



L'avenir de l'eau

Le fait que la crise de l'eau s'aggrave et s'intensifie, ou que les principales tendances puissent s'atténuer ou changer pour donner lieu à une utilisation et au développement durable des ressources en eau, dépend de nombreuses tendances interdépendantes au sein d'un système complexe.

La Vision de l'eau au 21^e siècle est l'expression d'un futur souhaitable fondé sur l'étude de solutions de rechange pour l'avenir de l'eau. Les solutions exposées dans le présent chapitre constituent des éléments fondamentaux de la Vision énoncée dans le chapitre suivant. Une explication succincte de l'approche appliquée dans l'exercice de la Vision (scénarios et modèles) est suivie de projections concernant l'utilisation de l'eau et le stress hydrique en 2025¹. Compte tenu du très grand nombre d'incertitudes concernant l'avenir de l'eau, il existe également un large éventail de possibilités en matière d'utilisation et de stress. Cet éventail a des chances d'influer sur la suite des événements si l'on prend des mesures à l'égard des principaux enjeux qui peuvent s'avérer des points tournants.

Points tournants dans l'avenir de l'eau

- **Le fait que la crise de l'eau s'aggrave et s'intensifie, ou que les principales tendances puissent s'atténuer ou changer pour donner lieu à une utilisation et au développement durable des ressources en eau, dépend de nombreuses tendances interdépendantes au sein d'un système complexe. Les vraies solutions exigent une approche intégrée pour gérer les ressources en eau. Au nombre des principaux enjeux pouvant donner des perspectives d'avenir très différentes, il faut compter les suivants² :**

Expansion de l'agriculture irriguée

- **L'expansion de l'agriculture irriguée se poursuivra-t-elle au même rythme qu'au cours des dernières décennies ou ralentira-t-elle comme l'indique la chute des investissements dans ce secteur?**

Hausse de la productivité de l'eau

- **Le taux de rendement de l'utilisation de l'eau ou, de préférence, de la productivité de l'eau³, peut-il fortement augmenter à court terme afin d'atténuer la crise de l'eau? Comment peut-on stimuler l'innovation technologique et institutionnelle en vue d'améliorer ce taux?**

- **Problèmes cruciaux**
- **Questions d'envergure**
- **Scénarios et modèles**

- Peut-on accélérer la productivité de l'eau dans le secteur de l'agriculture non irriguée?
- Les politiques mettront-elles l'accent sur l'autonomie alimentaire nationale ou sur la sécurité alimentaire mondiale (en touchant aux questions liées à la gestion publique et au commerce)?

Développement de la biotechnologie en agriculture

- Quelle contribution la biotechnologie pourrait-elle apporter à l'amélioration de la productivité de l'eau?
- Les cultures génétiquement modifiées seront-elles mieux acceptées par la population d'Europe et des pays en développement?

Accroissement du stockage

- Peut-on accroître de façon importante l'alimentation des aquifères utilisés pour l'irrigation en vue de prévenir une crise de l'eau souterraine, mais sans donner lieu à des incidences environnementales considérables?
- L'opposition du public aux grands barrages dans les pays en développement diminuera-t-elle ou s'accroîtra-t-elle? Le potentiel hydroélectrique d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine continuera-t-il de se développer au rythme des dernières décennies afin de satisfaire la demande toujours plus grande en électricité?
- Comment peut-on stocker l'eau à prix abordable en occasionnant des répercussions environnementales et sociales acceptables?

Réforme des institutions chargées de gérer les ressources en eau

- Les gouvernements instaureront-ils des politiques imposant la facturation du coût total des services d'eau? Les tendances actuelles à la décentralisation et à la démocratisation donneront-elles aux collectivités la possibilité de choisir les services d'eau qui leur conviennent?
- La tendance en vue du transfert de la gestion des systèmes d'eau aux utilisateurs se poursuivra-t-elle, et ces derniers jouiront-ils de droits stables en matière d'utilisation de l'eau?

- Les gouvernements et le secteur privé peuvent-ils conclure des partenariats et instaurer une approche axée sur les services dans le cadre d'une gestion de l'eau prévoyant une reddition de comptes aux utilisateurs?
- Les pays seront-ils prêts à adopter des approches globales en ce qui a trait à la gestion des terres et de l'eau?

Mise en valeur des fonctions des écosystèmes

- Les terres humides continueront-elles de servir des fins agricoles et urbaines au rythme actuel? Peut-on arrêter cette tendance ou même la renverser? Et ces terres humides recevront-elles assez d'eau de bonne qualité pour maintenir leur biodiversité?
- L'assainissement de l'environnement fera-t-il la percée escomptée et sera-t-il adopté à grande échelle?
- La demande d'investissements s'accroîtra-t-elle dans les domaines de la collecte, du traitement et de l'évacuation des eaux usées dans les nouvelles économies qui se développent à un rythme accéléré? Les économies en transition moderniseront-elles leurs systèmes?

Renforcement de la coopération dans les bassins internationaux

- Les pays reconnaîtront-ils la nécessité de coopérer alors que l'eau est de plus en plus rare dans les bassins internationaux? Concluront-ils des accords exécutoires régissant le partage des ressources qu'offrent les rivières qui traversent les frontières nationales?

Innovations de soutien

- Le secteur public consacrera-t-il davantage de fonds à la recherche afin de favoriser l'innovation dans des aspects du secteur de l'eau qui sont d'intérêt public, notamment la valeur et les fonctions des écosystèmes, la biotechnologie appliquée aux cultures vivrières et les institutions chargées des ressources en eau? Peut-on lier l'innovation à un renforcement efficace des capacités, à l'éducation et à une sensibilisation accrue?
- La science, avec l'aide de la technologie de l'information, permettra-t-elle d'élaborer des approches novatrices pour améliorer les données sur les ressources en eau, les méthodes en temps réel et les prévisions sur les sécheresses saisonnières, et annoncer plus à l'avance les cyclones et les inondations?



Entre 2000 et 2025, on prévoit que la moyenne annuelle mondiale de ressources en eau renouvelables disponibles par habitant tombera de 6 600 à 4 800 mètres cubes.

Scénarios et modèles

De nombreux groupes sectoriels et régionaux étudient des solutions de recharge pour l'avenir de l'eau dans le cadre de l'exercice de la Vision. À l'échelle mondiale, trois principaux scénarios qualitatifs sont ressortis des consultations sectorielles et régionales (Gallopain et Rijsberman, 1999). Ces scénarios ont constitué la base de plusieurs simulations, à l'aide de modèles, portant sur des éléments précis du système de gestion des ressources en eau⁴. Les visions sectorielles et régionales, les trois scénarios mondiaux et les résultats des exercices de modélisation forment la base de l'avenir de l'eau que brosse ce chapitre.

Les trois scénarios mondiaux sont les suivants :

- Le maintien du statu quo : La poursuite des politiques actuelles et l'extrapolation des tendances.
- La technologie, l'économie et le secteur privé : Les activités du secteur privé jouent un rôle de premier plan dans les domaines de la recherche et du développement et la mondialisation motive la croissance économique, mais les pays les plus pauvres sont délaissés.
- Les valeurs et les modes de vie : Le développement durable axé principalement sur la recherche et le développement dans les pays les plus pauvres⁵.

Ces trois scénarios ne constituent pas les seules possibilités d'avenir pour l'eau, car ceux que les groupes chargés des visions régionales et sectorielles ont élaborés sont également valables. Un grand nombre de groupes et d'organisations qui n'ont pas participé à l'exercice de la Vision ont également conçu des scénarios traçant l'avenir de l'eau. Nous ne préconisons aucun de ces trois scénarios mondiaux comme constituant l'avenir le plus souhaitable. Notre propos consiste plutôt à étudier les dimensions d'autres perspectives d'avenir. Le chapitre 4 préconise une Vision.

L'approche a consisté à concevoir des scénarios qualitatifs afin d'y incorporer les nombreux facteurs sociaux, économiques, environnementaux et culturels qui influent sur l'avenir de l'eau mais qui ne peuvent être modélisés en termes de quantité. L'élaboration et l'examen de scénarios qualitatifs a servi de base à la consultation de nombreux intervenants ayant différentes formations et opinions. Les modèles qui ont été utilisés par la suite pour évaluer la com-

patibilité et la cohérence des scénarios qualitatifs ont permis de cerner certaines conséquences et de combler quelques écarts. Ces scénarios sont passés par quatre stades : l'élaboration, l'examen, les réactions et l'amélioration grâce à l'interaction de concepteurs, de modélisateurs, d'examineurs et de groupes qui ont travaillé sur les visions sectorielles et régionales.

Les principales forces influant sur les scénarios mondiaux relatifs à l'eau sont la croissance démographique et économique, les changements démographiques et technologiques, les tendances sociales et la qualité de l'environnement (Gallopain et Rijsberman, 1999). Celle-ci n'est pas un facteur au même titre que les autres forces, car il s'agit également d'une intervention directe à leur égard, mais elle est considérée ici comme une tendance importante à surveiller de près.

L'utilisation de l'eau est influencée par les tendances des éléments moteurs, mais cette utilisation et le développement sont, ou pourraient être s'ils étaient bien gérés, des éléments moteurs légitimes qui auraient une incidence importante sur la croissance économique, les tendances sociales et la qualité de l'environnement. Il est indispensable de prendre en compte ce vaste cadre intégré si l'on veut obtenir une sécurité maximale sur les plans économique, social et environnemental grâce à une gestion intégrée des ressources en eau (tableau annexe 3.1).

Les scénarios exposent la trame de tendances connexes qui sont logiques, comparables et cohérentes, mais l'on ne peut pas tout simplement les extrapoler. Les scénarios montrent, en suivant la logique propre à chacun d'eux, comment certaines tendances faibliraient ou cesseraient, et de quelle manière certaines mesures ou politiques, si elles étaient mises en œuvre, pourraient influencer sur ces tendances comme sur d'autres. Les scénarios et les simulations ne sont pas exposés en détail dans le présent rapport mais dans le document qui l'accompagne (Rijsberman, 2000). Certains résultats déterminants sont examinés ci-après.

Projections concernant l'utilisation de l'eau et le stress hydrique en 2025

En raison de la croissance démographique, entre 2000 et 2025, on prévoit que la moyenne annuelle mondiale de ressources en eau renouvelables disponibles par habitant chutera de 6 600 à 4 800 mètres cubes⁶. Étant donné que ces ressources ne sont pas distribuées uniformément, il est plus révélateur de dire que

- **Expansion de l'irrigation?**
- **Ou stabilité de l'irrigation?**

Encadré 3.1 Évaluation du stress hydrique

Contrairement au concept plus traditionnel de la *rareté de l'eau* qui n'est axé que sur la quantité, le stress hydrique donne lieu à un plafonnement, de la quantité d'eau comme de la qualité. Il n'existe aucune mesure universelle du stress hydrique, mais celle qui est peut-être la plus largement utilisée est l'indicateur de Falkenmark, c'est-à-dire la quantité de ressources en eau renouvelables par habitant par année, généralement à l'échelle nationale. Le stress hydrique débute lorsque la quantité d'eau disponible est inférieure à 1 700 mètres cubes par personne par année pour toutes les principales fonctions (domestiques, industrielles et agricoles, et celles des écosystèmes naturels), et ce stress devient grave lorsque cette quantité est inférieure à 1 000 mètres cubes par habitant. Mais l'indicateur de Falkenmark ne tient pas compte de la variabilité temporelle de la disponibilité de l'eau ou de l'utilisation réelle. Il a pour avantage d'utiliser des données largement disponibles.

Un indicateur qui tient réellement compte de l'utilisation (estimée) est le *ratio de criticité* entre les prélèvements à des fins humaines et les ressources renouvelables. Ce ratio est utilisé dans le cadre de l'évaluation détaillée des ressources en eau douce réalisée par les Nations Unies, ainsi que dans le modèle WaterGAP qui a servi à établir le présent rapport. La valeur du ratio de criticité qui indique un stress hydrique élevé se fonde sur le jugement et l'expérience de spécialistes. Il varie de 20 % pour les bassins dont l'écoulement est très variable à 60 % pour les bassins des zones tempérées. Le présent rapport tient compte d'un seuil de 40 % pour caractériser un « stress hydrique élevé ». Cet indicateur a l'avantage d'être facile à comprendre et de se fonder sur les ressources en eau ainsi que sur leur utilisation.

Les prélèvements ne sont pas le meilleur moyen d'estimer le volume utilisé. Certaines utilisations sont rationnelles et permettent une réutilisation, alors que d'autres consomment une plus petite ou une plus grande partie de l'eau prélevée. Ce ratio ne tient également pas compte de l'infrastructure hydrique disponible et des capacités de gestion de l'eau. Par exemple, il montre qu'en Belgique et aux Pays-Bas le stress hydrique est très élevé. Mais cela ne signifie pas que ces pays font face à de graves pénuries d'eau pour les fins humaines projetées. Il signifie au contraire qu'ils utilisent une très grande par-

Source : Alcamo et coll., 1999; *International Water Management Institute (IWMI)*, 2000.

tie de leurs ressources en eau, c'est-à-dire qu'ils les exploitent. Dans de tels cas, les écosystèmes naturels subissent un stress hydrique élevé parce qu'une grande partie de l'eau est dérivée à des fins humaines.

Un indicateur plus précis (mais plus difficile à estimer), est le *taux d'utilisation réel par bassin*. Il met en correspondance la consommation totale avec l'approvisionnement primaire en eau. Lorsque ce taux est faible, disons 30 %, l'eau peut être économisée et prêter à une consommation accrue. Mais lorsqu'il est d'environ 70 %, il est difficile et généralement préférable de ne pas consommer davantage. Une économie d'eau et une hausse du taux de consommation exigent investissements et gestion.

Le *taux potentiel d'utilisation par bassin* met en correspondance la consommation totale avec l'approvisionnement en eau utilisable. La distinction entre les ressources renouvelables dans un bassin et l'approvisionnement primaire en eau prête à des distinctions entre la rareté physique et la rareté économique de l'eau.

- La *rareté physique de l'eau* signifie que même s'il est vraiment possible que les pays utilisent l'eau de façon efficace et productive, ils n'auront pas suffisamment de ressources en eau pour satisfaire leurs besoins agricoles, domestiques, industriels et environnementaux en 2025. En fait, un grand nombre de ces pays ne peuvent même pas satisfaire leurs besoins actuels. Les seules solutions auxquelles ils peuvent recourir consistent à investir dans des usines coûteuses de dessalement ou de réduire l'eau utilisée en agriculture, de la consacrer à d'autres secteurs et d'importer davantage de nourriture.
- La *rareté économique de l'eau* signifie que les pays ont suffisamment de ressources en eau pour satisfaire leurs besoins, mais qu'ils devront accroître leur approvisionnement en augmentant de 25 % ou plus les systèmes de stockage, d'adduction et de régulation de l'eau afin de satisfaire leurs besoins en 2025. Ces pays font face à de graves problèmes, en matière de finances et de capacités, pour pouvoir satisfaire leurs besoins en eau.

quelque trois milliards de femmes et d'hommes vivront dans des pays — entièrement ou partiellement arides ou semi-arides — dont la quantité d'eau par habitant est inférieure à 1 700 mètres cubes, quantité en dessous de laquelle la population souffre de stress hydrique (encadré 3.1).

Les simulations effectuées avec le modèle WaterGAP, en fonction d'un scénario de maintien du statu quo, révèlent qu'en 2025, environ 4 milliards de personnes — la moitié de la population mondiale — vivront dans des pays où plus de 40 % des ressources renouvelables sont prélevées à des fins humaines. Il s'agit d'un autre indicateur de stress hydrique élevé dans la plupart des situations.

Le tableau 3.1 illustre deux projections d'utilisation de l'eau divergentes pour 2025. Les projections de Shiklomanov (1999)

se fondent sur l'hypothèse voulant que l'on peut extrapoler les tendances actuelles, à savoir que l'on peut construire des réservoirs comme par le passé et que la superficie mondiale irriguée s'accroîtra de 30 % entre 1995 et 2025. Les projections d'Alcamo et collaborateurs (1999), ainsi que l'analyse réalisée à partir du modèle WaterGAP 2.0, utilisé dans le scénario de la Vision fondé sur le maintien du statu quo, prévoient une expansion limitée de la superficie irriguée. Combinée à un accroissement rapide de l'efficacité en matière d'utilisation d'eau, elle entraînera une réduction de l'utilisation à des fins agricoles mais une augmentation rapide à des fins municipales et industrielles en raison d'une croissance du revenu et de la population (tableau annexe 3.2). La principale différence entre ces deux projections — le pourcentage d'augmentation des terres irriguées — est le premier point tournant examiné de façon plus détaillée, ci-après, dans le présent chapitre.

