



eau
et
agriculture

produire plus avec moins d'eau



eau
et
agriculture

produire plus avec moins d'eau

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Rome, 2002

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou, par courrier électronique, à copyright@fao.org

© FAO 2002

Avant-propos

L'eau et la sécurité alimentaire sont étroitement associées. Près de 800 millions de personnes souffrent de la faim dans le monde et une grande partie d'entre elles vivent dans des régions qui manquent d'eau. La FAO était pleinement consciente, lors du lancement de son Programme spécial pour la sécurité alimentaire en 1994 (PSSA), que l'accès restreint à l'eau entravait souvent considérablement l'augmentation de la production alimentaire.

Il est essentiel pour l'avenir de déterminer si la pénurie d'eau freinera la production alimentaire au cours des prochaines décennies. Nombreux sont ceux qui prétendent avoir la réponse: ils font valoir que notre monde dispose de quantités d'eaux renouvelables fixes, qui ne peuvent être augmentées, et que par conséquent les ressources en eau par habitant s'amenuisent au fur et à mesure de la croissance démographique et de la multiplication des aspirations des populations; ils allèguent en outre qu'une grande partie des ressources mondiales en eau est imprudemment gaspillée dans des aménagements d'irrigation, dont un large pourcentage est tributaire de taux de prélèvements élevés et non viables à partir des ressources souterraines.

C'est ainsi que les documents optimistes sur l'avenir des ressources mondiales en eau sont aussi rares qu'un orage dans le désert. La présente publication ne peut se comparer à un tel orage mais ressemble plutôt à une pluie modérée (souvent préférable pour l'agriculture). Son message essentiel se résume ainsi: au cours des 30 prochaines années, il devrait être possible d'accroître de 34 pour cent les surfaces irriguées effectives dans les pays en développement en n'augmentant les quantités d'eau nécessaires que de 14 pour cent.

Comment est-ce possible? Il y a deux explications:

– d'abord, l'évolution des habitudes alimentaires des habitants de certains pays en développement contribue à valoriser l'eau utilisée pour faire croître les plantes. Le riz, par exemple, est une culture qui exige beaucoup d'eau puisqu'elle en consomme environ 2 fois plus par hectare que le blé. Si les gens mangent moins de riz et plus de blé, les besoins en eau d'irrigation peuvent être diminués. Les effets de cette tendance, quoique modestes, pourraient se faire sentir d'ici 2030;

– ensuite et surtout, l'efficacité de l'utilisation des eaux d'irrigation pourrait augmenter considérablement au cours des 30 prochaines années, et passer de 38 pour cent en moyenne à environ 42 pour cent. Une analyse de la FAO portant sur 93 pays en développement montre que leurs prélèvements en eau pour l'agriculture s'élevaient approximativement à 2 128 km³ par an en 1998. En portant le taux

d'irrigation à 42 pour cent – et nous sommes convaincus que cet objectif est réalisable si toutes les parties conjuguent leurs efforts et utilisent les technologies actuelles – nos calculs indiquent qu'en 2030, des prélèvements en eau de 2 420 km³ seulement suffiraient pour irriguer une superficie cultivée nette plus vaste d'un tiers que les surfaces actuelles.

Malgré cette conclusion généralement optimiste, il ne faut pas oublier que plusieurs pays voient déjà leurs ressources en eau se raréfier considérablement et que de nombreux autres connaissent de graves pénuries dans certaines de leurs régions. Il faudra dans les prochaines années s'intéresser davantage à la situation de ces pays et de ces régions, où le potentiel de l'irrigation devra augmenter de beaucoup plus que de 4 pour cent.

L'amélioration de l'efficacité de l'irrigation – soit l'augmentation de la production pour chaque mètre cube d'eau investi – doit donc devenir l'une des premières priorités. La FAO compte s'investir au maximum dans l'aide aux pays qui luttent dans ce sens, une lutte dont la finalité est à la fois l'augmentation de la disponibilité en eau et l'amélioration de la sécurité alimentaire.



Table des matières

Les ressources en eau à l'échelle mondiale	1
L'utilisation de l'eau en agriculture	2
La production et la sécurité alimentaire	4
Surexploitation et exploitation abusive	6
Crues et sécheresses	8
L'avenir	10
L'homme et l'eau	12
Amélioration de la production pluviale	14
Amélioration de la production irriguée	16
Amélioration de la réglementation des eaux	20
Vers un avenir meilleur	22



Les ressources en eau à l'échelle mondiale

Notre planète disposerait d'environ 1 400 millions de km³ d'eau, dont 35 millions de km³ (2,5 pour cent) d'eau douce.

Répartition de l'eau à l'échelle mondiale

	Volume d'eau (millions de km ³)	Pourcentage d'eau douce	Pourcentage de la quantité totale d'eau
Quantité totale d'eau	1 386		100,00
Eau douce	35	100,0	2,53
Glaciers et calottes glacières	24,4	69,7	1,76
Eaux souterraines	10,5	30,0	0,76
Lacs, rivières, atmosphère	0,1	0,3	0,01
Eaux salées	1 351		97,47

