès à l'eau ne peuvent se manifester tant que les infrastructures ne sont pas en place. C'est pourquoi les premières étapes du décollage économique nécessitent d'énormes investissements en infrastructures hydrauliques, qui représentent des coûts fixes dans la mesure où aucune production n'est possible en leur absence. Une fois ces coûts endossés, les productions agricoles ou industrielles qui dépendent de l'accès à l'eau se déploient sans qu'il soit nécessaire de répéter les mêmes investissements.
6. Le directeur du projet Millénaire de l'ONU, concepteur en chef des OMD, n'est autre que Jeffrey Sachs, l'un des principaux tenants de cette thèse.
7. Institutions au sens des règles du jeu définies par Douglas North (1990), et composées de contraintes informelles telles que les coutumes et traditions, ainsi que de règles formelles inscrites dans la Constitution, les lois et les droits de propriété.
8. Formalisée par Paul Ehrlich et John Holdren en 1971 dans un article de la revue *Science* consacré à l'impact de la croissance démographique, reprise depuis sous différentes formes, cette formule reste un moyen commode de présenter le problème du découplage dans ses composantes fondamentales, à savoir la démographie, la croissance économique et le progrès technique.

Notes

1. Il faut cependant préciser que les ressources en eau souterraines sont l'objet d'estimations accompagnées d'une certaine marge d'erreur, et qu'elles continuent d'être répertoriées.
2. Le barrage le plus ancien connu a été construit en Égypte en 2700 av. J.-C.. Le plus ancien encore en fonction est l'œuvre du royaume d'Ourartou, sur le plateau d'Arménie en 700 av. J.-C..
3. Garrett Hardin (1968) a imposé cette notion, en démontrant que des ressources en accès libre sans possibilité d'exclure des utilisateurs concurrents devaient finalement parvenir à épuisement, chaque individu préférant optimiser ses ponctions à court terme, sans tenir compte des perspectives de disparition des ressources à long terme.
4. Voir <http://thinkprogress.org/climate/2015/09/30/3706935/permeable-concrete-climate-change-benefits/> pour une démonstration.
5. Perdue au sens où ces quantités ne contribuent pas à la production agricole sur cette période. Mais elles retournent au cycle de l'eau sous une forme éventuellement exploitable ultérieurement.
6. La projection repose sur un scénario de développement agricole permettant l'autonomie alimentaire de la planète, en tenant compte de certaines évolutions démographiques (un scénario ONU de 10 milliards d'habitants), économiques (atteinte des objectifs de l'ONU en matière de développement durable et d'éradication de la pauvreté) et sociales (un régime alimentaire convergent en moyenne mondiale vers 3 000 Kcal par personne par jour) d'ici le milieu de ce siècle. L'estimation retenue est de 1 300 m³ d'eau par personne par an en moyenne mondiale. Voir Falkenmark et Rockström, 2004.
7. Selon le principe économique du coût marginal croissant, selon lequel tout effort supplémentaire de réduction d'une pollution quelconque entraîne une augmentation plus que proportionnelle du coût de traitement associé. Arrivé à des niveaux de pollution minimales, ce coût marginal monte en flèche pour éliminer les dernières traces restantes, ce qui explique que l'eau, même à usage de consommation domestique, n'est jamais « parfaitement pure ».
8. Le problème est particulièrement menaçant dans les littoraux à salinisation élevée du fait des prélèvements excessifs des eaux douces de surface, des rejets polluants des villes côtières (nitrates, phosphates, sulfates...), et de l'évaporation forcée par le changement climatique. La Méditerranée et le golfe Persique sont tout spécialement concernés.
9. « Consommation » s'entend ici dans le sens usuel de ressource consommée par les utilisateurs, et non pas dans le sens technique indiqué précédemment permettant de distinguer consommation et prélèvements.
10. L'eau n'étant pas le seul déterminant des échanges mondiaux de biens agricoles, l'économie d'eau n'est bien entendu pas le seul motif d'importation nette d'eau virtuelle. L'Europe est globalement importatrice, bien que n'étant pas dans la même situation hydrologique que l'Afrique du Nord ou le Moyen-Orient (Hoekstra, 2010).

11. Ou plus exactement le prix des services de l'eau, car ce n'est jamais la ressource elle-même qui est facturée, un point que nous développerons au prochain chapitre.

Notes

1. Cette section s'inspire largement de Hodgson (2006).
2. Le droit coranique domine dans les pays du golfe Persique et dans certains pays d'Afrique du Nord.
3. <http://www.un-igrac.org/resource/transboundary-aquifers-world-map-2015>.
4. Voir <http://www2.worldwater.org/conflict/list/>.
5. Voir <http://www.partagedeseaux.info/L-eau-nouvelle-frontiere-de-la-cybersecurite>. Un hacker iranien aurait ainsi réussi à pénétrer en 2013 le système informatique de gestion d'un petit barrage américain situé à une cinquantaine de kilomètres de New York, un éventuel prélude à des actions plus massives.
6. Saruchera et Lautze (2015) proposent un recensement de l'ensemble des indicateurs de coopération dans le cas spécifique des interactions entre le Botswana, l'Afrique du Sud et le Zimbabwe, illustrant la grande complexité d'une situation donnée.