Le rythme d'expansion des terres irriguées est le facteur le plus déterminant du stress hydrique, du moins le stress lié à la quantité d'eau.

Bien que l'utilisation de l'eau augmente de façon significative dans ces deux projections, aucun des scénarios n'est fondé sur la satisfaction des besoins en eau à l'échelle mondiale et de besoins élémentaires connexes, notamment la production alimentaire et l'utilisation domestique. D'autres perspectives d'avenir qui satisfont ces besoins sont examinées plus loin dans le présent chapitre.

Dans les parties du monde les plus développées — c'est-à-dire les pays où le revenu est moyen à supérieur et dans les pays où il est élevé — la croissance économique jusqu'en 2025 tend à provoquer une utilisation accrue de l'eau. Mais cette augmentation est compensée par une utilisation plus efficace de cette ressource et la satisfaction de la demande à des fins industrielles et domestiques. En outre, la quantité de terres irriguées se stabilise et l'eau destinée à l'irrigation est utilisée de façon plus efficace, ce qui diminue la quantité totale d'eau prélevée.

Par contre, une hausse du revenu dans les pays en développement provoque une augmentation de la consommation d'eau domestique par habitant que multiplie l'accroissement de la population. Parallèlement, la croissance économique fait augmenter la demande en électricité et la production industrielle et donne lieu à une forte augmentation des prélèvements d'eau pour l'industrie. Bien que l'eau soit utilisée plus efficacement dans les résidences et les usines, les pressions visant une augmentation de l'utilisation d'eau l'emportent sur cette efficacité accrue.

Cela entraîne une forte augmentation des prélèvements d'eau dans les secteurs domestiques et industriels des pays en développement, donnant suite à un accroissement de la population et à une intensification de l'industrialisation, ainsi qu'à une plus grande consommation découlant d'une hausse du revenu. Dans le scénario de maintien du statu quo élaboré par l'Unité Vision mondiale de l'eau et analysé par Alcamo et coll. (1999), l'expansion des terres irriguées ne suit pas la hausse de la demande alimentaire. Cela signifie que la quantité d'eau prélevée pour l'irrigation diminue légèrement (en raison d'une efficacité accrue). Là également, l'agriculture demeure la plus grande utilisatrice d'eau douce au monde en requérant plus de la moitié de la quantité totale d'eau prélevée. Les projections de Shiklomanov fondées sur une forte expansion de l'irrigation montrent une augmentation marquée de l'eau utilisée à des fins agricoles. Pour que ces projections se réalisent, il faudra que la construction de barrages et le pompage d'eau souterraine s'accélèrent.

Tableau 3.1 Deux projections divergentes si l'on maintient le statu quo en matière de ressources en eau renouvelables

Les projections en fonction d'un scénario fondé sur le maintien du statu quo montrent des augmentations divergentes en matière d'utilisation d'eau — même sans s'assurer que toutes les demandes sont satisfaites — et la plus grande incertitude consiste à savoir s'il faut continuer d'augmenter l'irrigation.

Utilisation	Kilomètres cubes			
	1950	1995	Irrigation en expansion 2025 ^a	Irrigation stable 2025 ^b
Agriculture				
Prélèvements	1 100	2 500	3 200	2 300
Consommation	700	1 750	2 250	1 700
Industrie				
Prélèvements	200	750	1 200	900
Consommation	20	80	170	120
Municipalités				
Prélèvements	90	350	600	900
Consommation	15	50	75	100
Réservoirs (évaporation)	10	200	270	200 ^c
Total :				
Prélèvements	1 400	3 800	5 200	4,300
Consommation	750	2 100	2 800	2,100

Note : Tous les chiffres sont arrondis.

a. Projection de Shiklomanov.

b. Scénario de l'Unité Vision mondiale de l'eau fondée sur le maintien du statu quo (projections d'Alcamo).

c. Alcamo et coll. ne tiennent pas compte de l'évaporation dans les réservoirs, mais comme le scénario de maintien du statu quo élaboré par l'Unité Vision mondiale de l'eau tient pour acquis que relativement peu de réservoirs supplémentaires seront construits, l'estimation faite par Shiklomanov en 1995 permet d'obtenir des chiffres comparables quant à la quantité totale d'eau utilisée.

Source : Shiklomanov, 1999; Alcamo et coll., 1999.

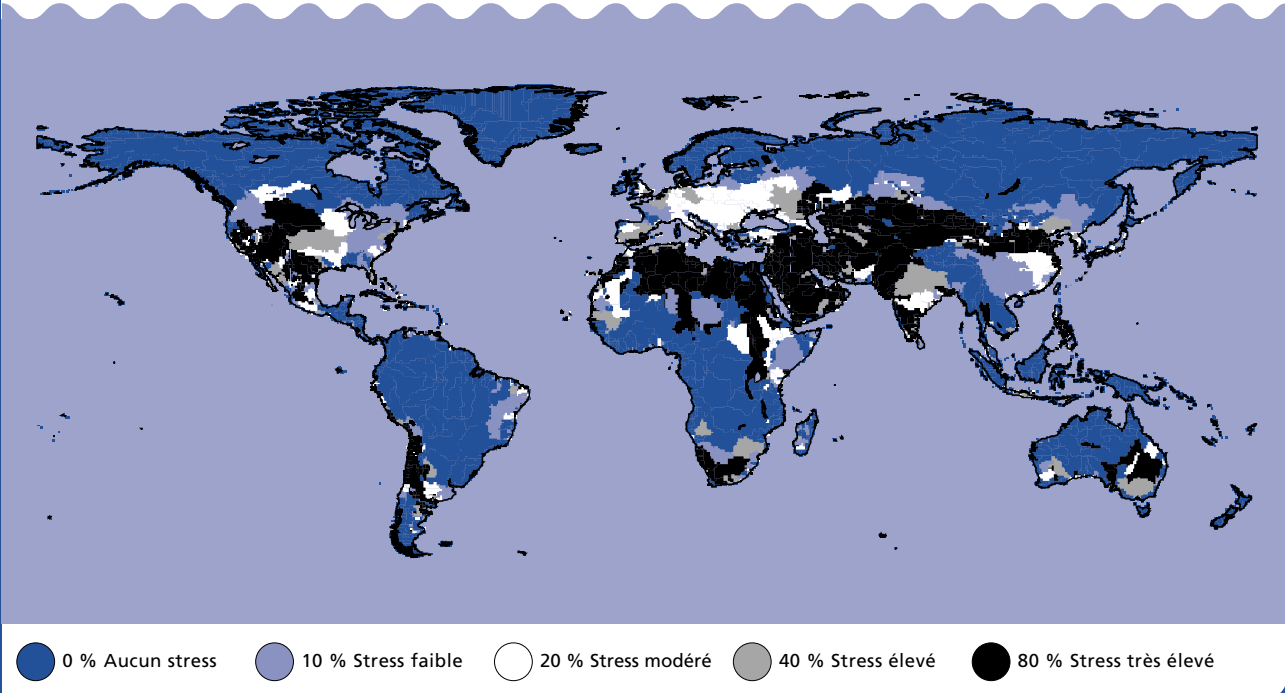
La somme des tendances dans tous les secteurs donne un accroissement important des prélèvements nets d'eau dans les pays en développement entre 1995 et 2025. En confondant les tendances dans les pays développés et en développement, selon le scénario fondé sur le maintien du statu quo, il faut prévoir une augmentation des prélèvements d'eau au niveau mondial qui passeront de 3 800 kilomètres cubes en 1995 à entre 4 300 et 5 200 kilomètres cubes en 2025 (tableau 3.1). La différence dépend en large partie de l'ampleur que prendra l'expansion de l'agriculture irriguée.

En raison de l'accroissement des prélèvements, la pression sur les ressources en eau sera beaucoup plus grande dans plus de 60 % du monde (Alcamo et coll., 1999), notamment dans de

Le stress hydrique

1 Le stress hydrique en 2025 en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo

En fonction de ce scénario, en 2025, environ 4 milliards de personnes, soit la moitié de la population mondiale, vivront dans des pays où le stress hydrique est élevé.

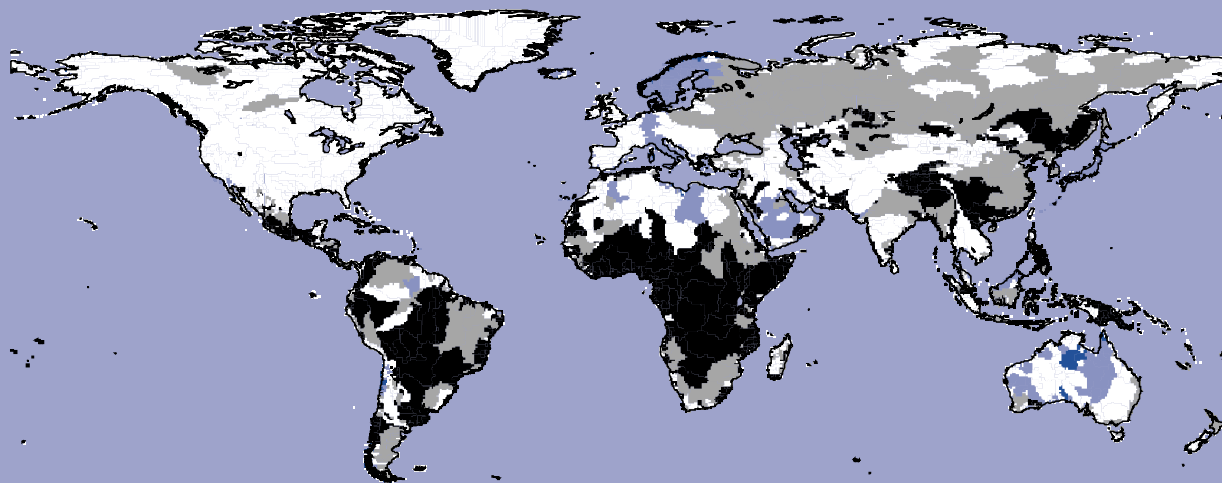


Le ratio de prélèvements à des fins humaines et de la quantité totale de ressources renouvelables — ratio de criticité — révèle que le stress hydrique dépend de la variabilité des ressources. Il varie de 20 % pour les bassins dont l'écoulement est très variable à 60 % pour les bassins des zones tempérées. Le présent rapport tient compte d'un seuil de 40 % pour indiquer un « stress hydrique élevé ».

En raison de l'accroissement des prélèvements, la pression sur les ressources en eau sera beaucoup plus grande dans de vastes régions d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.

2 Changements dans le stress hydrique de 1995 à 2025 en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo

De nombreux pays actuellement en développement feront face à des pressions accrues sur les ressources en eau.



Source : Calculs effectués à l'aide du modèle WaterGAP 2 (Alcamo et coll., 1999).

● Forte baisse ● Baisse modérée ○ Faible changement ● Hausse modérée ● Forte hausse

Les prélèvements ne sont pas le meilleur moyen d'estimer le volume utilisé. Un indicateur plus précis, mais plus difficile à estimer, est le taux d'utilisation réel par bassin. Lorsque que ce taux est faible, disons 30 %, l'eau peut prêter à une consommation accrue. Mais lorsqu'il est élevé, disons 70 %, il est difficile et généralement préférable de ne pas consommer davantage d'eau.

Les tendances de l'eau

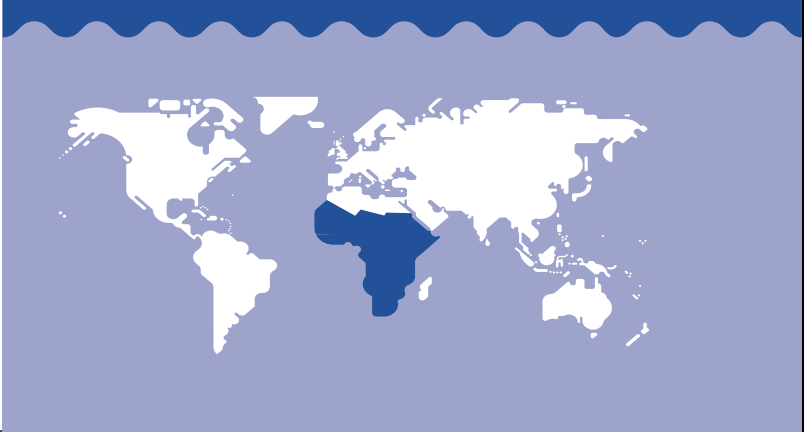
1 Afrique subsaharienne : Un autre 175 millions de personnes vivant dans des régions où le stress hydrique est élevé

En fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo, les prélèvements d'eau à des fins domestiques en Afrique subsaharienne passeront d'environ 10 kilomètres cubes en 1995 à 42 kilomètres cubes en 2025. Pour quelle raison? Parce qu'une hausse du revenu entraîne une hausse de l'utilisation d'eau par habitant, et ce, même si la technologie tend à rendre l'utilisation de l'eau plus efficace.

En Afrique de l'Ouest, l'utilisation d'eau à des fins domestiques en 2025 atteindra 34 mètres cubes par personne, soit 2,1 fois ce qu'elle était en 1995, mais encore très loin derrière les 105 mètres cubes par personne par année en Europe de l'Ouest. L'utilisation à des fins industrielles augmentera également pour passer de 3 à 16 kilomètres cubes par année entre 1995 et 2025.

En raison de l'abondance des précipitations, il y aura vraisemblablement assez d'eau pour compenser l'augmentation de l'utilisation à des fins domestiques et industrielles. Reste à savoir si la multiplication des réseaux de distribution d'eau sera assez rapide pour satisfaire les besoins d'une population et d'une industrie en croissance. Pour compenser l'augmentation des prélèvements, le volume d'eau à des fins municipales doit augmenter de 5,5 % par année, et celui à des fins industrielles de 7,1 % par année.

Source : Calculs effectués à l'aide du modèle WaterGAP 2 (Alcamo et coll., 1999).

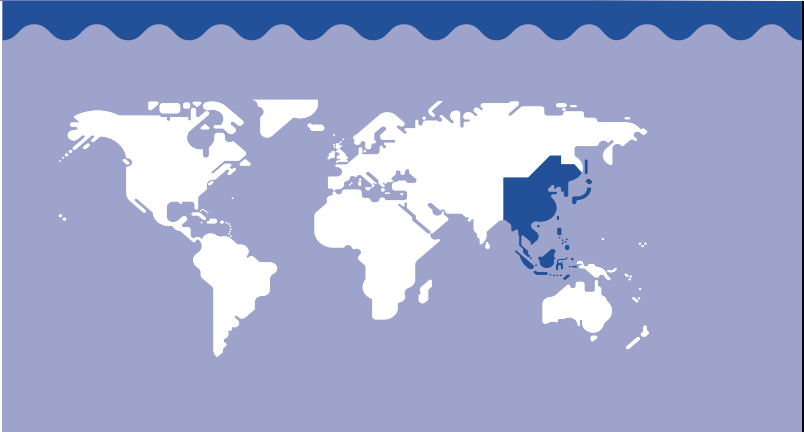


2 Asie du Sud-Est et de l'Est : Un autre 1,3 milliard de personnes vivant dans des régions où le stress hydrique est élevé

Dans le sud et l'est de l'Asie, en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo, la superficie irriguée n'augmentera que légèrement entre 1995 et 2025, alors que l'irrigation sera de plus en plus efficace. Cela provoquera une baisse de la quantité d'eau vouée à l'irrigation qui passera de 1 359 à 1 266 kilomètres cubes par année. Parallèlement, une forte croissance économique entraînera une augmentation des biens matériels et de l'eau utilisée dans chaque résidence, augmentant ainsi les prélèvements à des fins domestiques de 114 à 471 kilomètres cubes par année. Une telle croissance économique exige également une plus grande quantité d'eau pour l'industrie en Asie, où cette quantité passera de 153 à 263 kilomètres cubes par année.

La somme de ces tendances donne un accroissement des prélèvements d'eau entre 1995 et 2025. Les pressions sur les ressources en eau seront encore plus fortes que celles connues en 1995, alors que 6,5 milliards de kilomètres carrés de bassins fluviaux étaient l'objet d'un stress hydrique élevé. Cette superficie atteindra 7,9 millions de kilomètres carrés en 2025, et le nombre de personnes vivant dans ces régions connaîtra également une hausse considérable en passant de 1,1 milliard à 2,4 milliards.