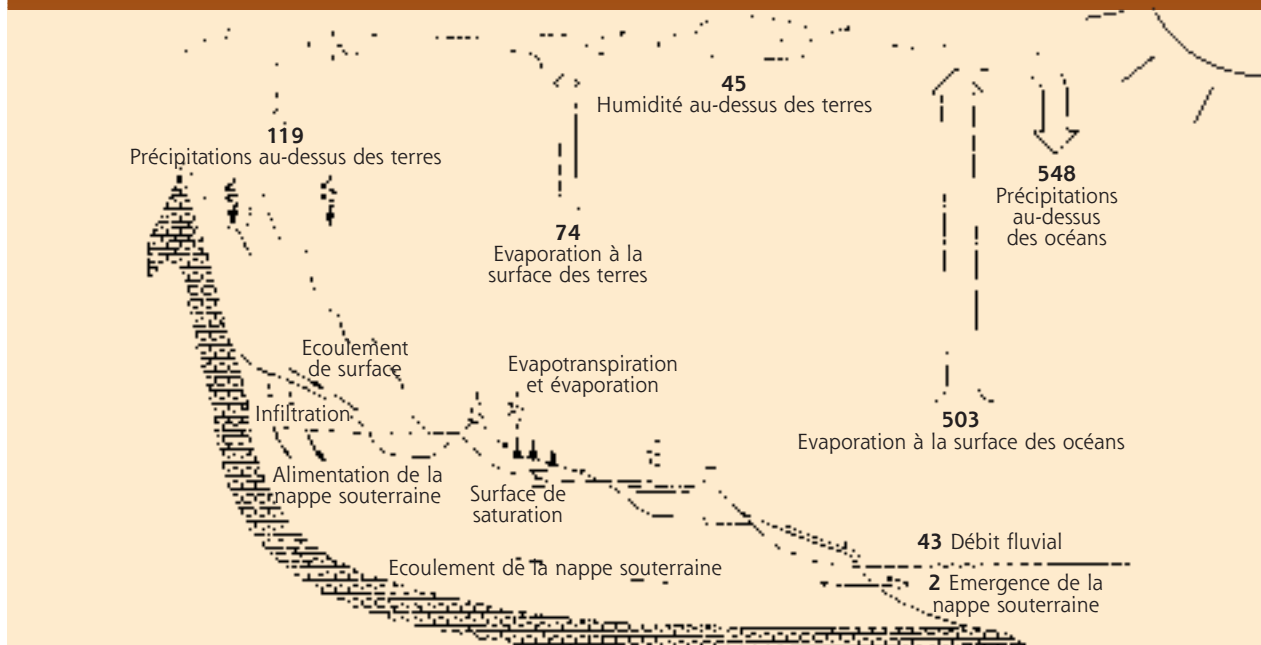
Les grandes quantités d'eau douce contenues dans les calottes glacières et les glaciers et dans les sols en profondeur ne sont pas accessibles et ne peuvent donc pas être utilisées. L'eau douce utilisable provient essentiellement des précipitations tombées sur le continent au cours du cycle hydrologique (voir figure ci-dessous). L'eau est continuellement recyclée du fait de l'évaporation provoquée par l'énergie solaire. C'est ainsi que le cycle hydrologique consomme plus d'énergie par jour que l'humanité tout entière depuis le début de son histoire.

Les précipitations annuelles au-dessus des terres s'élèvent en moyenne à 119 000 km³, dont 74 000 km³ s'évaporent dans l'atmosphère. Les 45 000 km³ restants s'écoulent dans les lacs, réservoirs et cours d'eau ou s'infiltrent dans le sol et réapprovisionnent

les nappes souterraines. Ils représentent ainsi ce que l'on appelle communément les «ressources en eau». En fait ce n'est qu'une partie de ces 45 000 km³ qui est accessible ou utilisable car partie de l'eau s'écoule dans des rivières inaccessibles ou est absorbée par les inondations saisonnières. Il ne resterait donc que 9 000 à 14 000 km³ d'eau économiquement viables pour la consommation humaine, soit une goutte d'eau dans l'océan par rapport à la totalité des quantités d'eau dont dispose notre planète.

Les prélèvements annuels en eau pour la consommation humaine s'élèvent à environ 3 600 km³. Il faut laisser une partie des eaux de surface suivre son cours naturel pour assurer la dilution des effluents et la protection des écosystèmes aquatiques. La proportion exacte d'eau qu'il faut laisser s'écouler dans une rivière varie selon le moment de l'année et un ensemble de facteurs propres à chaque bassin fluvial. Bien qu'il y ait encore des progrès à faire dans la compréhension des écosystèmes complexes des rivières, le débit minimum à conserver dans le cours d'eau a été évalué à 2 350 km³ par an. En ajoutant ce chiffre à la quantité d'eau prélevée pour la consommation humaine, on parvient à un total de 5 950 km³ de ressources en eau douce facilement accessibles et déjà revendiquées. Les projections démographiques et les prévisions de besoins en eau futurs indiquent que la situation devient de plus en plus précaire. L'eau et les populations étant inégalement réparties, certains pays et certaines régions sont déjà en position critique. Le nombre de régions qui dans le monde souffrent d'une pénurie d'eau douce ne cesse d'augmenter et les usagers se disputent de plus en plus l'accès à l'eau.

Cycle hydrologique indiquant les débits volumétriques annuels en milliers de km³



Produire plus avec moins d'eau



L'utilisation de l'eau en agriculture

A l'heure actuelle, environ 3 600 km³ d'eau douce sont prélevés pour la consommation humaine, soit l'équivalent de 580 m³ par habitant et par an. Le graphique à bandes ci-contre montre que l'agriculture est de loin le plus grand consommateur d'eau dans toutes les régions du monde sauf l'Europe et l'Amérique du Nord, puisque 69 pour cent des prélèvements mondiaux lui sont imputables, la consommation des collectivités urbaines (municipalités) totalisant environ 10 pour cent et

Estimation des prélèvements mondiaux en eau (en km³ par an, m³ par habitant et pourcentage du total des prélèvements)

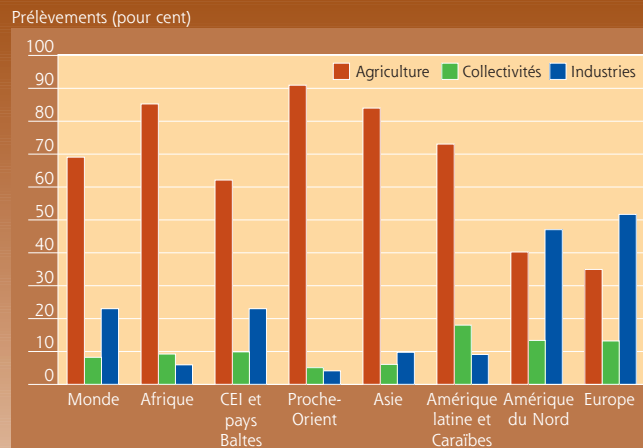
	1950	1995
Agriculture		
prélèvements	1 100	2 500
par habitant	437	436
pourcentage du total	79	69
Industries		
prélèvements	200	750
par habitant	79	131
pourcentage du total	14	21
Municipalités		
prélèvements	100	350
par habitant	40	61
pourcentage du total	7	10
Total		
prélèvements	1 400	3 600
par habitant	556	628
pourcentage du total	100	100