Notes

1. Les coûts fixes représentent la partie du coût de production d'un bien qui ne dépend pas des quantités produites, autrement dit qu'il faut endosser avant même de pouvoir fournir la première unité du bien. Plus ils sont élevés, plus il est difficile de rentabiliser l'investissement de départ, moins il y a de places pour des concurrents sur un marché donné.
2. Rappelons qu'une externalité se présente lorsque les coûts ou bénéfices associés à un comportement ne sont pas intégralement supportés ou récupérés par l'acteur qui en est à l'origine. En l'occurrence, les coûts des comportements dans le secteur de l'eau donnent lieu à des externalités négatives : les pollutions de l'eau qui ne font pas l'objet de paiement de la part des pollueurs ; les atteintes aux écosystèmes qui ne s'accompagnent pas de remise en état ; les comportements de ponction de ressources en eau par les « premiers arrivés, premiers servis » au détriment d'autrui ;... et une multitude d'autres impacts de ce genre.
3. Certains régimes juridiques font exception, comme en France, où le pompage de petites quantités d'eau souterraine fait l'objet d'une déclaration à la préfecture, tandis qu'il faut demander une autorisation préfectorale pour les pompages plus importants.
4. On parle d'asymétries d'information lorsque dans une situation d'interaction donnée, certains acteurs bénéficient d'informations que d'autres n'ont pas, et peuvent les utiliser à leur avantage. Une entreprise peut gonfler ses coûts de gestion de services de l'eau pour réclamer une tarification plus avantageuse, une association d'utilisateurs peut exagérer ses besoins pour bénéficier d'allocations plus généreuses.
5. Ce n'est bien sûr pas systématique, comme dans le cas des *Aflaj*, un système traditionnel d'allocation et distribution de droits d'eau en vigueur dans de nombreux pays du Moyen-Orient, souvent reconnu par la législation en place.
6. Le dumping environnemental consiste à vendre un produit sur les marchés mondiaux à un prix artificiellement avantageux en ne lui faisant pas subir de mesures de protection environnementale aussi ambitieuses que celles adoptées par les concurrents.
7. Qui permet par exemple d'acheter des allocations carbone sur les marchés existants pour compenser des émissions réalisées au cours d'activités diverses, comme les voyages en avion.
8. La période 2012-2016 porte sur des estimations d'après tendances passées. Les dernières données disponibles font état de montants de 317 milliards de dollars pour les dépenses mondiales d'exploitation et de maintenance, et de 216 milliards pour les investissements en capital pour l'année 2014 (données *Global Water Intelligence*).
9. Il convient d'éviter là une source de confusion majeure. à infrastructure donnée, le coût marginal d'offre de l'eau est décroissant, car l'activité est caractérisée par des coûts fixes très importants, comme nous l'avons déjà noté. La fourniture de quantités d'eau supplémentaires permet ainsi de répartir ce coût fixe sur des unités de « production » croissantes. Il est question ici d'étendre les infrastructures, et d'estimer le coût de fourniture de quantités d'eau supplémentaires qui en découle, ce qui est une tout autre affaire.

10. Estimation réalisée par *Ecosystem Marketplace*. Voir www.ecosystemmarketplace.com/reports/sowi2014.

11. Dans ces cas de figure, en cas de faillite ou de difficultés de remboursement, les créiteurs ne peuvent que s'appuyer sur les actifs du projet pour faire valoir leurs droits, et non pas sur les actifs du bilan d'un acteur privé éventuellement associé au projet. Une manière de rendre ces montages financiers plus attractifs pour des investisseurs privés.

12. Un phénomène différent de celui du paiement de l'eau au porteur que nous avons relevé au chapitre 4, qui par définition concerne la fourniture d'eau hors réseaux d'infrastructures, et qui conduit à des prix de l'eau jusqu'à 12 fois plus élevés que l'eau distribuée, et au fait que les ménages les plus pauvres consacrent à l'eau jusqu'à un tiers de leur revenu dans certains pays comme le Nigeria ou Haïti.

13. La base de données *Private Participation in Infrastructure* de la Banque mondiale propose une mise à jour régulière des informations sur le sujet. Voir <https://ppi.worldbank.org/snapshots/sector/water-and-sewerage>.

14. Bien évidemment, ces tarifs couvrent également les coûts des services fournis par les opérateurs publics, qui composent la grande majorité du secteur.

15. Voir à ce sujet ce que le *World Business Council for Sustainable Development* propose en matière d'outils de gestion stratégique de l'eau à usage des firmes privées (<http://www.wbcsd.org/work-program/sector-projects/water.aspx>). Ou encore les initiatives du *CEO Water Mandate* du *UN Global Compact* (<http://ceowatermandate.org>).

16. Un cas célèbre de paiement de services environnementaux est celui de l'entreprise Vittel, qui a engagé à la fin des années 1980 un programme de reconversion agricole du bassin versant alimentant ses sources, de manière à réduire la teneur en nitrates et en pesticides de l'eau minérale naturelle qu'elle exploite. Le programme repose sur le rachat des terres et leur mise à disposition gratuitement contre respect d'un cahier des charges strict.

17. Rappelons qu'il s'agissait de réduire de moitié entre 1990 et 2015 la proportion de la population mondiale sans accès à une source d'approvisionnement en eau améliorée, et sans accès à l'assainissement de l'eau.

18. Il est alors question de la manière de valoriser aujourd'hui des bénéfices engrangés plus tard, ce que les économistes appellent le principe d'actualisation de sommes futures. Logiquement, plus les bénéfices espérés sont lointains, plus leur valeur actuelle est faible, ce qui explique que des retours sur investissement qui doivent se compter en décennies soient peu attractifs.



Your gateway to knowledge and culture. Accessible for everyone.



z-library.se

singlelogin.re

go-to-zlibrary.se

single-login.ru



[Official Telegram channel](#)



[Z-Access](#)



<https://wikipedia.org/wiki/Z-Library>