Source : Calculs effectués à l'aide du modèle WaterGAP 2 (Alcamo et coll., 1999).

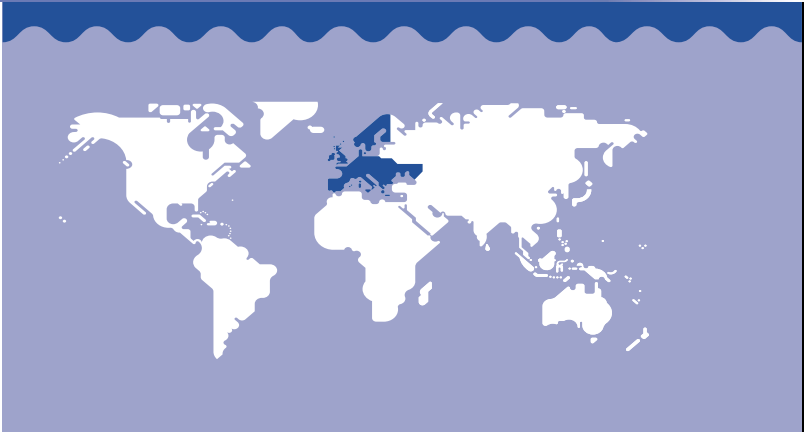


3 Europe de l'Ouest : Baisse des prélèvements et efficacité accrue, mais peu de changements en matière de stress hydrique

Les prélèvements d'eau en Europe de l'Ouest augmentent lentement ou pas du tout, car les résidences, l'industrie et l'agriculture consomment l'eau de façon plus efficace. En fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo, la consommation d'eau par personne dans les résidences grimpe légèrement entre 1995 et 2025 en suivant la croissance économique. Mais la quantité d'eau qu'utilise l'industrie par mégawatt-heure diminue en raison d'un recyclage accru et d'autres améliorations sur le plan de l'efficacité. La superficie irriguée se stabilise et de nouvelles techniques améliorent le rendement des systèmes d'irrigation, donnant également lieu à une baisse de la quantité d'eau utilisée par hectare.

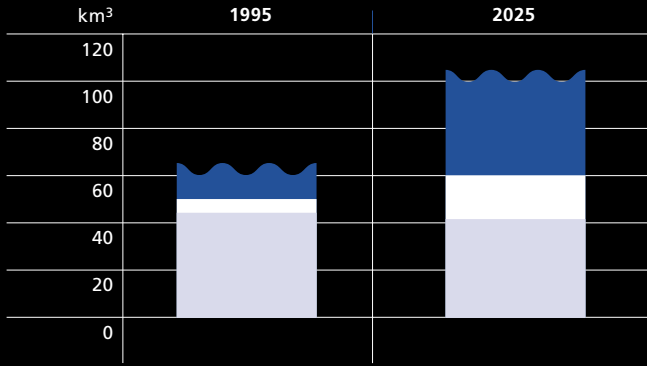
Bien que les prélèvements d'eau diminuent, la pression sur les ressources en eau continue d'être élevée dans certaines régions à cause de la densité de population et de l'activité industrielle. Ainsi, quelques bassins fluviaux demeurent dans un état de stress hydrique élevé en raison d'une forte concurrence entre les utilisateurs industriels et domestiques et certains utilisateurs agricoles.

Source : Calculs effectués à l'aide du modèle WaterGAP 2 (Alcamo et coll., 1999).

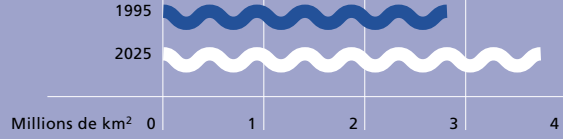


En 2025, la moitié de la population mondiale habitera des pays où le stress hydrique est élevé

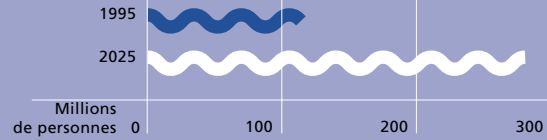
Prélèvements d'eau en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo



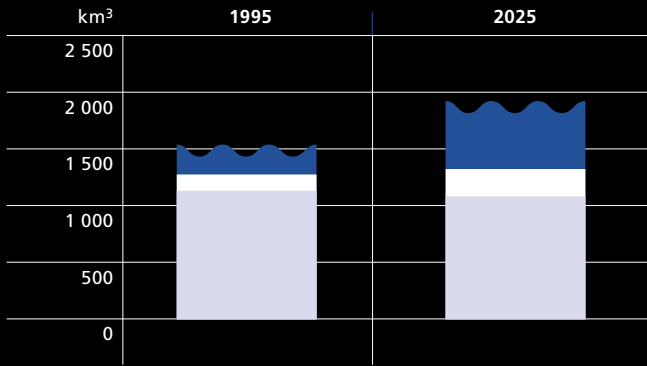
Régions où le stress est élevé sur les ressources en eau



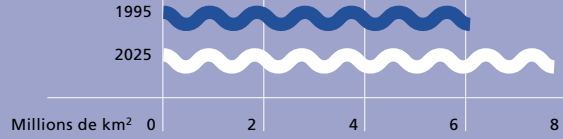
Population vivant dans des régions où le stress hydrique est élevé



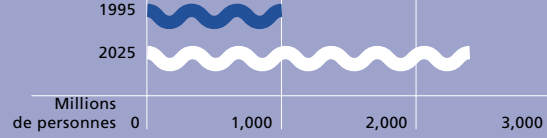
Prélèvements d'eau en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo



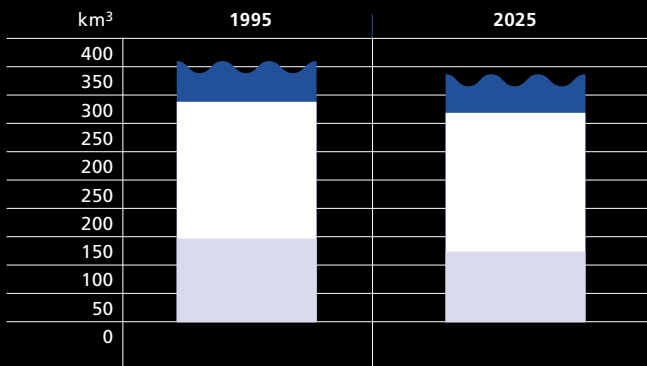
Régions où le stress est élevé sur les ressources en eau



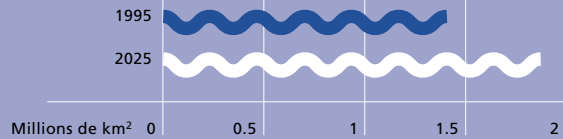
Population vivant dans des régions où le stress hydrique est élevé



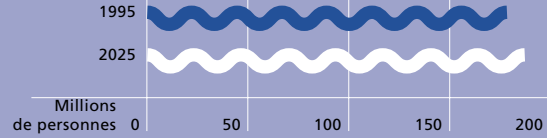
Prélèvements d'eau en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo



Régions où le stress est élevé sur les ressources en eau



Population vivant dans des régions où le stress hydrique est élevé



Utilisation

- Agriculture
- Industrie
- Résidences

- **Rendement agricole accru pour chaque goutte d'eau**

- **Accroissement du stockage**

vastes régions d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine. Assistera-t-on de ce fait à des crises de l'eau plus fréquentes? Cela dépend de la quantité d'eau disponible par rapport aux prélèvements, et de la capacité des pays à faire face aux pressions de plus en plus grandes sur les ressources en eau. Ce qui souligne l'importance que revêt la manière dont les pays affrontent la rareté physique ou économique de l'eau, et des ressources dont ils disposent pour surmonter une rareté économique (encadré 3.1).

Les répercussions d'un stress hydrique élevé seront différentes dans chaque pays. Dans ceux qui sont développés, l'eau est généralement traitée avant d'être dirigée vers les utilisateurs, en aval, et l'industrie recycle de façon intensive l'eau dont elle s'approvisionne. Pour ces motifs comme pour d'autres, les pays développés peuvent utiliser également de façon intensive leurs ressources en eau (comme l'indique un ratio de criticité supérieur à 40 %) sans grandes conséquences négatives.

Par contre, la plupart des pays en développement ne traitent pas les eaux usées et leurs entreprises industrielles ne recyclent pas intensivement l'eau dont elles s'approvisionnent. Ainsi, un projet d'utilisation intensive d'eau provoquera dans ce cas une dégradation accélérée de la qualité de l'eau pour les utilisateurs en aval, ainsi que des fréquentes et persistantes situations d'urgence en matière d'eau.

Expansion de l'agriculture irriguée

Le rythme d'expansion des terres irriguées est le facteur le plus déterminant du stress hydrique, du moins le stress lié à la quantité d'eau. Il existe deux points de vue divergents sur la question de savoir si l'expansion de l'agriculture irriguée se poursuivra ou fléchira, avec d'importants groupes de parties intéressées dans chaque camp.

En agriculture, la sagesse traditionnelle préconise que si l'on veut produire de la nourriture pour un monde en croissance, il faut que l'agriculture irriguée suive le rythme et s'accroisse de quelque 30 % dans les zones cultivées d'ici 2025. Ce point de vue, que partagent l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID), est également illustré dans les projections de Shiklomanov (1999) et dans la première projection de l'*International Water Management Institute* (IWMI) (Seckler et coll., 1998). Les conclusions de ces analyses, fondées sur des hypothèses optimistes de rende-

ment et d'efficacité accrus, veulent que l'utilisation de l'eau à des fins agricoles doit augmenter de 17 % au minimum à compter de 1995.

L'autre point de vue, que partagent les environnementalistes et un certain nombre d'intervenants du domaine agricole, veut qu'un ralentissement dans la construction de barrages et des investissements à des fins d'irrigation, combinés aux conséquences d'une baisse de niveau de la nappe phréatique, limitera entre 5 et 10 % l'expansion de la superficie irriguée. Les répercussions d'un tel scénario ont été analysées dans celui de la Vision fondé sur le maintien du statu quo (Rosegrant et Ringler, 1999; Alcamo et coll., 1999; IWMI, 2000).

Les deux scénarios sont convaincants. Les données de la FAO sur l'accroissement à long terme de la superficie irriguée ne montrent une baisse manifeste que dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Mais une diminution des investissements en agriculture signifie clairement que la superficie est également censée diminuer. Selon Rosegrant et Ringler (1999), le taux de croissance annuelle des terres irriguées dans le monde est passé de 2,2 % entre 1967 et 1982 à 1,5 % entre 1982 et 1993.

Mais aucune de ces solutions ne s'avère intéressante après analyse, pour les raisons suivantes :

- **Première solution.** Une augmentation de 30 % de la superficie des terres irriguées réclamerait d'importants investissements en matière d'infrastructures hydrauliques, dont une grande partie serait consacrée à l'aménagement d'imposants barrages. Cette solution donnerait vraisemblablement lieu à de graves pénuries d'eau tout en menaçant de détériorer gravement les écosystèmes (Shiklomanov, 1999; Seckler et coll., 1998).
- **Deuxième solution.** Une réduction marquée de l'expansion des terres irriguées, sans pour cela modifier les politiques, à savoir en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo qu'a élaboré le groupe d'experts connexe (Alcamo et coll., 1999; Rosegrant et Ringler, 1999; IWMI, 2000), aura pour conséquences de graves pénuries alimentaires et une hausse des prix dans le domaine de l'alimentation.

Ces deux solutions, qui sont aussi inintéressantes que non durables, aggraveront énormément la présente crise de l'eau. Il y a donc vraiment lieu d'instaurer des politiques qui

La hausse de la productivité de l'eau est fondamentale si l'on veut produire davantage de nourriture, lutter contre la pauvreté, réduire la concurrence à l'égard de l'eau et s'assurer que la nature reçoit une quantité suffisante d'eau.

prévoient une gestion plus durable de la production alimentaire et des ressources en eau.

Hausse de la productivité de l'eau

La question de savoir si l'on peut prévenir une crise de l'eau consiste foncièrement à se demander si l'eau peut être plus productive. Plus nous produisons avec la même quantité d'eau, moins il est nécessaire de développer les infrastructures. Moins la concurrence pour l'eau est forte, plus la sécurité alimentaire à l'échelle locale est grande. Plus il reste d'eau à des fins agricoles, domestiques et industrielles, plus cette eau demeure dans la nature.

L'IWMI a conclu en 2000 qu'il est possible de gérer l'eau et de produire de la nourriture de façon durable, mais que cela réclame deux améliorations d'envergure en matière de techniques et de gestion des ressources en eau et d'irrigation :

- **Plus grande productivité de l'eau : rendement agricole accru pour chaque goutte d'eau.** La productivité de l'eau doit être radicalement améliorée. Le scénario de base de l'IWMI prévoit la satisfaction de la moitié de la demande en eau en 2025 si l'on augmente la productivité de cette ressource et si l'on saisit toutes les occasions d'améliorer sa gestion. La première tâche consiste à situer ces possibilités. Le recyclage, qui est largement répandu, offre des perspectives d'économiser l'eau. Il est également possible de réaliser des économies en assurant un approvisionnement plus fiable aux agriculteurs grâce à des techniques de précision et à des systèmes d'irrigation avec rétrocontrôle⁷. Une expansion de l'irrigation à l'aide de techniques de précision peu coûteuses donne aux agriculteurs pauvres le moyen de produire davantage. Étant donné que la concurrence à l'égard de l'eau est à la hausse, ces solutions réclament d'importants changements au sein des institutions qui ont la responsabilité de gérer l'eau.
- **Accroissement du stockage : exploitation de ressources supplémentaires.** L'autre moitié de la demande accrue doit être satisfaite en exploitant des sources supplémentaires d'approvisionnement en eau, mais à un prix beaucoup plus bas sur les plans économique, social et environnemental (IWMI, 2000). L'IWMI estime que la capacité supplémentaire de stockage et d'adduction d'eau qui sera nécessaire en 2025 se chiffre à quelque 400 kilomètres cubes par année, et ce, pour l'expansion de

l'agriculture irriguée seulement. Celle-ci peut être considérée modérée par le milieu favorable à l'irrigation, mais il est peu probable qu'elle sera bien accueillie par d'autres utilisateurs. Par contre, l'objectif de nourrir la planète sans cette expansion réclame une stratégie qui accorde une place plus importante à d'autres moyens d'accroître la production alimentaire — par exemple, en intensifiant la production non irriguée et en améliorant la gestion de l'eau dans les régions agricoles existantes. Il faudra peut-être compter sur un autre 200 kilomètres cubes pour remplacer l'actuelle et irrationnelle surconsommation d'eau souterraine (Postel, 1999). Pour des motifs d'ordre financier et environnemental notamment, il faudrait donner suite à la nécessité d'accroître le stockage en recourant à une combinaison d'alimentation de l'eau souterraine et de prélèvements dans les aquifères, en trouvant des méthodes de recharge pour stocker l'eau dans les terres humides, en récupérant l'eau de pluie, et en se fiant à des techniques traditionnelles, comme les réservoirs et d'autres solutions à petite échelle, plutôt qu'à la seule construction de vastes installations de stockage.