Note: valeurs arrondies.

l'industrie 21 pour cent. Il est important de faire la distinction entre l'eau prélevée et l'eau réellement consommée. Environ la moitié des 3 600 km³ d'eau prélevés annuellement est consommée par évaporation et évapotranspiration des plantes. A l'opposé, l'eau prélevée mais non consommée retourne aux rivières en s'écoulant en surface ou s'infiltrant dans le sol pour être stockée dans les nappes souterraines. Toutefois, elle est généralement de moins bonne qualité que l'eau prélevée. L'irrigation consomme une grande partie de l'eau extraite (souvent la moitié ou plus) du fait de l'évaporation, de l'absorption et de la transpiration des plantes, l'autre moitié réapprovisionnant les nappes souterraines, accroissant le ruissellement de surface ou se perdant sous forme d'évaporation improductive.

Jusqu'à 90 pour cent de l'eau prélevée pour la consommation des collectivités urbaines retournent aux rivières et aux nappes souterraines sous forme d'eaux usées. Quant aux industries, elles ne consomment normalement qu'environ 5 pour cent de l'eau qu'elles prélèvent. Les eaux usées évacuées par

Prélèvements en eau par région et secteur

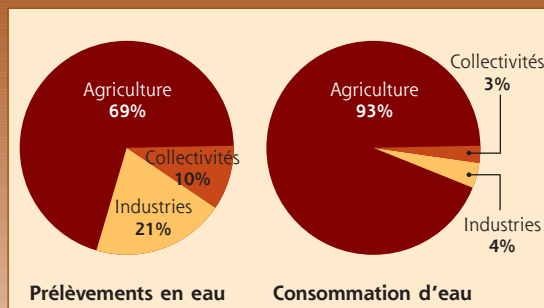


les systèmes d'égouts des collectivités et des industries doivent être traités avant d'être rejetées dans les rivières et éventuellement réutilisées, mais elles sont souvent très polluées.

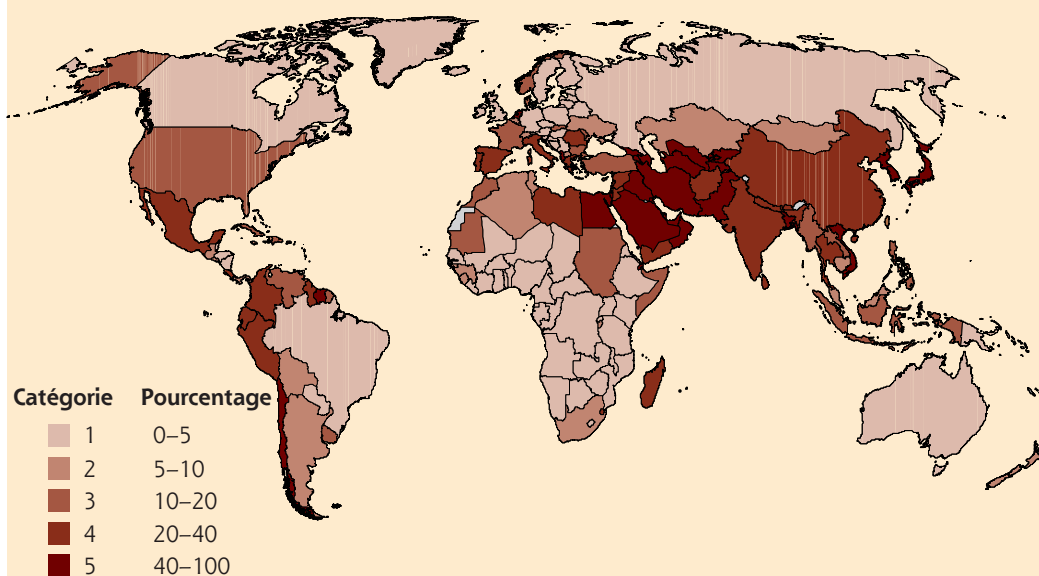
Les chiffres donnés pour les prélèvements en eau pour l'agriculture ne tiennent pas compte des eaux de pluie directement employées dans l'agriculture pluviale. En fait, la quantité d'aliments produits par l'utilisation directe des eaux de pluie est plus importante que la production issue de l'utilisation des eaux d'irrigation – et même l'agriculture irriguée utilise des volumes importants d'eaux de pluie.

Ces valeurs soulignent le rôle important de l'agriculture dans le défi qu'il nous faut relever, à savoir qu'il nous faut employer les eaux dont nous disposons sur la terre pour satisfaire les besoins de sa population croissante. Les cultures exigent de 1 000 à 3 000 m³ d'eau par tonne de céréales récoltée. Le même rapport peut être exprimé de la manière suivante: il faut de 1 à 3 tonnes d'eau pour faire pousser 1 kg de riz. Une bonne gestion des terres peut considérablement diminuer la quantité d'eau nécessaire pour produire une tonne de céréales, qu'il s'agisse d'agriculture pluviale ou irriguée.

Prélèvements en eau et consommation d'eau pour les trois principaux secteurs utilisateurs (1995)



Les zones aménagées pour l'irrigation en pourcentage des terres cultivées (1997)