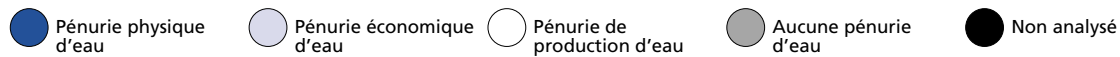
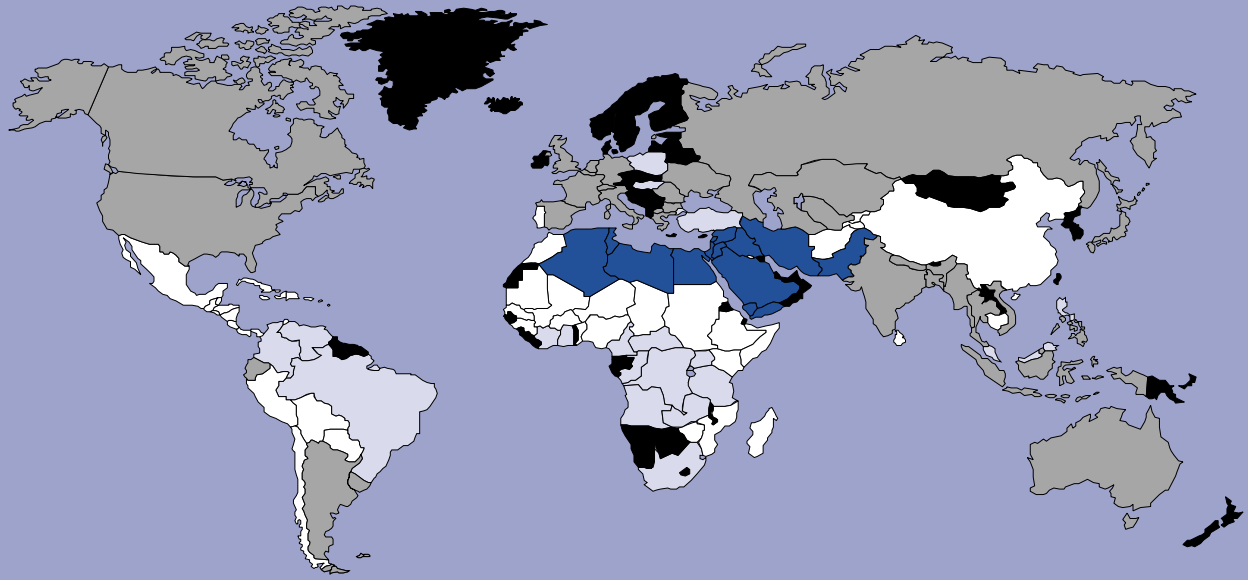
La hausse de la productivité de l'eau est fondamentale si l'on veut produire davantage de nourriture, lutter contre la pauvreté, réduire la concurrence à l'égard de l'eau et s'assurer que la nature reçoit une quantité suffisante d'eau. La hausse de productivité voulue pour résoudre la crise de l'eau ne se produira pas automatiquement, elle exigera de gros efforts. Mais cela peut se faire, particulièrement dans les pays en développement, là où la productivité de l'eau est bien en deçà de ce qu'elle pourrait être. Pour les céréales, par exemple, la productivité de l'eau — en biomasse produite par mètre cube d'évapotranspiration — se situe entre 0,2 et 1,5 kilogrammes par mètre cube. En gros, il faudrait qu'elle soit d'environ 1 kilogramme par mètre cube (IWMI, 2000). Si la demande de céréales dans un pays augmente de 50 % jusqu'en 2025, l'un des moyens de compenser cette hausse est d'accroître la productivité de l'eau d'un pourcentage correspondant.

Pour relever ce défi, il faudra déployer de plus grands efforts et modifier de façon significative la manière dont l'eau est gérée. Mais que faut-il changer? Où faut-il apporter des améliorations? La plus forte hausse de productivité de l'eau a découlé de l'utilisation de variétés végétales et de pratiques agronomiques améliorées. Dans le cadre de la révolution verte, l'objectif consistant à obtenir « un rendement agricole accru pour chaque goutte d'eau » a découlé de l'introduction de variétés de cultures à maturation plus rapide donnant un

La rareté de l'eau

1 Scénario en 2025 fondé sur le maintien du statu quo

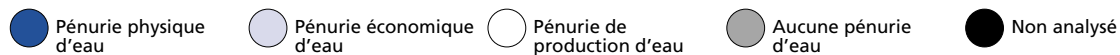
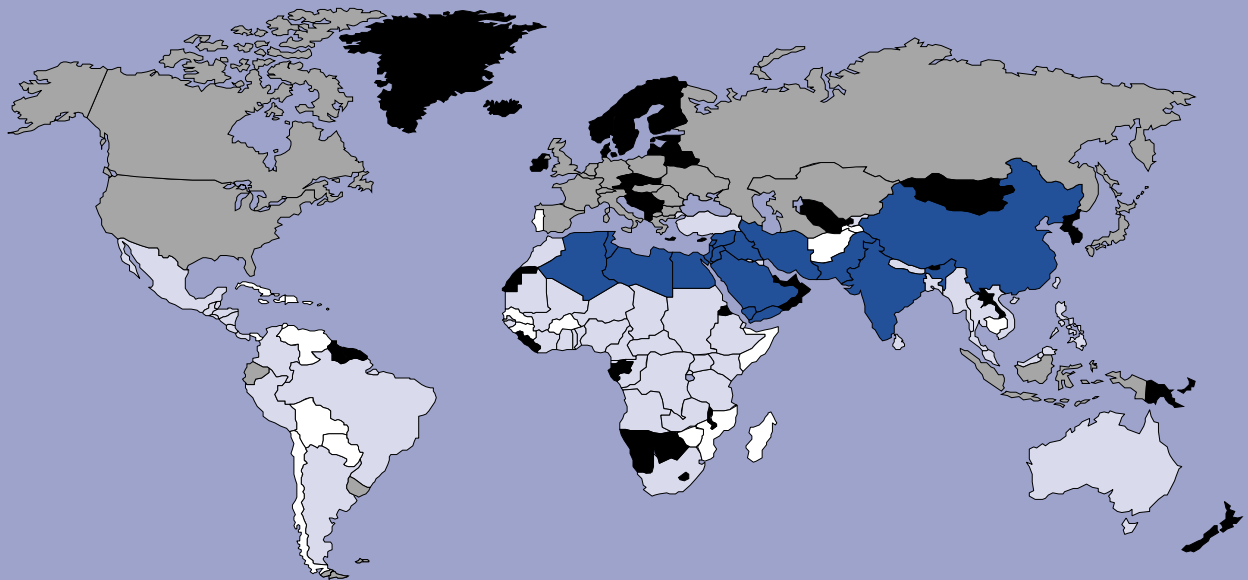
Des investissements limités dans de nouvelles infrastructures hydriques entravent l'expansion de l'irrigation et préviennent une pénurie d'eau, mais ils provoquent une pénurie de nourriture.



Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); < www.iwmi.org >

2 Scénario en 2025 tenant compte du rôle de la technologie, de l'économie et du secteur privé

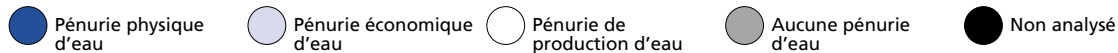
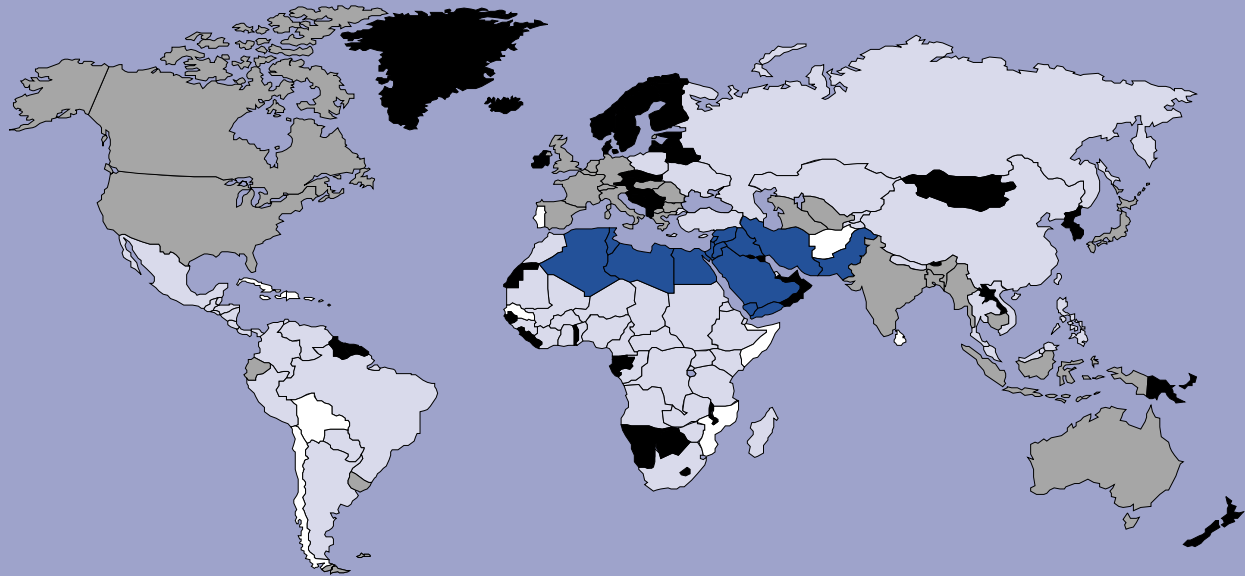
L'importance accordée à la technologie et aux investissements accroît de 24 % l'approvisionnement primaire en eau. La Chine et l'Inde manquent d'eau en raison de l'expansion de l'irrigation. Plusieurs pays risquent une pénurie d'eau économique.



Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); < www.iwmi.org >

3 Scénario en 2025 tenant compte des valeurs et des modes de vie

Le développement est axé sur les pays économiquement faibles qui font face à une pénurie d'eau économique. La rareté de l'eau et de la nourriture a des limites.



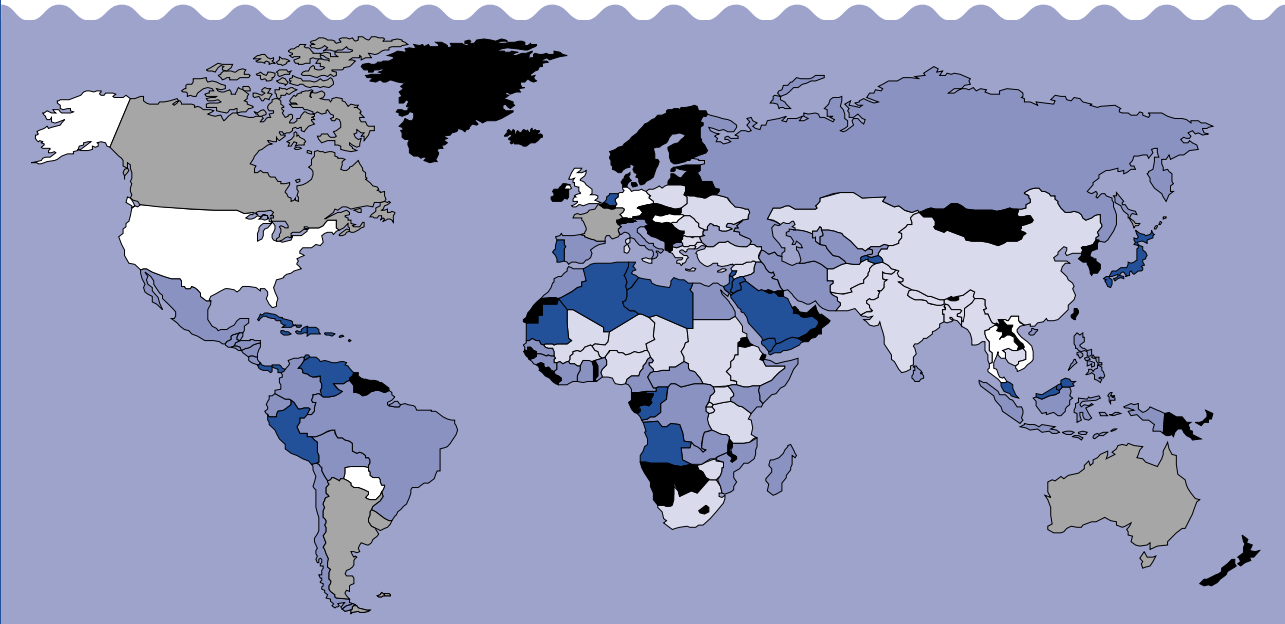
Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); < www.iwmi.org >

- **Le maintien du statu quo** : La poursuite des politiques actuelles et l'extrapolation des tendances.
- **La technologie, l'économie et le secteur privé** : Les activités du secteur privé jouent un rôle de premier plan dans les domaines de la recherche et du développement et la mondialisation motive la croissance économique, mais les pays les plus pauvres sont délaissés.
- **Les valeurs et les modes de vie** : Le développement durable axé principalement sur la recherche et le développement dans les pays les plus pauvres.

Déficits ou surplus de céréales

1 1995

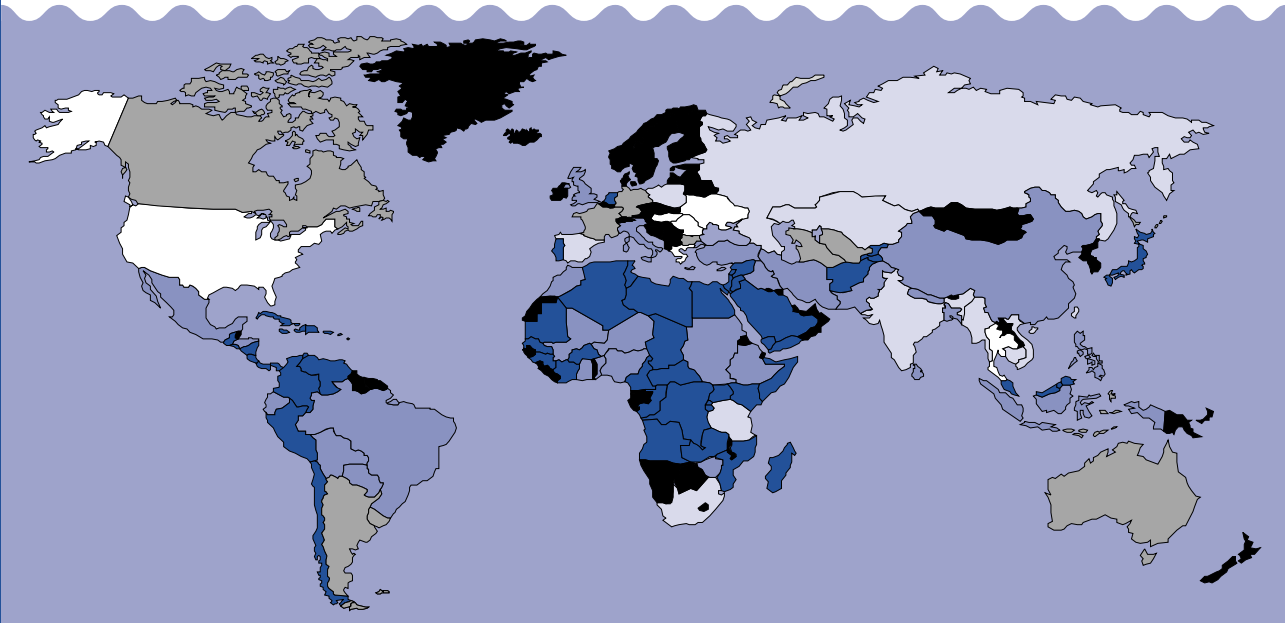
Déficits importants, essentiellement en Afrique et au Moyen-Orient.



● Déficit important ● Déficit mineur ● Auto-suffisant ● Surplus mineur ● Surplus important ● Non analysé

2 Scénario en 2025 en fonction du scénario fondé sur le maintien du statu quo

Déficit mondial de 200 millions de tonnes — déficits importants dans de nombreux pays d'Afrique et du Moyen-Orient; l'Inde est autosuffisante.