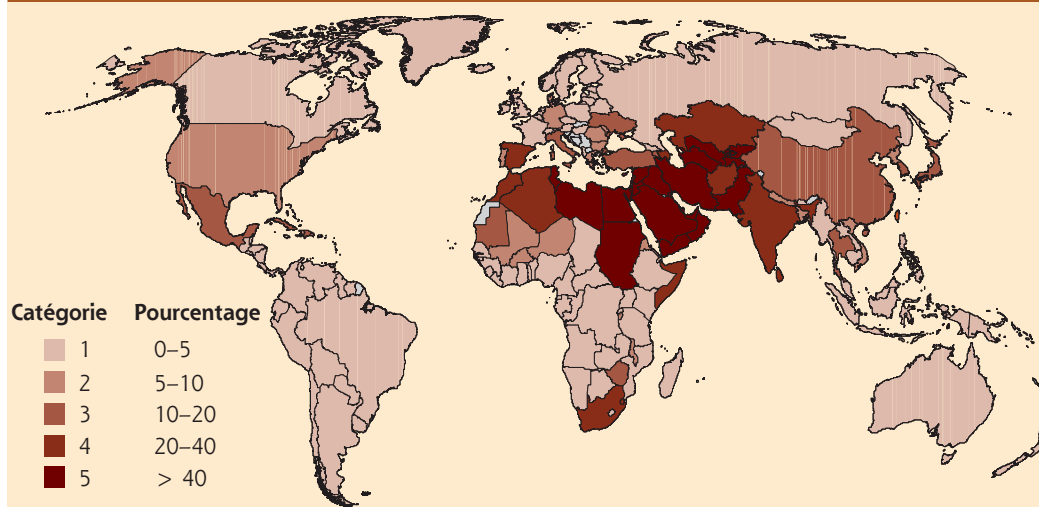


Cette carte indique les pays où l'irrigation joue un rôle extrêmement important (5^e catégorie) et majeur (4^e catégorie) dans l'agriculture. L'irrigation est peu utilisée dans les zones septentrionales tempérées et en Afrique subsaharienne.

Bien qu'il y ait beaucoup à faire pour augmenter la productivité de chaque mètre cube d'eau utilisée en agriculture pluviale, c'est l'agriculture irriguée, essentiellement tributaire des eaux superficielles ou souterraines, qui focalise aujourd'hui l'attention. La carte ci-dessus montre que de nombreux pays en développement recourent massivement à l'irrigation. Une analyse de la FAO portant sur 93 pays en développement montre que 18 d'entre eux utilisent l'agriculture irriguée sur plus de 40 pour cent de leurs terres cultivées, et que 18 autres pays irriguent entre 20 et 40 pour cent de leur terres arables (FAO, *World Agriculture: Towards 2015/2030 – en cours d'édition*).

Inévitablement une utilisation aussi intensive de l'eau pour l'agriculture fragilise les disponibilités en eau. La carte ci-dessous indique que 20 pays sont dans une situation critique où plus de 40 pour cent de leurs ressources renouvelables en eau sont utilisées pour l'agriculture. Un pays peut être considéré comme subissant un stress hydrique s'il prélève plus de 20 pour cent de ses ressources renouvelables en eau. Selon cette définition, 36 des 159 pays en question (23 pour cent) connaissaient déjà un stress hydrique en 1998.

Les prélèvements en eau pour l'agriculture en pourcentage de la totalité des ressources renouvelables en eau (1998)



Carte des 93 pays en développement indiquant où les prélèvements pour l'agriculture sont dangereusement élevés (5^e catégorie) et où ils révèlent un stress hydrique (4^e catégorie).

La production et la sécurité alimentaire

Près d'un milliard de personnes vivent à l'heure actuelle dans des conditions dites de pauvreté absolue, avec un revenu inférieur à un dollar des Etats-Unis par jour.

La plupart souffrent d'un état de faim chronique. Dans les pays en développement, plus d'un enfant sur quatre a un poids insuffisant, une proportion qui passe à un enfant sur deux dans les plus pauvres de ces pays. Ces enfants sont très exposés aux maladies, et nombreux sont ceux qui ne parviennent jamais à l'âge adulte: dans les pays en développement, la malnutrition est la cause profonde de plus de la moitié de la mortalité infantile. Quant aux survivants, qui deviennent adultes, ils se retrouvent aux prises avec un avenir souvent marqué par la faim, l'impossibilité de se loger, l'analphabétisme et le chômage.

La faim n'est pas une situation normale: elle est la conséquence de l'activité humaine (ou plutôt de son absence) et, dans un monde qui peut produire une alimentation suffisante pour chacun, elle a pour origine première la pauvreté. Plus surprenant, il a été constaté qu'au début des années 90, près de 80 pour cent de tous les enfants souffrant de malnutrition vivaient dans des pays en développement produisant des surplus alimentaires.

Bien que le nombre de personnes victimes de la faim ait diminué d'environ 5 pour cent depuis le début des années 90, presque 800 millions de personnes souffriraient encore de la faim dans les pays en développement et environ 30 millions dans les autres pays. L'accroissement de la population et l'amplification de l'exode rural vers les zones urbaines vont rendre la lutte contre la faim encore plus difficile qu'elle ne l'est aujourd'hui.

L'enjeu consiste à augmenter la sécurité alimentaire en

garantissant à chaque ménage un accès réel à une quantité suffisante d'aliments pour tous ses membres et en lui donnant l'assurance que cet accès sera maintenu. Cela signifie non seulement qu'un pays doit disposer de suffisamment d'aliments, mais aussi que ses habitants ont les moyens de les acheter. Il existe plusieurs manières d'améliorer la sécurité alimentaire, on peut accroître la production alimentaire et la productivité locales, augmenter les importations alimentaires en garantissant la régularité et la sécurité, offrir davantage d'emplois et de revenus à ceux qui sont trop pauvres pour acheter les aliments dont ils ont besoin, et améliorer les systèmes de distribution des aliments.

L'autosuffisance alimentaire, c'est-à-dire la satisfaction de tous les besoins alimentaires par la production nationale, a constitué par le passé un objectif gouvernemental couramment adopté par de nombreux pays. Elle présentait l'avantage de réserver les devises à l'achat d'autres marchandises qui ne pouvaient être produites sur place et de préserver les pays des fluctuations du commerce international et des incontrôlables variations de prix des denrées agricoles. Elle permettait également de garantir que le pays disposât en permanence de suffisamment d'aliments pour nourrir sa population. Enfin, dans quelques pays souffrant du manque d'eau, un certain nombre de facteurs politiques, dont en particulier un sentiment d'insécurité nationale (par exemple au Proche-Orient), militaient contre une trop grande dépendance des importations alimentaires.

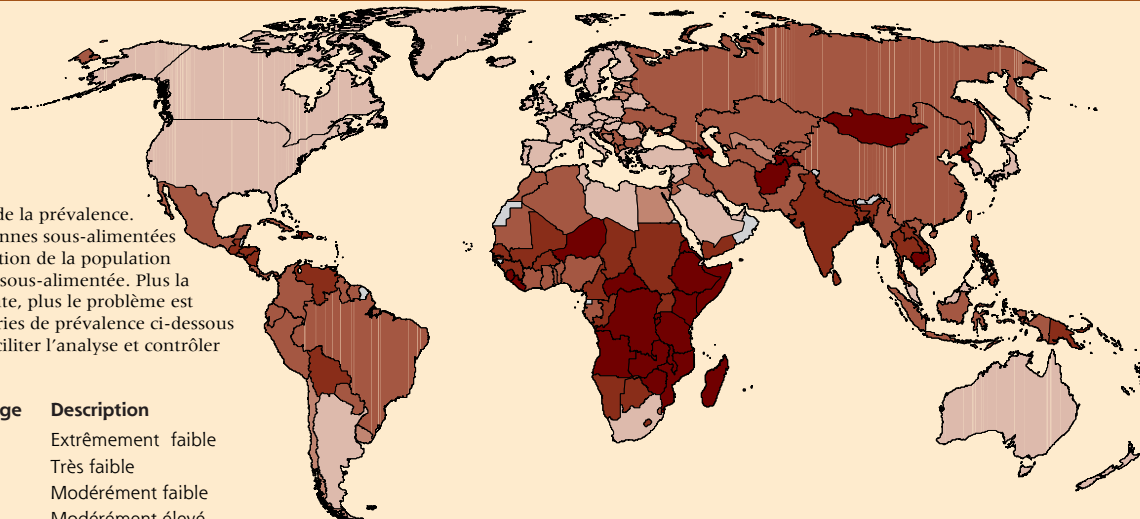
En pratique, les inconvénients étaient multiples. Dans les régions où l'autosuffisance alimentaire était difficile à atteindre, il suffisait de variations climatiques comme des tempêtes, inondations ou sécheresses pour rapidement rendre les nations dépendantes de l'aide humanitaire ou des importations alimentaires. Les pays arides payaient cher leur autosuffisance alimentaire du

Pourcentage de personnes sous-alimentées par pays (1997-1999)

Mesure et surveillance de la prévalence.

La prévalence des personnes sous-alimentées se mesure par la proportion de la population totale d'un pays qui est sous-alimentée. Plus la prévalence est importante, plus le problème est étendu. Les cinq catégories de prévalence ci-dessous ont été définies pour faciliter l'analyse et contrôler leur évolution

Catégorie	Pourcentage	Description
1	< 2,5	Extrêmement faible
2	2,5-5	Très faible
3	5-20	Modérément faible
4	20-35	Modérément élevé
5	> 35	Très élevé



fait qu'un fort pourcentage des ressources en eau et en terres disponibles était voué à l'irrigation, privant ainsi les collectivités et les industries des volumes d'eau relativement faibles dont elles avaient besoin pour prospérer. Certains pays ont surexploité leurs nappes souterraines pour extraire l'eau nécessaire à la production de leurs propres céréales et ont ainsi accumulé d'importants déficits hydriques.

La tendance s'est aujourd'hui inversée et l'autosuffisance alimentaire a été délaissée au profit d'un recours partiel aux importations de produits alimentaires. La pénurie d'eau due à l'accroissement rapide des populations, qui a entraîné une réduction des disponibilités en eau et en terre par habitant, est l'un des principaux facteurs responsables de cette évolution. En même temps, les besoins municipaux pesant sur des ressources en eau limitées n'ont cessé d'augmenter. Certains pays se sont également aperçus qu'il pouvait être plus avantageux de faire travailler la population active dans des industries autres que l'agriculture – en résumé, qu'il était plus facile et plus profitable de gagner des devises pour acheter des denrées alimentaires importées que de faire pousser des cultures exigeantes en eau.

L'importation d'aliments équivaut à l'importation d'eau sous forme condensée, c'est ce qu'on appelle parfois «l'eau virtuelle». Selon une récente étude de la FAO sur l'irrigation et les ressources en eau au Proche-Orient, il faudrait 86,5 km³ d'eau pour faire pousser l'équivalent alimentaire des quantités nettes d'aliments importés dans la région en 1994, un chiffre comparable au débit annuel du Nil à Assouan.

Il apparaît clairement que les pays souffrant de pénuries d'eau ont tout avantage à importer les aliments de base, comme les céréales, de régions disposant de surplus en eau, et à utiliser leurs propres ressources en eau limitées pour faire pousser des plantes à rapport économique élevé comme les fleurs coupées, les fraises et certains autres fruits. Les devises ainsi acquises peuvent alors financer l'importation de céréales.

Il importe toutefois de garantir aux pays confrontés à l'insécurité alimentaire et au stress hydrique des échanges équitables et sûrs avec les pays où l'eau est abondante. L'Organisation mondiale du commerce devrait inscrire au rang de ses priorités la mise en place de conditions sûres d'échange des aliments de base pour les pays souffrant d'un déficit hydrique.

Il existe toutefois des pays incapables d'atteindre l'autosuffisance alimentaire et qui ne peuvent exporter suffisamment pour se procurer les devises nécessaires à l'achat des produits alimentaires importés dont ils ont besoin. De la même manière, des particuliers peuvent ne pas disposer des moyens nécessaires pour acheter des aliments pour eux-mêmes et leurs familles, même si les marchés sont bien approvisionnés. Ce type de situation montre combien il est nécessaire de maintenir des programmes de développement rural

Le Programme spécial pour la sécurité alimentaire de la FAO

C'est en 1994 que la FAO a lancé son Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA). Axé sur les pays à faible revenu et à déficit vivrier, celui-ci a été entériné au cours du Sommet mondial de l'alimentation de 1996. Son principal objectif est d'aider les pays à améliorer leur sécurité alimentaire à l'échelle nationale – grâce à une augmentation rapide de la productivité et de la production alimentaire, et en réduisant la variabilité annuelle de la production – de manière durable sur le plan économique et environnemental. Le Programme s'efforce de collaborer avec les exploitants agricoles et les autres partenaires intéressés pour définir les contraintes entravant la production alimentaire et leur trouver une solution et pour présenter des méthodes permettant d'accroître la production. Ce faisant, il ouvre la voie à l'amélioration de la productivité et de l'accès aux aliments. Le Programme est actuellement opérationnel dans 55 pays et en cours d'élaboration dans 25 autres. Dans les zones sujettes à la sécheresse, l'accès restreint à l'eau représente souvent une contrainte majeure à l'amélioration de la production alimentaire; c'est pourquoi les technologies de la petite irrigation, de la récupération de l'eau et d'amélioration de la gestion des eaux, en particulier en réduisant les pertes et en réutilisant les eaux usées ou drainées, sont des objectifs prioritaires du Programme.

orientés vers l'agriculture dans des régions telles que l'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud. Ces programmes ont pour mission de simultanément augmenter la productivité, diminuer la pauvreté et améliorer l'équité entre les sexes, trois facteurs décisifs de l'amélioration de la sécurité alimentaire.