● Déficit important ● Déficit mineur ● Auto-suffisant ● Surplus mineur ● Surplus important ● Non analysé

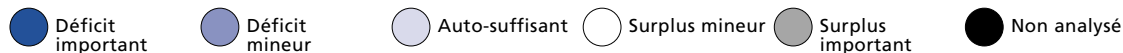
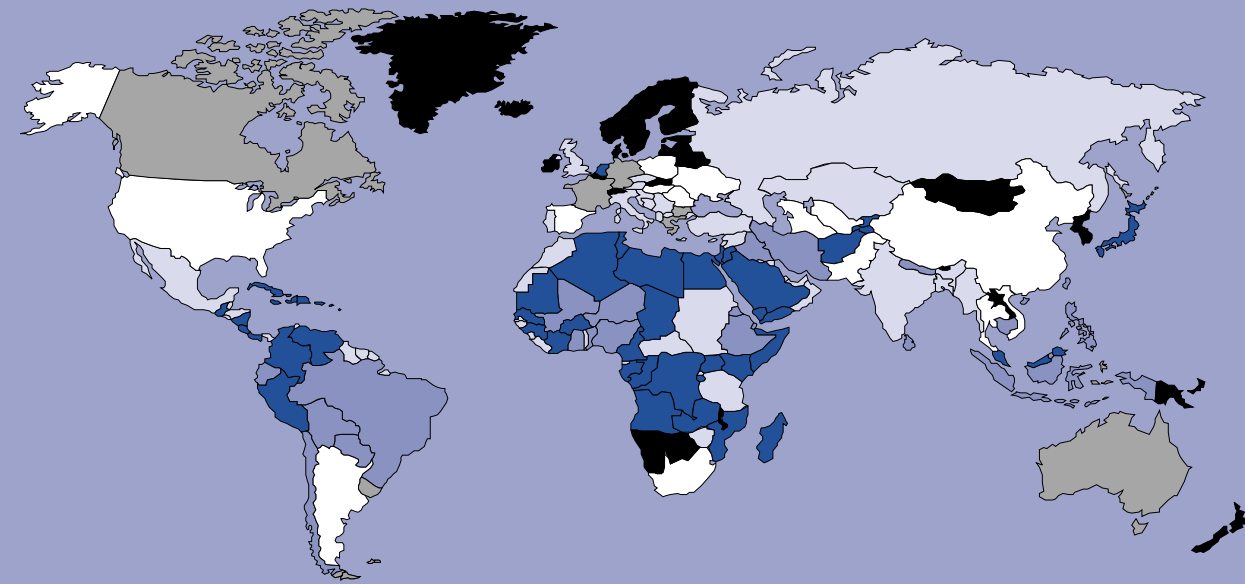
Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); <www.iwmi.org>

Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); <www.iwmi.org>

Si l'on maintient le statu quo, de nombreux pays auront d'importants déficits

3 Scénario en 2025 tenant compte de la technologie, de l'économie et du secteur privé

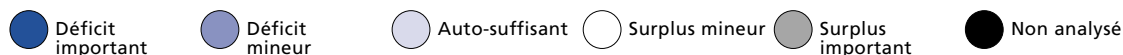
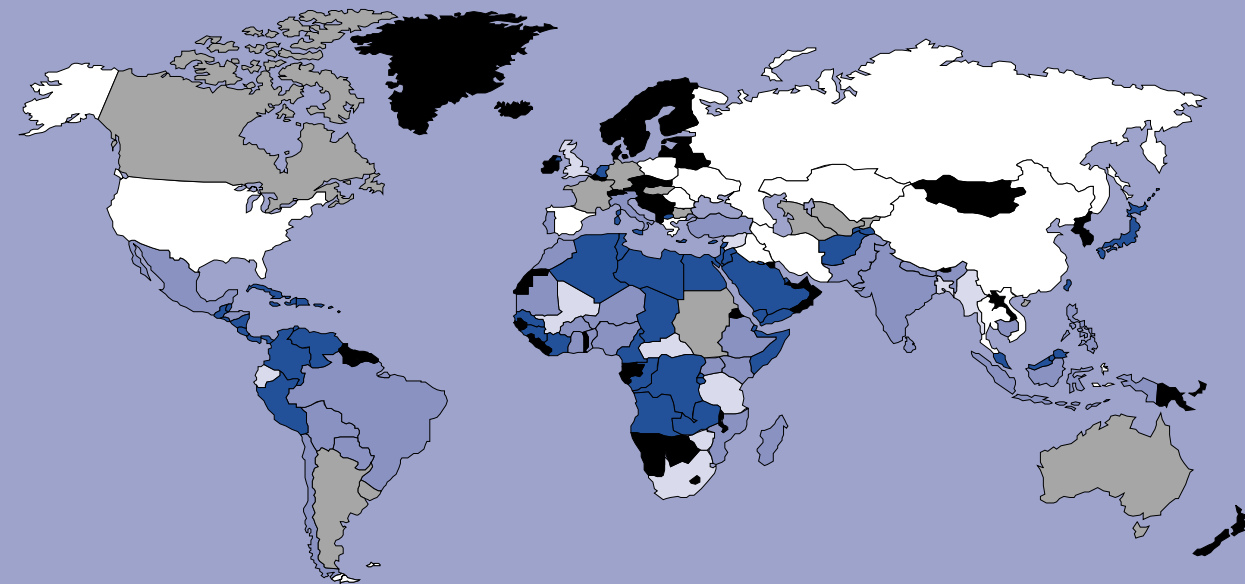
Surplus mondial de 70 millions de tonnes — dans les pays membres de l'OCDE et dans les pays en développement où le revenu est élevé — et accroissement du déficit dans les pays à faible revenu.



Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); < www.iwmi.org >

4 Scénario en 2025 fondé sur les valeurs et les modes de vie

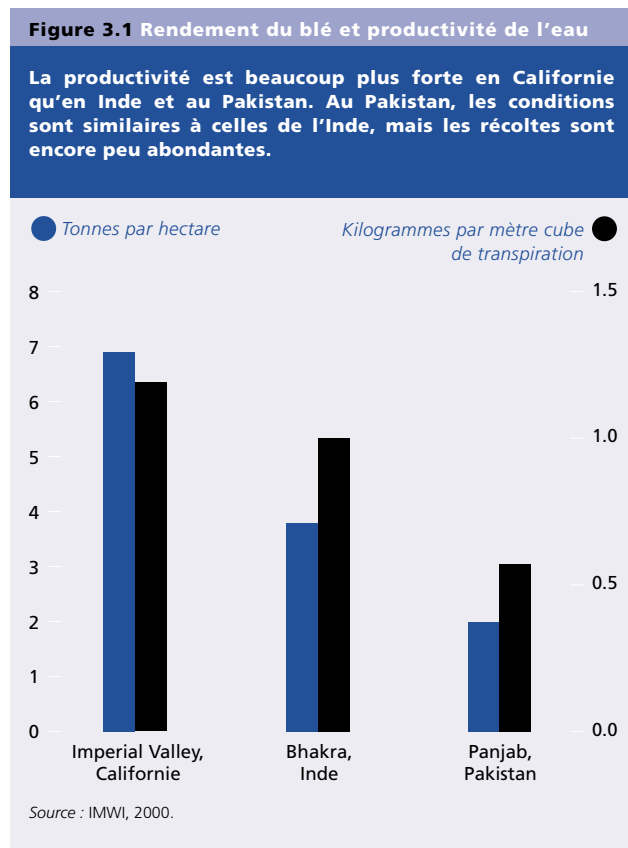
Les pays à faible revenu réduiront leur déficit en comblant les écarts de rendement, en accroissant la productivité, en ralentissant la croissance démographique et se souciant davantage de l'environnement.



Source : Calculs effectués en 2000 à l'aide du modèle PODIUM par l'International Water Management Institute (IWMI); < www.iwmi.org >

- La double révolution verte

- Accroissement du stockage



plus grand rendement. L'ajout de fertilisants a également accru les récoltes et la productivité de l'eau.

En assurant un approvisionnement stable en eau au moyen de l'irrigation, le rendement agricole a considérablement augmenté au cours des 50 dernières années. Mais il y a encore place à amélioration. Dans de nombreuses régions, la productivité n'est pas à son plus haut en raison, principalement, d'une gestion médiocre de l'irrigation. S'ils ne peuvent compter sur un approvisionnement stable en eau à des fins d'irrigation, les agriculteurs ne peuvent atteindre leurs objectifs de production.

Par exemple, le rendement du blé et la productivité de l'eau varient fortement à trois endroits dans des milieux quelque peu similaires (figure 3.1). Dans un milieu désertique de l'Inde, à Bhakra, le système d'irrigation, qui se trouve de l'autre côté de la frontière avec le Panjab pakistanais, remplit une grande partie du panier de provisions en Inde. L'Imperial

Valley, en Californie, est également un milieu désertique. Au Panjab, les rendements varient considérablement et certains agriculteurs sont aussi productifs que ceux de Californie, alors que la productivité de certains autres se situe bien en dessous de la moyenne. Même si la production dépend, notamment, des conditions environnementales, du marché et du sol, qui ne sont pas les mêmes partout, il y a lieu de gérer les ressources en visant une plus grande productivité.

Dans les pays de l'OCDE, la productivité de l'eau à des fins industrielles s'est accrue rapidement au cours des vingt dernières années afin de répondre à une flambée des prix et à des normes environnementales plus strictes concernant les eaux usées industrielles. Avec la hausse prévue du tarif de l'eau destinée à l'industrie, cette tendance pourrait s'amplifier si les utilisateurs payaient un prix qui tient compte du coût total.

Comment peut-on améliorer la productivité en agriculture, le secteur d'activité qui consomme le plus d'eau? Au préalable, on pourrait instaurer les mêmes conditions que dans tout autre secteur : le paiement des services d'eau, la reddition de comptes des gestionnaires aux utilisateurs, et la concurrence entre les fournisseurs publics et privés. Il faut ensuite trouver des solutions techniques et administratives pour améliorer la productivité. En premier lieu, il faudrait appliquer de meilleures pratiques agronomiques (IWMI, 2000) :

- **Amélioration de la variété des cultures.** La sélection des plantes joue un rôle important en permettant de concevoir des variétés qui donnent un meilleur rendement comparativement à la masse par unité d'eau consommée par transpiration. Par exemple, en raccourcissant la période de croissance et en conservant le même rendement, la production par unité d'évapotranspiration connaît une augmentation. Ce processus fait appel à la biotechnologie.
- **Substitution de cultures.** Il s'agit d'adopter des cultures qui consomment moins d'eau ou de passer à un type de culture qui donne un meilleur rendement économique ou physique par unité de transpiration.
- **Amélioration des pratiques de culture.** Une meilleure gestion des sols, la fertilisation, et la lutte contre les parasites et les mauvaises herbes augmentent le rendement de la terre et, le plus souvent, de l'eau consommée.

Et en deuxième lieu, il faudrait appliquer de meilleures pratiques de gestion de l'eau pour atteindre les objectifs suivants :

La rétention des eaux de crue jusqu'au moment où elles doivent servir des fins humaines demeure un élément essentiel de la gestion des ressources en eau dans toutes les régions, particulièrement en Asie du Sud.

- **Amélioration de la gestion de l'eau.** Une meilleure synchronisation de l'approvisionnement en eau peut amoindrir le stress hydrique à des périodes de croissance critiques des cultures afin d'améliorer les récoltes. Lorsque l'approvisionnement en eau est plus fiable, les agriculteurs ont tendance à investir davantage dans d'autres éléments de production agricole, ce qui leur permet d'obtenir un rendement plus élevé par unité d'eau. Le contrôle de la salinité dans le cadre de la gestion de l'eau, à l'état de projet ou en pratique, peut prévenir toute baisse de productivité de l'eau.
- **Recours à une irrigation déficitaire, complémentaire et précise.** En assujettissant l'eau à un meilleur contrôle, il est possible de recourir à des méthodes plus productives sur les exploitations agricoles. L'irrigation déficitaire vise à accroître le rendement par unité d'eau en faisant appel à des stratégies d'irrigation qui ne satisfont pas complètement aux conditions d'évaporation. Le fait de suppléer à l'eau de pluie par l'irrigation peut améliorer la productivité de l'eau lorsque l'on en fournit aux cultures en quantité limitée durant les périodes critiques. Une irrigation de précision ayant recours à des techniques comme l'arrosage au goutte-à-goutte, par arroseurs automatiques et par bassins, peut réduire l'évaporation non rentable, arroser uniformément les cultures et diminuer le stress, tout en accroissant la productivité de l'eau (IWMI, 2000)⁸.
- **Réaffectation de l'eau à de meilleures fins.** Le passage de fins agricoles à des fins municipales et industrielles — ou de cultures de faible valeur à des cultures d'une valeur supérieure — peut améliorer la productivité ou la valeur de l'eau. À la suite d'une telle réaffectation, les engagements en aval peuvent changer en fonction de considérations sérieuses touchant, notamment, au droit et à l'équité. L'une des solutions consiste à échanger de l'eau virtuelle.

Le commerce peut aider à atténuer la rareté de l'eau (Allan et Court, 1996). Les pays qui disposent d'une grande quantité d'eau devraient exporter des produits agricoles qui en demandent beaucoup, le riz, par exemple, vers les pays où l'eau est rare. Selon une analyse de l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) qui n'a pas considéré que l'eau était une contrainte, le commerce mondial des produits alimentaires s'accroîtra de façon notable entre 1995 et 2020 (Rosegrant, Agcaoili-Sombilla et Perez, 1995). Le commerce de la viande triplera, celui des grains de soja doublera et celui

des céréales augmentera de deux tiers. Les pays en développement multiplieront fortement leurs importations, tandis que les pays exportateurs seront principalement les États-Unis, le Canada, l'Australie et l'Argentine. L'analyse conclut que cette croissance satisfera la demande alimentaire mais ne réduira pas de façon importante le nombre de personnes sous-alimentées.

La hausse de l'exportation des produits alimentaires par les pays industrialisés ne constitue pas une solution pour les 650 millions de personnes pauvres et sous-alimentées qui vivent en zone rurale. La plupart habitent des endroits où le potentiel agricole est faible et où les ressources naturelles sont peu abondantes (Leonard, 1989). Elles vivent également dans des régions qui souffrent de pénuries périodiques ou chroniques d'eau. L'accès à l'eau leur donne la possibilité de produire de la nourriture au niveau local, et, conséquemment, de générer de l'emploi et des revenus en quantité suffisante et de façon assez fiable pour satisfaire les besoins locaux tout au long de l'année, y compris durant les années qui ne sont pas favorables à l'agriculture (Conway, 1999a).

Une récente analyse de l'IFPRI portant sur les trois scénarios de la Vision mondiale de l'eau conclut également que le commerce international des produits alimentaires augmentera rapidement pour différentes raisons (Rosegrant et Ringler, 1999). Si l'agriculture ne connaît pas une expansion rapide, l'accroissement du commerce proviendra en grande partie des contraintes qu'imposera l'eau dans le domaine de la production alimentaire. Selon les deux autres scénarios, qui font appel à un éventail de mesures pour accroître la production alimentaire dans les régions où l'on prévoit un déficit, l'intensification du commerce ne pourra découler que d'une accélération de la croissance économique dans les pays en développement. Celle-ci entraînera une hausse de la demande alimentaire qui sera supérieure à la hausse de la production au niveau local.

David Seckler a souligné que l'intensification du commerce sera vraisemblablement jugulée par la nécessité de payer les importations avec des devises étrangères (IWMI, 2000). En raison de la forte concurrence, il n'est pas réaliste d'espérer que tous les pays destineront leurs maigres ressources à la production de cultures offrant un fort rapport économique. Le scénario de l'IWMI tient pour acquis que la croissance du commerce se fera au même rythme que celle de la consommation alimentaire actuelle, et représentera une hausse

- **Réalimentation de l'eau souterraine**
- **Collecte de l'eau de pluie**
- **Tarification des services d'eau**
- **Reddition de comptes des gestionnaires aux utilisateurs**

Encadré 3.2 Techniques de culture de tissus et de sélection à partir de gènes marqueurs

La plupart des nouvelles variétés résultent de techniques de culture de tissus et de sélection à partir de gènes marqueurs. Une variété de riz obtenue par culture de tissus, qui porte le nom de La Fen Rockefeller, que lui a donné le phytogénéticien chinois qui l'a conçue, accroît les rendements de 15 à 25 % dans les exploitations agricoles de la région de Shanghai. Des scientifiques de l'Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest ont utilisé une autre culture pour croiser du riz asiatique à haut rendement avec du riz africain traditionnel. Cela a donné un nouveau type de plante qui ressemble au riz africain, au début de sa croissance (il pousse dans des conditions sèches et peut faire de l'ombre aux mauvaises herbes), mais il ressemble davantage à du riz asiatique lorsqu'il atteint sa maturité, ce qui lui permet de donner des rendements élevés avec peu d'intrants.

Dans le cadre d'une autre découverte notable, des scientifiques ont annoncé récemment qu'ils avaient réussi à augmenter la teneur en vitamine A dans une nouvelle variété de riz, appelée « riz doré » ; cette découverte importante aidera à pallier la carence en vitamine A qui est l'une des principales causes de cécité.

La sélection à partir de gènes marqueurs sert, en ce qui concerne le riz, à pyramider deux ou plusieurs gènes afin qu'ils résistent au même agent pathogène, à accroître le délai de résistance et à accumuler plusieurs gènes pour favoriser la tolérance à la sécheresse. Durant quelque temps encore, il s'agira sans doute de l'application biotechnologique la plus productive pour les céréales.

Source : Conway, 1999a.

maximum de 30 à 40 % des volumes échangés (IWMI, 2000).