Pour parvenir à la sécurité alimentaire, il faut également accroître au maximum la production alimentaire et la création d'emplois pour chaque mètre cube d'eau utilisée, qu'il s'agisse d'agriculture irriguée ou pluviale. L'agriculture irriguée a joué un rôle considérable pour l'augmentation de la production alimentaire au cours des dernières décennies, mais son apport total reste inférieur à celui de l'agriculture pluviale. Seuls 250 millions d'hectares environ (17 pour cent) des 1 500 millions d'hectares de superficies cultivées dans le monde sont irrigués. Ces 17 pour cent assurent toutefois près de 40 pour cent de la production alimentaire mondiale, alors que les 60 pour cent restants sont produits en agriculture pluviale. Dans les régions tropicales souffrant d'une pénurie d'eau comme l'Afrique subsaharienne, l'agriculture pluviale est pratiquée sur plus de 95 pour cent des terres cultivées, et demeurera la principale source de nourriture pour leurs populations en expansion.

Les méthodes permettant d'augmenter la productivité de l'agriculture pluviale et de l'agriculture irriguée sont exposées aux chapitres 8 et 9 ci-après.



Surexploitation et exploitation abusive

L'utilisation des ressources en eau douce laisse beaucoup à désirer, en particulier dans le domaine agricole. Dans certaines régions, ces ressources sont surexploitées, les volumes utilisés dépassant les volumes renouvelables, ce qui ne pourra se prolonger indéfiniment. Ailleurs, c'est le gaspillage qui prive d'eau d'autres zones, entraînant ainsi la baisse de la production agricole, conduisant à des pertes d'emplois. L'exploitation devient abusive lorsque l'eau propre prélevée retourne dans le système hydrologique dans un état inutilisable. Les eaux d'irrigation usées sont

souvent contaminées par des sels, des pesticides et des herbicides. L'industrie et les centres urbains rejettent aussi des eaux contaminées dans les eaux de surface et souterraines.

L'une des conséquences les plus évidentes de la surexploitation est le phénomène d'assèchement qui affecte certaines grandes rivières avant qu'elles n'atteignent la mer, parmi lesquelles le HuangHe, le Colorado et le Shebelli. L'Amou-Daria, qui alimente la mer d'Aral (voir encadré) a été entièrement détourné et ses apports utilisés pour l'irrigation des plantations de coton. En Chine, en 1997, durant une période totale de sept mois, le fleuve Jaune n'a pas atteint la mer (voir encadré page 9).

L'assèchement des rivières est un bon exemple de la surexploitation des ressources en eau douce, qui en un point donné se traduit par des privations en un autre. Il fut un temps où les deltas plats et fertiles de nombreuses rivières étaient les centres d'une production agricole abondante. Lorsque les rivières cessent de couler, l'eau d'irrigation disparaît, les agriculteurs cessent toute activité et la production locale n'est plus assurée.

Ces phénomènes sont généralement causés par le développement en amont. L'exploitation forestière, la construction de routes et l'agriculture en amont amplifient souvent l'érosion des sols, qui entraîne une sédimentation accrue. Cela provoque des inondations dans les zones situées à mi-parcours et une réduction des débits en aval. La sédimentation est aussi responsable de l'envasement des principaux réservoirs d'eau de la planète, qui contiendraient approximativement 6 000 km³ d'eau. Environ un pour cent de ce volume, soit l'équivalent de 60 km³, se perd actuellement chaque année à cause de la sédimentation.

L'agriculture irriguée a un impact considérable sur l'environnement. L'un des aspects positifs de cet impact est que l'irrigation à haute productivité d'une petite superficie peut souvent remplacer l'utilisation d'une surface beaucoup plus vaste de terres de faible rendement pour l'agriculture. L'extraction de l'eau d'irrigation des rivières et des lacs peut toutefois mettre en danger les écosystèmes aquatiques comme les terres humides et menacer ainsi leur productivité et leur diversité biologique. Les répercussions sont importantes pour les populations qui dépendaient auparavant de la pisciculture en eau douce dans ces zones; l'action naturelle filtrante des terres humides, qui depuis toujours purifient une grande partie des eaux usées de la planète, peut aussi être perturbée. Chaque fois que des terres humides ont été éliminées au profit de l'irrigation, on a déploré les résultats d'un tel bouleversement.

Les produits chimiques agricoles employés pour l'agriculture irriguée contaminent souvent



Bateau abandonné sur le sous-sol marin desséché de la mer d'Aral

L'assèchement de la mer d'Aral est l'une des plus grandes catastrophes écologiques de la planète. Avant 1960, 55 000 millions de mètres cubes d'eau se déversaient annuellement dans la mer d'Aral. Les prélèvements pour l'irrigation du coton et la construction de réservoirs de stockage de crue ont provoqué une diminution de la moyenne du débit entrant annuel qui, entre 1981 et 1990, est passé à 7 000 millions de mètres cubes. Le niveau de la mer a en conséquence baissé de 16 mètres entre 1962 et 1994 et le volume du lac s'est trouvé diminué des trois quarts. Des 24 espèces de poissons qui peuplaient la mer, 20 ont disparu et les prises de poisson qui atteignaient 44 000 tonnes par an dans les années cinquante et garantissaient 60 000 emplois se sont réduites à néant. Des mélanges toxiques de poussière et de sel émanant du sous-sol marin desséché se sont déposés sur les terres agricoles environnantes et endommagent ou détruisent les récoltes. Les faibles débits des rivières contiennent des sels concentrés et des produits chimiques toxiques qui rendent les eaux dangereuses pour la consommation et sont partiellement responsables des taux élevés de maladies diverses dans la région. Ceux qui continuent à y vivre ont perdu leurs principaux moyens d'existence et ceux qui sont partis sont devenus des réfugiés écologiques.