Développement de la biotechnologie appliquée à l'agriculture

Selon Conway (1999a), il est indispensable d'appliquer les dernières découvertes de la biotechnologie, dont le génie génétique, la culture de tissus et la sélection à partir de gènes marqueurs (qui a recours à des techniques d'analyse de l'ADN pour constater la transmission délibérée d'un gène à un semis issu d'un croisement; encadré 3.2), si l'on veut :

- hausser le plafond des rendements;
- réduire l'utilisation excessive de pesticides;
- augmenter la valeur nutritive des produits alimentaires de base;
- procurer aux agriculteurs dont les terres sont les moins favorisées des variétés qui sont en mesure de mieux tolé-

rer la sécheresse, la salinité et le manque d'éléments nutritifs du sol.

On doit en effet percevoir la biotechnologie comme un élément de ce que Conway (1999b) a qualifié de « double révolution verte ». Celle-ci se manifeste par des approches écologiques en vue d'une agriculture durable, d'une plus grande participation des agriculteurs aux stades de l'analyse, de la conception et de la recherche, et de l'application de la biotechnologie moderne aux besoins des pauvres vivant dans les pays en développement, particulièrement ceux qui se trouvent dans les régions sujettes à la sécheresse.

Les spécialistes ne sont pas d'accord pour dire que la biotechnologie offre des possibilités d'accroître la production alimentaire. Seckler, par exemple, ne s'attend pas à ce que cette science apporte une contribution de plus de 5 à 10 % à la production alimentaire mondiale au cours des 25 prochaines années (IWMI, 2000). Conway (1999a) croit, cependant, que durant les 10 prochaines années nous assisterons probablement à des progrès plus importants, comme l'introduction de plusieurs gènes dans le but d'augmenter le rendement ou de faciliter l'application de certains moyens de production. On devra également accorder la priorité à la mise au point de cultures transgéniques qui tolèrent la sécheresse.

Il conclut que même si les avantages de la biotechnologie peuvent être considérables, il faudra les accompagner de quelques mesures essentielles. Les agriculteurs pauvres vivant dans les zones favorables à la sécheresse n'adopteront sûrement pas ces cultures, à moins que les semences leur soient fournies gracieusement ou à peu de frais. Cela exigera des investissements publics importants, par les gouvernements et les bailleurs de fonds, dans les domaines de la recherche et de la distribution des semences ainsi que du conseil technique. Et ces efforts devront se concentrer sur des cultures, comme le manioc, le riz de plateau, le maïs africain, le sorgho et le millet, qui sont des produits alimentaires de première nécessité pour les gens qui vivent dans des régions sujettes à la sécheresse et qui ont besoin d'une plus grande stabilité de rendement tout autant que de rendements accrus.

La culture de plantes transgéniques, dont l'ampleur est extrêmement variable dans diverses parties du monde, a différentes incidences selon les continents. En Amérique du Nord, les cultures transgéniques sont déjà plus nombreuses que certaines autres cultures. En Europe, le refus du public de les

La collecte de l'eau de pluie offre la possibilité de décentraliser la gestion communautaire des ressources en eau.

accepter peut provoquer une baisse des importations de produits alimentaires, une hausse connexe du prix des aliments et de la demande en eau pour produire la nourriture localement, ainsi que des différends commerciaux entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Dans les pays en développement, l'adoption des cultures transgéniques sera vraisemblablement très variable, causant des différends entre les pouvoirs publics et les sociétés privées détentrices de brevets pour de nombreuses nouvelles variétés. Les pays en développement doivent avoir accès à ces techniques et être en mesure de faire des choix (encadré 3.3).

Accroissement du stockage

L'accroissement du stockage de l'eau, à savoir de la rétention des eaux de crue jusqu'au moment où elles doivent servir des fins humaines, demeure un élément essentiel de la gestion des ressources en eau dans toutes les régions, particulièrement en Asie du Sud où un gros pourcentage des crues annuelles provient d'un nombre restreint d'inondations. La meilleure stratégie consiste à combiner le stockage dans les aquifères, les réservoirs et les microstructures traditionnelles avec celui dans les petits et grands barrages en amont.

Construction de barrages

De nombreux grands barrages — ceux dont la hauteur excède 15 mètres, selon la Commission internationale des grands barrages (CIBG) — ne font pas particulièrement l'objet de controverses. L'*International Hydropower Association* (IHA, Association internationale d'hydroélectricité) estime qu'environ 300 grands barrages se construisent chaque année, c'est-à-dire pas beaucoup plus que le nombre nécessaire pour remplacer le stock mondial de 39 000 grands réservoirs et un nombre considérablement plus faible que celui des barrages construits entre 1960 et 1980.

Les nouveaux barrages ont perdu de leur popularité dans les pays membres de l'OCDE au cours des deux dernières décennies. Mais environ 70 % du potentiel hydroélectrique de ces pays a déjà été exploité et peu d'éléments incitent à accroître les zones agricoles, sauf pour augmenter l'exportation de produits alimentaires. La nécessité de disposer d'autres barrages est donc relative. L'avenir de ces infrastructures dans les pays membres de l'OCDE consiste sans doute autant à les mettre hors service qu'à en construire; par exemple, en servant des barrages et des réservoirs à des fins récréatives et environnementales autant qu'à des fins de développement économique.

Encadré 3.3 Les pays en développement n'ont pas les moyens de renoncer à la biotechnologie agricole

« On n'accorde pas assez d'attention aux effets des nouvelles techniques agricoles sur les pauvres et les affamés », affirme le directeur général de l'IFPRI, Per Pinstrup-Andersen, dans un article. En résumé, il mentionne que ces personnes vivent dans des pays en développement et qu'elles sont en voie de bénéficier, plus que n'importe qui, des avantages qu'offre la biotechnologie. Alors que les termes « Frankenbouffe » et « semences terminales » sont des mots à la mode dans les médias européens et s'emploient de plus en plus couramment aux États-Unis, les petits agriculteurs d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine doivent se demander pour quelles raisons on fait tant d'histoires. En ce qui les concerne, le houleux débat sur la biotechnologie agricole risque de les priver de l'immense possibilité d'améliorer leur vie.

Cette biotechnologie peut aider les agriculteurs des pays en développement à produire davantage, car elle permet de concevoir de nouvelles variétés de cultures qui tolèrent la sécheresse, résistent aux insectes et aux mauvaises herbes et sont en mesure de capter l'azote de l'air. La biotechnologie peut également permettre aux agriculteurs de produire des aliments plus nutritifs en augmentant la teneur en vitamine A, en fer et en d'autres nutriments dans la partie comestible des plantes.

Quelques sociétés privées qui centrent leurs activités sur l'agriculture dans les pays industrialisés, là où elles s'attendent au meilleur rendement de leurs investissements, réalisent la plus grande partie de la recherche biotechnologique. Les gouvernements doivent investir dans cette recherche afin d'aider les agriculteurs pauvres, et les secteurs public et privé doivent travailler de façon concertée. Le potentiel qu'offre la nouvelle technologie agricole est énorme, particulièrement pour les pauvres des pays en développement. Le fait de condamner la biotechnologie en raison des risques qu'elle représente sans avoir envisagé les autres risques que représente la persistance de la misère humaine provoquée par la faim, la malnutrition et la mortalité infantile n'est ni sage ni moral, tout comme ne peut l'être la poursuite de l'application de cette technologie sans l'imposition de limites en matière de biosécurité.

Source : *International Herald Tribune*, 28 octobre 1999.

Les nouveaux grands barrages ont également commencé à susciter des controverses dans les pays en développement, comme c'est le cas pour le réputé projet de Narmada en Inde et celui des Trois Gorges en Chine, en raison de leurs répercussions sur l'environnement et du déplacement de population qu'ils occasionnent. Il est possible d'atténuer ces répercussions, et le milieu des constructeurs de barrages a réalisé des travaux considérables afin de trouver des mesures éventuelles. Mais l'expérience acquise au cours de la mise en œuvre de ces mesures n'a pas convaincu ceux qui s'opposent aux barrages. D'ici peu, la Commission mondiale des barrages (CMB) énoncera des lignes directrices relatives aux conditions selon lesquelles l'ensemble des répercussions de ces infrastructures peuvent être avantageuses ou non.

- **Habilitation des collectivités**
- **Restructuration de la gestion des systèmes d'irrigation**
- **Valorisation des fonctions des écosystèmes**
- **Renforcement de la coopération dans les bassins internationaux**

Seule une petite partie de l'énergie hydroélectrique qu'il est économiquement possible de produire est déjà exploitée en Afrique (6 % de 1 000 terawatts-heure par année), en Asie (20 % de 3 600) et en Amérique latine (35 % de 1 600) (IHA, 1999). Les pays de ces régions peuvent refuser d'exploiter leur potentiel électrique de la même manière que les pays membres de l'OCDE (70 %), mais ils décideront sans doute que l'optimum social pour l'hydroélectricité est plus élevé que leur taux actuel de développement.

Réalimentation de l'eau souterraine

Le stockage de l'eau dans les aquifères est une solution qui s'impose compte tenu du surpompage d'eau souterraine en Chine, en Inde, en Afrique du Nord, aux États-Unis et ailleurs. La menace que représente ce surpompage aux yeux de ceux qui comptent sur l'eau pour assurer leur subsistance — et ceux qui dépendent de la nourriture produite avec cette eau (encadré 3.4) — est inquiétante. Il faut trouver au plus vite de nouvelles techniques et instaurer d'autres mécanismes institutionnels pour réalimenter les aquifères d'eau souterraine. Ces mécanismes comprennent une limitation de l'accès des utilisateurs et la mise en œuvre de mesures incitatives pour restreindre ou arrêter le surpompage. Deux solutions s'offrent, et la première consiste à délivrer des permis et à contrôler l'utilisation, ou reconnaître les droits d'utilisation et inciter les détenteurs de ces droits à conserver l'eau. La seconde solution est généralement plus efficace.

Pour mettre l'eau souterraine en évidence, il faudrait créer des zones de protection en prenant des mesures spéciales visant la réduction du captage et la réalimentation. Tous les groupes touchés par la « ruée vers l'eau souterraine » — et la rareté de l'eau, la dégradation des terres, la baisse de la qualité de l'eau et la mauvaise santé de la population — doivent participer aux activités destinées à relever les défis. Ils comprennent des groupes d'utilisateurs d'eau, des dirigeants politiques locaux et des représentants de la société civile, ainsi que des politiciens et des diplomates qui négocient avec des voisins pour réduire le captage de l'eau souterraine qu'ils partagent. Les médias et le grand public, qui ne savent pas que ce « compte d'épargne d'eau » est gravement dépourvu et menacé, doivent également participer de façon active.

Collecte de l'eau de pluie

La collecte de l'eau de pluie qui, sur le plan social, représente une alternative attrayante aux grandes constructions, offre la possibilité de décentraliser la gestion communautaire des ressources en eau. Mais la collecte de l'eau de pluie en amont réduit la quan-

Encadré 3.4 L'eau souterraine destinée à l'agriculture

L'une des plus formidables révolutions techniques dans le domaine de l'irrigation a été la mise au point des petites pompes. Des dizaines de millions d'entre elles pompent l'eau des aquifères pour irriguer les cultures. Étant donné que l'irrigation à l'aide de pompes permet d'obtenir de l'eau sur demande, le rendement de ce type d'irrigation peut être deux à trois fois supérieur à celui de l'irrigation par canalisations. En Inde, on a maintenant recouru à de l'eau souterraine pour la moitié de la superficie irriguée. Étant donné que l'irrigation permet de produire environ la moitié de la nourriture dans ce pays, un tiers ou plus de cette production dépend de ces modestes appareils et des aquifères qui les alimentent.

La situation est sensiblement la même dans les autres pays arides, et ce, même si presque partout dans le monde la nappe phréatique baisse à un rythme alarmant dans les régions qui dépendent de l'irrigation à l'aide d'eau souterraine. Dans les nombreux endroits de l'Inde et du Pakistan où l'on trouve le plus de pompes, la nappe phréatique baisse de deux à trois mètres chaque année. Cela n'est pas surprenant, puisque les pertes par évaporation d'une récolte type représentent environ 0,5 mètre de la hauteur de la nappe phréatique, et l'apport d'eau dans un aquifère est d'environ 0,1 mètre par mètre de hauteur. Si elle n'est pas réalimentée, la nappe phréatique baisse d'environ 5 mètres par récolte. La plupart de ces endroits reçoivent assez de précipitations pour réalimenter les aquifères, mais la plus grande partie ruisselle sans les réalimenter. Nous avons impérativement besoin de changer cette relation.

Il n'est pas exagéré de dire que la sécurité alimentaire que connaîtront la Chine, l'Inde, le Pakistan et de nombreux autres pays en 2025 repose en grande partie sur la façon dont ils gèrent l'eau souterraine. La réduction de l'irrigation par pompage n'est pas la solution, car elle ralentit l'agriculture la plus productive. La solution doit consister à réalimenter l'eau souterraine, mais elle n'est pas simple. En effet, personne n'a encore trouvé un moyen rentable de réaliser une telle chose à l'échelle requise. La seule idée plausible consiste à encourager, par des subventions si nécessaire, la culture en rizière, durant la saison des pluies, sur les terres qui se trouvent au dessus des aquifères les plus menacés. Les rizières, en raison des pertes élevées d'eau qu'elles occasionnent par percolation, sont inefficaces selon un point de vue traditionnel. Mais dans une optique de réalimentation de l'eau souterraine, elles sont utiles. Il s'avère que l'Inde s'est engagée précisément dans cette voie à l'égard de 180 000 hectares de terre au cours des dix dernières années.

Source : IWMI, 2000.

tité d'eau de ruissellement disponible pour d'autres intéressés, ou l'environnement, en aval (à moins de s'être déversée dans un bassin). La collecte de l'eau de pluie n'est pas non plus dépourvue d'un prix environnemental, car elle empêche l'eau d'arriver aux cours d'eau qui servent à l'irrigation (encadré 3.5).

De nouveaux réservoirs pourraient fournir de l'eau à bas prix, mais ils sont très coûteux pour l'environnement. L'eau souterraine constitue un excellent stock disponible sur demande, mais si elle n'est pas réglementée, elle peut facilement prêter à une surconsommation dont pâtiraient d'autres utilisateurs.



De nombreuses pratiques adoptées en vue d'améliorer la gestion de l'eau à des fins humaines seront également avantageuses pour les écosystèmes.

Encadré 3.5 Collecte de l'eau de pluie

La collecte de l'eau de pluie offre de formidables possibilités de satisfaire la demande en eau potable et en eau d'irrigation dans les régions pauvres des pays en développement, ainsi que de réalimenter les aquifères d'eau souterraine dont le niveau a baissé. La quantité totale d'eau de pluie sur une superficie d'un hectare et dans un milieu aride qui ne reçoit que 100 millimètres de précipitations par année est considérable, elle représente un million de litres par année.

Sur le subcontinent indien, la collecte de l'eau de pluie est une vieille tradition. La population compte sur la mousson qui fait tomber de grandes quantités de pluie durant des laps de temps très courts. Au fil des années, et depuis que les collectivités participent à la gestion de l'eau, cette tradition a commencé à se perdre. Mais elle donne des signes de renaissance dans des régions qui sont touchées par une déforestation aiguë et une gestion médiocre des terres. Ces changements environnementaux ont tellement bouleversé le cycle hydrologique que ces régions sont devenues très exposées à la sécheresse.

- Au cours des années 1970, deux villages de l'Inde très dégradés sur le plan écologique et très démunis sur le plan économique — Ralegan Siddhi, dans l'État de Maharashtra (où les précipitations annuelles varient de 450 à 650 millimètres), et Sukhomajri, dans l'État d'Haryana (avec des précipitations annuelles de 1 100 millimètres environ) — ont opté pour la collecte de l'eau. Le premier pour réalimenter l'eau souterraine, et le second pour la stocker en surface. En disposant d'une quantité supplémentaire d'eau, ces villages ont lentement amélioré et stabilisé leur production agricole et animale, et ils exportent maintenant de la nourriture au lieu d'en importer.
- Au milieu des années 1980, Tarun Bharat Sangh, une ONG travaillant dans le district d'Alwar, au Rajasthan, a incité le village de Gopalpura, exposé à la sécheresse, à faire revivre sa tradition de collecte de l'eau en captant l'eau de ruissellement. En 1998, la réussite qu'a connu ce

village en a poussé 650 autres se trouvant dans la zone exposée à la sécheresse à déployer des efforts similaires qui ont permis de faire remonter le niveau de l'eau souterraine, d'accroître et de stabiliser davantage les revenus en agriculture, et de réduire la migration due à la misère.