Peupliers irrigués avec des eaux d'égouts non traitées en Inde

l'écoulement de surface et les eaux souterraines. Le potassium et l'azote contenus dans les engrais appliqués aussi bien dans l'agriculture pluviale qu'irriguée peuvent être entraînés dans les eaux souterraines et/ou de surface, provoquant ainsi une prolifération d'algues et l'eutrophisation.

Il arrive également que l'irrigation concentre les sels qui se trouvent naturellement dans l'eau, lesquels retournent avec le débit recyclé dans les eaux souterraines ou dans les fleuves et rivières. Dans les régions arides, l'irrigation peut aussi lessiver des éléments toxiques naturellement présents dans les sols, tel le sélénium, et les rejeter dans les eaux souterraines et de surface. L'irrigation excessive peut également entraîner des engorgements qui diminuent considérablement les rendements.

Plus l'utilisation de l'eau s'intensifie, plus ces problèmes s'amplifient. A cela s'ajoute le fait que des sources non classiques doivent être exploitées quand l'approvisionnement normal en eau se tarit: on peut avoir à utiliser les eaux saumâtres et les effluents d'eaux d'égout pour l'irrigation, avec les risques que cela peut entraîner pour la santé humaine si leur emploi est mal géré.

De nombreux pays utilisent déjà plus d'eau que leur approvisionnement renouvelable ne le leur permet, et se trouvent donc en situation de déficit hydrique. Les déficits hydriques sont essentiellement la conséquence d'une exploitation des eaux souterraines plus intense que leur renouvellement. Il s'agit là réellement de

l'exploitation d'une ressource naturelle, et certains pays arides sont déjà largement tributaires de cette exploitation des ressources, en particulier pour l'irrigation (voir tableau ci-contre). Cette utilisation non durable des ressources ne saurait continuer encore longtemps.

L'utilisation excessive des eaux souterraines comme ressource pour la production alimentaire a de graves conséquences. Les nappes souterraines ont été surexploitées dans de nombreux pays et la baisse annuelle de ces nappes dans les principaux pays à déficit hydrique s'élèverait à environ 160 km³ d'eau. Cela signifie qu'approximativement 180 millions de tonnes de céréales, soit environ 10 pour cent de la récolte mondiale, seraient produites au moyen de prélèvements qui épuisent les ressources en eau non renouvelables. Paradoxalement, une proportion équivalente ou plus importante de la production alimentaire est menacée par la montée du niveau des nappes d'eau souterraines dans les zones irriguées où le drainage est insuffisant.

La surexploitation de nos ressources en eau limitées est exacerbée par le gaspillage qui se produit à presque tous les stades où l'homme intervient dans le cycle naturel de l'eau. L'irrigation est notoirement gaspilleuse: l'eau est gaspillée à presque toutes les étapes du cycle, par les fuites des canaux utilisés pour transporter l'eau d'irrigation, sur les terres non cultivées qui reçoivent inutilement d'importants volumes d'eau et au niveau des cultures pour lesquelles l'apport d'eau dépasse leurs besoins. L'amélioration de l'efficacité de l'irrigation, qui à l'heure actuelle est de moins de 40 pour cent, est un objectif crucial pour l'avenir.

Exploitation des eaux souterraines dans quelques pays

Pays	Exploitation en pourcentage des prélèvements totaux en eau
Koweït	46,5
Bahreïn	40,2
Malte	32,2
Emirats arabes unis	70,9
Qatar	14,9
Libye	90,0
Jordanie	17,5
Arabie saoudite	79,7

Source: *Water Resources of the Near East Region: a review* (FAO, Rome, 1997)

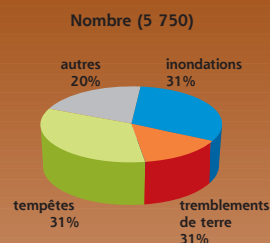


Crues et sécheresses

De tout temps les fléaux naturels que sont l'excès et la pénurie d'eau ont menacé l'agriculture. A l'heure actuelle, malgré les progrès considérables des connaissances en matière de météorologie, l'utilisation de satellites météorologiques et les techniques avancées de simulation de climat sur ordinateur, les agriculteurs sont plus exposés que jamais aux extrêmes climatiques. Ceux-ci risquent de se multiplier du fait du changement climatique, mais il existe d'autres raisons qui accroissent la vulnérabilité du secteur: les densités de peuplement augmentent; les terres de faible rendement servent de plus en plus à utiliser des cultures inappropriées, ce qui peut se traduire par l'érosion des sols et des crues soudaines; le déboisement a privé les terres escarpées de leur couverture végétale protectrice en les dénudant; les puissants équipements actuels permettent de dépouiller les terres de leur végétation d'une façon incomparablement plus rapide qu'auparavant; enfin, les pressions économiques qui ont poussé les agriculteurs à augmenter leur productivité grâce aux systèmes d'exploitation à haut niveau d'utilisation d'intrants les ont conduits à adopter des pratiques agricoles incertaines et non durables. Il s'avérera impossible de maximiser la production agricole à partir de ressources en eau limitées si des solutions ne sont pas trouvées aux problèmes qui accentuent les effets des catastrophes naturelles.

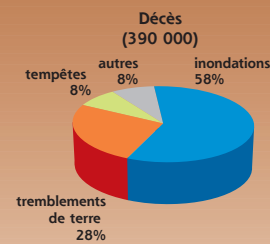
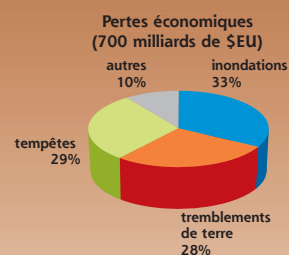
Selon les études effectuées par le Munich Re Group, il y a eu 3,2 fois plus de grandes catastrophes naturelles – notamment inondations, tempêtes et tremblements de terre – dans les années 90 que dans

Inondations et autres catastrophes naturelles dans le monde, 1988-97



Les graphiques circulaires montrent la grande fréquence des inondations et leurs effets croissants sur les populations humaines et l'économie.