- Avec la construction de 238 structures par 70 villages en vue de recueillir l'eau au sein d'un bassin hydrographique, la rivière Arvari, longue de 45 kilomètres, coule maintenant toute l'année alors qu'elle ne le faisait que durant quelques mois auparavant, à l'époque de la mousson. La réalimentation accrue de l'eau souterraine rend la vie plus facile aux innombrables femmes qui vivent le long de la rivière. Les collectivités villageoises riveraines ont même formé un Parlement de la rivière afin de réglementer son utilisation et celle des ressources en eau souterraine du bassin.
- Impressionné par l'exceptionnelle réussite à Ralegan Siddhi, le ministre en chef de l'État de Madhya Pradesh, Digvijay Singh, a réédité cet effort dans 7 827 villages. Entre 1995 et 1998, le projet a touché près de 3,4 millions d'hectares de terres dans le cadre d'un programme hautement participatif destiné à développer le bassin et à y recueillir l'eau de pluie. Des comités villageois ont été mis sur pied pour exécuter le programme et faire de la gestion de l'eau un mouvement populaire.
- La collecte de l'eau n'est pas seulement valable pour les villages pauvres. On en fait la promotion dans le quartier de Sumida, à Tokyo, pour réduire les crues urbaines, et dans la ville indienne de Chennai (appelée anciennement Madras) pour réalimenter les aquifères qui deviennent salins en raison du surpompage et de l'eau de mer. Le dernier terminal de l'aéroport de Francfort, construit en 1993, capte 16 000 mètres cubes d'eau de pluie, à l'aide de son vaste toit, pour des fins qui requièrent une eau de moindre qualité, notamment le nettoyage, le jardinage et l'évacuation des toilettes.

Source : Agarwal, 1999.

Chaque solution envisagée réclame donc une évaluation complète de ses avantages et désavantages. Dans la plupart des cas, la meilleure solution consisterait à combiner l'utilisation de l'eau de surface avec celle de l'eau souterraine, en comptant sur un éventail de solutions pour l'entreposage.

Réforme des institutions chargées de gérer les ressources en eau

Dans la gestion des ressources en eau, le plus grand défi continue d'être d'ordre institutionnel. La volonté politique doit modifier le processus décisionnel pour que toutes les parties intéressées y participent, particulièrement les femmes, pour qu'elles soient habilitées à gérer leurs propres ressources. La gestion publique et privée de l'eau ne peut s'améliorer que par un renforcement de la reddition de comptes, de la transparence et de la primauté du droit.

Tarification des services d'eau

Comme il en est question à un autre endroit dans le présent rapport, le fait d'offrir de l'eau à bas prix, ou gracieusement, n'est pas la mesure incitative la plus appropriée envers les utilisateurs. Le prix des services d'eau doit être établi en fonction du coût total pour tous les utilisateurs, ce qui signifie tous les coûts reliés à l'exploitation et à l'entretien, ainsi que les coûts d'investissements, au moins pour les utilisateurs domestiques et industriels. La satisfaction des besoins fondamentaux en eau doit se faire à un prix abordable pour tous, mais cela peut s'effectuer plus efficacement qu'en mettant de l'eau à la disposition de tous les utilisateurs, et ce, à un prix très inférieur au coût. La tarification de l'eau constituera une mesure incitant le secteur privé à participer, le grand comme le petit, le national comme l'international. Elle offre la possibilité de donner à ce secteur la dynamique dont il a besoin, par exemple, des fonds pour la recherche et le développement.

- **Étapes d'une coopération fructueuse**
- **Soutien à l'innovation**

Reddition de comptes des gestionnaires aux utilisateurs

Une gestion axée sur le service oblige les gestionnaires à répondre aux besoins des utilisateurs. Cela exige l'établissement d'une dépendance mutuelle — telle que l'échange de services — qui peut prendre diverses formes, notamment des conventions de services. Celles-ci énoncent en détail les services à fournir; les paiements au titre des services; la vérification de la prestation des services; les conséquences, pour les parties, découlant du non-respect des conventions; les règles d'arbitrage des différends.

Les besoins et les attentes des utilisateurs en matière de services seront influencés par le prix qu'ils devront payer pour obtenir ces services, plus particulièrement s'ils doivent payer le coût total. En reconnaissant que les services peuvent être fournis de différentes manières avec différents niveaux de technologie et à différents coûts, la gestion axée sur le service réclame un mécanisme qui permettra de veiller à ce que les services dont les utilisateurs ont besoin soient fournis au coût le plus bas possible. Pour que ce type de gestion soit efficace, il faut également instaurer des conditions, entre autres des processus de consultation, des relations de service non ambiguës, une administration transparente et des mécanismes de reddition de comptes.

Habilitation des collectivités, des femmes et des hommes

L'essence de la Vision pour le 21^e siècle — la Vision sectorielle de l'eau pour la population — consiste à centrer la planification et l'action sur l'initiative de la population et sa capacité d'autosuffisance. L'eau et l'hygiène sont des besoins humains fondamentaux, et l'hygiène est une condition préalable. La reconnaissance de ces éléments peut permettre d'instaurer des systèmes qui encouragent la participation réelle de femmes et d'hommes disposant de moyens d'action, et améliorent les conditions de vie de tous, particulièrement celles des femmes et des enfants.

La Vision pour le 21^e siècle, en fonction de son approche préconisant un développement axé sur la population, considère chaque foyer comme le principal catalyseur de changements, le premier stade de la planification et de la gestion des services environnementaux. Des changements dans un foyer ou dans le voisinage peuvent avoir des effets sur la coopération et l'action des collectivités et des autorités locales — et, ensuite sur les mesures prises par les autorités dans les districts ainsi qu'aux niveaux étatique, national et international.

Une nouvelle alliance, au niveau local, entre la population, les ONG et les organismes chargés de l'eau peut faire beaucoup pour que la Vision mondiale de l'eau se réalise. Les programmes d'action communautaire pourraient comprendre :

- L'instauration de programmes d'action au niveau des bassins hydrographiques qui prévoient la collaboration de la population locale avec les ONG et les établissements de recherche afin de favoriser la conservation des ressources et une plus grande autonomie.
- La constitution de conseils locaux qui se chargent des problèmes de pollution et de remise en état des ressources en eau.
- La création d'organisations au niveau des bassins afin de gérer l'eau de façon intégrée.
- La construction de puits de réalimentation de l'eau souterraine en vue d'approvisionner plus adéquatement les villages et de mieux gérer les aquifères.
- La mise en relation de la prévention des catastrophes avec l'action communautaire.
- Le déploiement d'efforts d'assistance en cas de sécheresse qui donnent lieu à l'exécution de travaux et à la distribution de vivres.
- Le recours à l'action communautaire pour lutter contre les maladies d'origine hydrique.
- La surveillance locale de la qualité de l'eau, la sélection des cultures et le contrôle de la qualité des produits arrosés avec des effluents.

Restructuration de la gestion des systèmes d'irrigation

Cette restructuration de la gestion des systèmes d'irrigation, qui vise à procurer un plus grand nombre d'avantages aux pauvres, implique une variété de réformes techniques et institutionnelles. La participation des pauvres au dialogue sur les aspects prioritaires de ces systèmes peut ouvrir la voie à de nouvelles idées dont bénéficieront toutes les parties intéressées. Les nouvelles approches qui offrent des possibilités comprennent :

- *Amélioration de la conception et de l'exploitation.* Des consultations qui donnent lieu à une participation active

La hausse de la productivité dépendra en très grande partie de l'innovation que susciteront tant la recherche fondamentale que la diffusion à grande échelle et le cautionnement des résultats de cette recherche.

peuvent révéler des inégalités dans la distribution de l'eau et permettre de trouver des moyens d'améliorer le rendement. De telles consultations peuvent s'avérer particulièrement utiles durant les périodes où l'eau est rare, lorsque que les pauvres et les femmes ont vraiment des difficultés à se procurer de l'eau pour arroser les cultures. Par exemple, une attitude souple à l'égard des droits de cultiver peut permettre de « déplacer » l'irrigation sur d'autres terres au cours de la saison où l'eau est rare.

- **Extension aux pauvres de la distribution de nouvelles ressources en eau.** Lorsque l'on améliore l'approvisionnement en eau à la suite d'une remise en état, il est possible d'accorder des droits relatifs à l'eau aux pauvres ou à ceux qui ne disposent pas de systèmes d'irrigation. Le Népal et le Pérou en sont des illustrations.
- **Établissement de liens entre le transfert de la gestion de l'irrigation et l'amélioration des services.** Les programmes de transfert de la gestion de l'irrigation offrent aux petits agriculteurs et aux femmes de nouvelles possibilités d'être représentés dans ce cadre. Cette participation peut donner lieu à une nouvelle distribution de l'eau par rotation qui est plus équitable pour les premiers comme pour les derniers utilisateurs des systèmes d'irrigation et qui considère les besoins domestiques comme un objectif légitime.
- **Réforme des droits relatifs à la terre et à l'eau.** Certains pays ont entrepris une nouvelle répartition, à grande échelle, des droits relatifs à la terre et à l'eau, à l'intention des petits agriculteurs et des travailleurs agricoles, en fragmentant d'importants avoirs. Mais les motifs économiques et politiques d'une telle réforme sont choses du passé. Il faut maintenant compter sur une politique qui aide les pauvres, particulièrement les groupes autochtones et les minorités ethniques, qui défend leurs droits dans une optique de regroupement des droits relatifs à l'eau et de transferts sectoriels qui découlent des politiques économiques en vigueur. Là où ces droits ont été répartis, à nouveau ou pour la première fois, cette répartition devrait viser tous les utilisateurs, à savoir les femmes et les hommes, les propriétaires terriens et les travailleurs agricoles sans terre.

Valorisation des fonctions des écosystèmes

L'eau est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement, et ces trois éléments doivent être gérés

ensemble et non distinctement. Les collectivités saisissant rarement cette relation, il faut tout d'abord les sensibiliser. Ensuite, il est possible de réaliser la durabilité en entreprenant des recherches au niveau local sur le bassin hydrographique, en éduquant le public et en gérant collectivement les bassins hydrographiques et les bassins fluviaux. Dans le cadre du processus de planification relatif à l'eau, chaque groupe d'intervenants doit envisager quelle quantité d'eau il doit consacrer au milieu naturel. Une législation nationale devrait prescrire une telle démarche, comme c'est le cas en Australie et en Afrique du Sud. On peut recourir à des modèles qui aident à prendre des décisions en analysant attentivement l'expérience qu'ils permettent d'acquérir en vue d'appliquer les leçons que l'on a tirées partout de cette expérience, et en tenant compte de la connaissance autochtone et des approches locales en matière de gestion de l'eau.

Il faut intensifier la recherche afin de mieux comprendre comment fonctionnent les écosystèmes et valoriser les services qu'ils rendent. De récentes évaluations montrent les services que les systèmes d'eau douce rendent à l'échelle mondiale (bassins hydrographiques, aquifères et terres humides), notamment dans des domaines comme la lutte contre les inondations, l'irrigation, l'industrie, les loisirs et le transport fluvial, et le montant de ces services est de l'ordre de plusieurs milliards de dollars par année (Costanza, 1997; Postel et Carpenter, 1997). Ces données permettront d'évaluer avec précision les répercussions de l'utilisation des ressources en eau et du développement sur les écosystèmes, particulièrement ceux des régions tropicales (encadré 3.6). L'intégration doit accorder une place de premier plan au bassin fluvial, parce qu'il représente une échelle adéquate de gestion, et ce, des forêts situées dans les bassins hydrographiques en amont des zones côtières touchées par l'afflux de l'eau des rivières dans les terres humides, les lagunes et les écosystèmes de mangroves. Les liens entre la gestion des ressources en eau et celle des zones côtières sont nombreux, mais ils sont souvent ignorés ou mal saisis (Rijsberman et Westmacott, 1997). Une intégration accrue de la gestion peut comprendre les mesures suivantes :

- Laisser dans les écosystèmes la quantité d'eau nécessaire pour qu'ils puissent fonctionner adéquatement.
- Protéger les terres humides et les plaines d'inondation afin de tirer parti des crues saisonnières et de stocker l'eau en cas de très grosses crues.

Encadré 3.6 Évaluation des avantages de l'utilisation des plaines inondées dans le nord du Nigeria

Des évaluations récentes ont permis de constater que les pratiques traditionnelles offraient de plus grands avantages que les cultures irriguées dans la plaine d'Hadejia-Jama'are, dans le nord du Nigeria. Le bois de chauffe, les cultures de décrue, la pêche et l'élevage produisent 32 \$ par 1 000 mètres cubes d'eau, comparativement à 0,15 \$ pour l'irrigation. Cette évaluation est importante, parce que la moitié des terres humides de cette région sont déjà perdues à cause de la sécheresse et de la présence de barrages en amont. Il n'est pas conseillé de retenir le projet visant à dériver davantage l'eau pour pratiquer une agriculture irriguée à grande échelle.

Même si l'on ne tient pas compte des services qu'elles rendent, par exemple, aux habitats fauniques, les terres humides sont plus précieuses dans leur état actuel qu'après avoir été converties en vastes terres agricoles irriguées. Quelles conclusions doit-on en tirer? Lorsqu'on analyse les coûts et les avantages en tenant compte de la valeur des biens et services que procure un écosystème, il est moins profitable d'instaurer des programmes de développement à grande échelle que d'améliorer la gestion des écosystèmes encore intacts.

Source : Barbier et Thompson, 1998.

- Protéger les forêts et en replanter dans les bassins versants en amont, particulièrement dans les régions montagneuses.
- Instaurer le traitement complet des effluents, par les entreprises industrielles et les municipalités, ainsi que l'application du principe du « pollueur payeur ».
- Protéger les ressources en eau contre le ruissellement sur les terres agricoles.
- Créer des zones de protection de l'eau souterraine.
- Remettre en état les régions dégradées afin que les écosystèmes y retrouvent leurs fonctions (au moyen, notamment, de la reforestation, de la restauration des terres humides, de la reconstitution des populations de poissons).

De nombreuses pratiques adoptées pour gérer l'eau utilisée à des fins humaines seront également avantageuses pour les écosystèmes. Il s'agit, en autres, de règles régissant le pompage et le partage de l'eau, les changements dans la culture et l'irrigation qui permettent d'économiser l'eau à d'autres fins, et le retour aux anciennes techniques communautaires de collecte et de stockage de l'eau. D'autres mesures comprennent la réduction des nutriments grâce au stockage du fumier sur les fermes, la lutte contre l'envasement en rédui-

sant l'érosion en amont, la planification combinée de la production d'hydroélectricité et de l'irrigation des terres en saison sèche, et la réduction de la pollution provenant de l'agriculture et de l'industrie. Les écosystèmes seront surtout protégés par une gestion intégrée des ressources terrestres et hydriques, bassin par bassin, ainsi que par une tarification des services d'eau en fonction du coût total et des réformes des méthodes de gestion de la distribution d'eau et de l'évacuation des eaux usées

Renforcement de la coopération dans les bassins internationaux

Presque la moitié de la population mondiale habite dans près de 300 bassins fluviaux internationaux — des rivières qui traversent les frontières nationales et dont les ressources sont partagées. Dans l'histoire des peuples et des pays, d'innombrables exemples montrent que ceux-ci ont conclu des accords régissant le partage de ces ressources internationales. Il existe également de nombreux cas de différends concernant l'eau, particulièrement en période de sécheresse ou de rareté accrue. En fait, des gens ont prévu une multiplication des guerres dues à l'eau comme la conclusion ultime de tels différends.

Cependant, l'expérience montre que le partage des ressources en eau peut résulter de la coopération plutôt que de ces différends.

Pour que la Vision mondiale de l'eau se réalise vraiment, il est primordial d'instaurer la coopération dans les bassins internationaux. Mais ce n'est pas facile, comme le montrent les trente années de négociation qu'il a fallu pour conclure la *Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation*. Il est assez triste de voir, après toutes ces années, qu'il est improbable que cette convention soit ratifiée par un nombre suffisant de pays pour pouvoir entrer en vigueur.

Il semble que le mieux que nous puissions faire soit de mettre l'accent sur la manière de sensibiliser davantage les pays et de renforcer ensuite leur coopération à l'égard des eaux internationales. Pour que cette coopération soit fructueuse, elle devra traverser les étapes suivantes :

- *L'établissement de la confiance*. Les pays qui partagent des cours d'eau internationaux commencent habituellement par établir une coopération technique de faible

envergure qui vise un échange ou une collecte conjointe de données. Les séances des commissions fluviales internationales, tout autant que les rencontres régulières de représentants nationaux et un peu de secrétariat technique, servent généralement ces fins.

- **La coopération.** À mesure que la confiance mutuelle s'installe, que certaines questions semblent toucher toutes les parties et qu'une action concertée peut permettre de les traiter plus efficacement, la coopération s'accroît graduellement au point où les pays participants ressentent le besoin de mener une telle action ou d'affecter davantage de ressources.
- **Les accords internationaux.** Après des années de coopération fructueuse, il faut habituellement entreprendre de longues négociations pour conclure des accords bilatéraux ou régionaux. Ces accords visent rarement la gestion générale intégrée (envisagée en théorie) des ressources en eau, mais plutôt des domaines particuliers comme l'hydroélectricité, la navigation ou l'environnement. Lorsque les intérêts des pays en amont et en aval divergent de façon marquée sur des questions précises, il n'est pas rare qu'un accord se conclue dans un cadre élargi englobant le commerce transfrontalier ou d'autres éléments permettant que cet accord serve les intérêts de chacune des parties.
- **Le droit international et le règlement extrajudiciaire des différends.** Lorsque les pays concluent des accords internationaux, ils peuvent régler les différends en recourant à des mécanismes officiels (le droit judiciaire ou international) ou à des mécanismes de règlement des différends (la médiation ou l'arbitrage).

Soutien à l'innovation

Étant donné que nous ne disposons que d'une quantité limitée de ressources en eau et que la population et la demande augmentent sans cesse, l'utilisation durable de l'eau dépend, au bout du compte, de notre capacité d'augmenter sa productivité au moins aussi rapidement que la demande s'accroît. La hausse de la productivité dépendra en très grande partie de l'innovation que susciteront tant la recherche fondamentale que la diffusion à grande échelle et le cautionnement des résultats de cette recherche.

Un élément clé de l'innovation sera la connaissance accrue, dans l'ensemble de la population, des enjeux que l'eau occa-

sionne, ainsi que l'éducation et la formation de gens capables d'apporter les changements qui s'imposent, c'est-à-dire le renforcement des capacités dans le secteur de l'eau. Si l'on veut mobiliser des ressources pour le renforcement des capacités et la recherche, il est crucial d'accorder à l'eau sa vraie valeur. Et pour ce faire, il faut la tarifier. Lorsque l'eau sera adéquatement valorisée, les utilisateurs et les producteurs seront incités à la conserver et à investir dans l'innovation. Même si la tarification de l'eau est considérée comme le principal moyen d'attirer le secteur privé, un grand nombre d'aspects du bien collectif que constituent les ressources en eau continueront de réclamer un soutien au moyen de fonds publics. Ces activités s'étendent des recherches sur les cultures d'aliments de première nécessité dans les pays en développement à la découverte de traitements pour les maladies tropicales. Et elles sont importantes pour les populations qui vivent dans des marchés trop restreints pour que la recherche soutenue par des fonds privés soit financièrement attrayante.

Notes

1. Les références des travaux cités dans le présent rapport, de même que les scénarios et les simulations réalisés dans le cadre de l'exercice de la Vision mondiale de l'eau, sont exposés en détail dans le document accompagnant ce rapport intitulé *World Water Scenarios: Analysis* (Rijsberman, 2000).
2. Pour obtenir de plus amples détails sur ces questions, on peut consulter les scénarios et les modèles mentionnés dans la note 1, ainsi que les trois principales visions sectorielles sur lesquelles se fonde la suite de ce rapport, dans les documents suivants : *A Vision of Water for Food and Rural Development* (Hofwegen et Svendsen, 1999); *Vision 21: A Shared Vision for Water Supply, Sanitation and Hygiene and a Framework for Future Action* [Water Supply and Sanitation Collaborative Council (WSSCC), 1999]; *Vision for Water and Nature: Freshwater and Related Ecosystems—The Source of Life and the Responsibility of All* [Union mondiale pour la nature (UICN), 1999].
3. La productivité est un meilleur indicateur que l'efficacité. Le fait d'accroître l'efficacité dans les champs ou sur la ferme pourrait n'offrir aucun avantage. Et l'efficacité au niveau du bassin ne doit pas nécessairement être maximisée, car elle diminue la quantité d'eau qu'il reste pour satisfaire d'autres fins et les besoins de l'environnement en aval. Il est possible d'augmenter la productivité en produisant davantage avec la même quantité d'eau, en consacrant l'eau à des cultures ayant un fort rapport économique, ou en passant d'une utili-

sation à une autre pour retenir celle qui donne à l'eau sa plus haute valeur marginale. En fait, l'accroissement de la productivité de l'eau d'irrigation n'a pas résulté d'une meilleure technologie ou d'une meilleure gestion de l'irrigation, mais d'une hausse du rendement des cultures grâce à des semences et des fertilisants améliorés (IWMI, 2000).

4. Trois modèles ont été fréquemment utilisés aux cours des simulations de la Vision : WaterGAP, mis au point à l'université de Kassel, en Allemagne (Alcamo et coll., 1999); IMPACT, mis au point par l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), à Washington, D.C. (Rosegrant et Ringler, 1999); PODIUM, mis au point par l'*International Water Management Institute* (IWMI) en 2000, à Colombo, au Sri Lanka. En outre, l'outil d'élaboration de scénario conçu par le *Stockholm Environment Institute*, le Polestar, a servi à dissocier les hypothèses d'un scénario mondial à l'égard de dix-huit régions.

5. Les données sur les ressources en eau renouvelables en 1995 et sur leur utilisation au niveau national sont tirées des travaux de Shiklomanov (1999).

6. Le scénario intermédiaire de l'Organisation des Nations Unies (ONU), qui a été révisé en 1998, a inspiré le scénario

fondé sur le maintien du statu quo (ONU, 1999). En 2025, plus de 80 % de la population mondiale, soit 6,6 milliards de personnes, habiteront des pays en développement. Par ailleurs, la population mondiale sera plus âgée et plus urbaine. Quelque 84 % de la population des pays développés et 56 % de celle des pays en développement vivront en zone urbaine, et un grand nombre dans des « mégacités » (des villes comptant plus de dix millions d'habitants). Les scénarios tenant compte de la technologie, de l'économie et du secteur privé se fondent sur le scénario intermédiaire de l'ONU moins 2 %. Quant au scénario tenant compte des valeurs et des modes de vie, il a pour base le scénario modéré de l'ONU.

7. Les systèmes d'irrigation avec rétrocontrôle acheminent vers les champs une quantité plus ou moins grande d'eau selon les instructions que leur donnent les agriculteurs en se fondant sur les besoins, alors que les systèmes d'irrigation ordinaires sont programmés pour acheminer de l'eau vers les champs à des moments et en quantités prédéterminés.

8. Rareté de la production : Il s'agit d'une situation qui ne se caractérise pas par une rareté physique de l'eau mais par de graves déficits en céréales alimentaires occasionnés par l'absence d'expansion de la superficie irriguée.

Tableau annexe 3.1 Éléments des trois scénarios de la Vision mondiale de l'eau pour 1995 à 2025

Élément	Maintien du statu quo	Technologie, économie et secteur privé (dans un cadre de maintien du statu quo)	Values and lifestyles (relative to de maintien du statu quo)
Démographie			
Population	7,8 milliards (6,6 milliards dans les pays en développement).	À peu près identique.	7,3 milliards (6,2 milliards dans les pays en développement).
Croissance de la population	1,2 % (1,4 % dans les pays en développement).	Identique ou légèrement inférieure (en raison d'une hausse de la mortalité).	1,05 % (1,1 % dans les pays en développement).
Urbanisation	61 % d'urbanisation (56 % dans les pays en développement).	À peu près identique.	À peu près identique.
Pressions exercées par la migration des pays en développement vers les pays développés	Fortes.	Plus fortes (ainsi que l'ampleur des obstacles).	Faibles.
Technologie			
Technologie de l'information	Disponible de partout et utile pour gérer l'eau de façon plus efficace.	Identique.	Disponible de partout et utile pour gérer l'eau de façon plus efficace et plus rentable.
Biotechnologie	Disponible de partout et utile pour obtenir de nouvelles variétés de culture	Disponible de partout et utile pour obtenir de nouvelles variétés de culture avec un rendement plus élevé de l'eau utilisée.	Disponible de partout et utile pour obtenir de nouveaux systèmes écologiques de culture et pour purifier l'eau.
Efficacité de l'utilisation de l'eau	Plus grande, particulièrement dans les régions arides.	Beaucoup plus grande.	Plus grande que si l'on maintient le statu quo, mais plus faible qu'avec le scénario tenant compte de la technologie, de l'économie et du secteur privé.
Pollution de l'eau	Moins de pollution par unité.	Plus faible, principalement dans les pays développés et les économies émergentes.	Lower still
Nouvelles cultures résistant à la sécheresse, aux insectes et à la salinité	Utilisation modérée et controversée.	Mise au point et diffusion massives de nouvelles variétés qui règlent en grande partie le problème de l'eau dans le domaine agricole.	Identique, mais combinée à l'écotechnologie et une intégration dans les nouveaux systèmes agricoles.
Hygiène	Dans les pays en développement, les investissements augmentent plus lentement que la population.	Identique.	Dans les pays en développement, les investissements augmentent plus vite que l'ensemble de l'économie; recours à l'écotechnologie.
Dessalement	Disponible de partout.	Encore moins cher.	Identique.
Économie			
Volume de production	80 billions de dollars (40 billions dans les pays en développement).	30 % de plus, mais principalement dans les pays développés et les économies émergentes.	90 billions de dollars (60 billions dans les pays en développement).
Structure de production	Dématérialisation graduelle; croissance de l'agriculture en chiffres absolus.	Faible dématérialisation dans les pays en développement; croissance de l'agriculture, en termes absolus et relatifs, dans les pays en développement.	Croissance rapide de l'économie de l'immatériel.
Infrastructure hydrique (disponibilité et état)	Croît au même rythme que l'économie.	Privatisée, croît plus vite que l'économie	Croît plus vite que l'économie.
Commerce	Universel.	Quelques pays ou régions sont exclus des marchés mondiaux.	Universel et réglementé de façon stratégique.
Société			
Modes de vie et préférences culturelles	Convergent avec ceux d'aujourd'hui dans les pays développés.	Mêmes préférences, mais les modes de vie divergent dans les pays développés et les pays en développement.	Convergent, dans les pays développés et les pays en développement, vers des modes de vie moins axés sur la consommation, contrairement à ce qui se produit actuellement dans les pays développés.
Pauvreté	La pauvreté absolue persiste et la pauvreté relative diminue.	La pauvreté absolue diminue et les inégalités se multiplient.	La pauvreté absolue est éradiquée.
Inégalités économiques	Nombreuses et en hausse.	Très nombreuses et en hausse.	Réduites graduellement.
Environnement			
Changement climatique envisagé	Plus grande variabilité et passage à l'agroécologie.	Un peu moins.	Moins grâce à une lutte acharnée contre la pollution atmosphérique.
Maladies d'origine hydrique	Hausse graduelle.	Baisse graduelle.	Seulement dans des secteurs restreints.
Salinisation	Hausse graduelle.	Baisse importante.	Interrompue.
Épuisement et pollution de l'eau superficielle et souterraine	Hausse graduelle.	Stopped; water withdrawals reduced to sustainable levels	Stopped; water withdrawals reduced to sustainable levels
Intégrité et santé des écosystèmes aquatiques	Hausse graduelle.	Interrompus; les prélèvements d'eau sont ramenés à des niveaux favorisant la durabilité.	Interrompus; les prélèvements d'eau sont ramenés à des niveaux favorisant la durabilité.
Gestion publique			
Institutions	Insuffisantes pour régler les différends; gravement perturbées.	Manque de leadership au niveau mondial.	Création d'institutions adéquates et solides, objectifs partagés et vaste participation.
Domination du marché	Universelle.	Identique.	Universelle mais réglementée.
Structure du pouvoir (international et national)	Asymétrique en devenant tranquillement davantage pluraliste.	De plus en plus asymétrique.	Beaucoup plus pluraliste.
Différends	Très nombreux et en hausse.	Identique.	Pratiquement aucun.
Mondialisation	Accélérée.	Accélérée mais inégale.	Identique.

Source : Rijsberman, 2000.

Tableau annexe 3.2 Hypothèses des trois scénarios de la Vision mondiale de l'eau

Variable	Groupes de pays ou régions	Maintien du statu quo	Technologie, économie et secteur privé	Valeurs et modes de vie
Population en 2025	Pays membres de l'OCDE À revenu intermédiaire	Scénario intermédiaire de l'ONU Scénario intermédiaire de l'ONU	Scénario intermédiaire de l'ONU Scénario intermédiaire de l'ONU moins 2 %	Scénario modéré de l'ONU Scénario modéré de l'ONU
	Les moins développés	Scénario intermédiaire de l'ONU	Scénario intermédiaire de l'ONU moins 2 %	Scénario modéré de l'ONU
Ampleur de l'utilisation non rationnelle de l'eau en 2025 ^a	Généralisée.	Peut dépasser 70 %.	Peut être inférieure à 70 %.	Inférieure à 70 %.
Degré d'exploitation des ressources en eau en 2025 ^b	Ensemble des ressources.	Illimité.	Illimité.	Moins de 60 %.
		<i>Total annuel</i>	<i>Total annuel</i>	<i>Total annuel</i>
Croissance du produit intérieur brut (PIB) de 1995 à 2000	Europe de l'Ouest	2,10 %	3,32 %	1,53 %
	Europe de l'Est	1,89 %	1,42 %	4,37 %
	Communauté des États indépendants (CEI)	2,15 %	2,13 %	5,13 %
	Mer d'Aral	2,17 %	2,34 %	4,50 %
	Amérique du Nord	2,10 %	3,32 %	0,98 %
	Amérique centrale	1,77 %	1,12 %	5,18 %
	Amérique du Sud	1,95 %	1,80 %	4,07 %
	Afrique du Nord	2,06 %	4,07 %	6,73 %
	Afrique du Sud	1,69 %	3,54 %	5,20 %
	Afrique de l'Est	1,83 %	3,77 %	5,92 %
	Afrique de l'Ouest	1,96 %	3,92 %	6,11 %
	Afrique centrale	1,92 %	3,74 %	5,18 %
	Moyen-Orient	1,40 %	1,31 %	3,89 %
	Chine	4,20 %	4,02 %	7,69 %
	Asie du Sud	3,49 %	3,81 %	6,65 %
	Asie du Sud-Est	2,98 %	3,35 %	6,01 %
Japon	0,96 %	2,17 %	0,12 %	
Australie	2,05 %	3,27 %	1,21 %	
Croissance de la superficie irriguée de 1995 à 2025	Monde	1,5 %	25 %	5 %
		(0,22 % au Brésil, en Inde et en Turquie)	Base de l'IWMI ajustée.	Base de l'IWMI ajustée.
Croissance de la superficie de la culture céréalière de 1995 à 2025	Monde	0,36 %	0,31 %	0,16 %
Croissance du rendement de la culture céréalière irriguée de 1995 à 2025	Pays membres de l'OCDE	0,88 %	1,50 %	1,50 %
	À revenu intermédiaire	1,00 %	1,80 %	2,30 %
	Les moins développés	0,79 %	1,00 %	2,30 %
Croissance du rendement de la culture céréalière non irriguée de 1995 à 2025	Pays membres de l'OCDE	0,30 %	0,60 %	0,40 %
	À revenu intermédiaire	0,30 %	0,45 %	0,80 %
	Les moins développés	0,30 %	0,30 %	1,00 %
Croissance de l'efficacité de l'irrigation	Pays membres de l'OCDE	10 %	20 %	30 %
	À revenu intermédiaire	10 %	20 %	30 %
	Les moins développés	10 %	10 %	30 %

a. Proportion de l'eau évaporée par rapport à l'approvisionnement primaire.

b. Proportion de l'approvisionnement primaire par rapport aux ressources en eau utilisables.

Source : Rijnsberman, 2000.