Source: Munich Re Group, Annual Report on Natural Catastrophes, 1999, Munich, Allemagne.



les années 60 et elles ont entraîné 8,6 fois plus de pertes économiques. Le phénomène le plus frappant est l'augmentation de la fréquence et de la gravité des inondations et des coulées de boues qui souvent les accompagnent. Entre 1988 et 1997, les inondations ont représenté environ un tiers de toutes les catastrophes naturelles, causé plus de la moitié des décès occasionnés par les catastrophes et provoqué un tiers des pertes économiques totales entraînées par les catastrophes.

Le nombre de personnes gravement frappées par les inondations a beaucoup augmenté: on en compte plus de 130 millions entre 1993 et 1997. La détérioration de l'environnement a beaucoup contribué aux dévastations causées par les inondations, tout comme la pauvreté et la marginalisation, qui forcent souvent les personnes démunies à vivre dans des endroits inadéquats et exposés aux catastrophes.

La dégradation des sols est un facteur majeur de l'augmentation de l'impact des inondations et sécheresses sur les populations humaines et l'environnement. A l'heure actuelle, environ 70 pour cent des terres arides et un sixième de la population mondiale sont touchés par la dégradation des sols, qui frappe la plupart des régions du monde mais est particulièrement grave dans les zones semi-arides et sujettes à la sécheresse d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. La sécheresse et la désertification ont provoqué d'importantes migrations au Brésil et dans le Sahel, et au cours des trois dernières décennies, de nombreuses personnes ont perdu leurs moyens de subsistance qui reposaient sur l'agriculture. La famine, la malnutrition et les migrations ont gagné du terrain.

Le rapport de la FAO intitulé *L'eau pour la vie*, publié à l'occasion de la Journée mondiale de l'alimentation, en 1994, indiquait que:

Principales inondations

Date	Lieu	Nombre approx. de décès
1421	Pays-Bas	100 000
1530	Pays-Bas	400 000
1642	Chine	300 000
1887	fleuve Jaune, Chine	900 000
1900	Texas, Etats-Unis	5 000
1911	Yang-Tsé Kiang, Chine	100 000
1931	Yang-Tsé Kiang, Chine	145 000
1935	Yang-Tsé Kiang, Chine	142 000
1938	fleuve Jaune, Chine	870 000
1949	Yang-Tsé Kiang, Chine	5 700
1953	Pays-Bas	2 000
1954	Yang-Tsé Kiang, Chine	30 000
1960	Bangladesh	10 000
1963	Vajont, Italie	1 800
1979	Morvi, Inde	15 000
1991	Bangladesh	139 000
1991	Philippines	6 000
1991	Huai, Chine	2 900

Source: World Commission on Water for the 21st Century, Vision mondiale de l'eau, Making Water Everybody's Business, rapport provisoire de la Commission, version du 14 novembre 1999

«Dans de nombreuses régions du monde, les cultures pluviales sont mal en point. L'augmentation des populations humaines et du bétail a entraîné une dégradation des sols causée par l'érosion, le surpâturage, les feux de broussailles, le déboisement et l'expansion de l'agriculture de labour sur des terres inadaptées de faible rendement. Dans les zones arides et semi-arides, qui représentent un tiers des terres émergées de la planète, ces dégradations se sont soldées par la désertification...

Les coûts en souffrance humaine sont élevés. Les sécheresses africaines de 1984–85 ont touché de 30 à 35 millions de personnes; la dégradation des terres et la désertification ont provoqué le transfert permanent d'environ 10 millions d'entre elles, que l'on a appelées plus tard des réfugiés écologiques.»

En 1998, les conditions météorologiques liées à El Niño ont asséché les cultures dans certaines régions, les ont inondées ailleurs et ont ravagé l'Amérique centrale où l'ouragan Mitch a provoqué plus de 9 000 décès et laissé plus de 3 millions de personnes sans toit. Le Nicaragua et le Honduras ont été les plus touchés, ce dernier perdant plus de la moitié de sa récolte de maïs. Les pertes dans les secteurs du café et des autres cultures d'exportation ont été évaluées à 480 millions de dollars des Etats-Unis.

Les facteurs anthropiques ont considérablement augmenté l'impact de l'ouragan Mitch: des coulées de boues ont dévalé les pentes dénudées par le déboisement et la culture des terres de faible rendement et le phénomène de crue a été aggravé par la mauvaise gestion des bassins hydrographiques. Les pays les plus touchés tentent maintenant de résoudre les problèmes structureux qui ont amplifié la catastrophe en reconsidérant les modes d'occupation des sols, en encourageant les projets de reboisement et en mettant sur pied des formations en gestion de bassins hydrographiques.

Les perspectives de la sécurité alimentaire ont empiré avec les graves inondations qui ont touché plusieurs pays d'Asie et la pire sécheresse qu'ait connu le Proche-Orient depuis des décennies. La sécheresse devait entraîner une baisse de 16 pour cent de la production céréalière au Proche-Orient en 1999. Les pertes seront beaucoup plus importantes en Iran, Iraq, Jordanie et Syrie, et malheureusement rien n'indique que ces ralentissements de la production ne seront que transitoires, en Asie comme au Proche-Orient.

Dans de nombreuses régions, l'aridification en aval pose aussi de plus en plus de problèmes. La tragique histoire de la mer d'Aral (voir page 6) est bien connue; ce que l'on sait moins, c'est qu'un sort semblable guette les agriculteurs des deltas de nombreuses rivières dont l'eau a été utilisée de manière tellement

Crues et sécheresses sur le fleuve Jaune de Chine



Le fleuve Jaune, qui draine un bassin de 745 000 km² nourrissant 120 millions de personnes, est le second plus grand fleuve de Chine.

Le fleuve Jaune est devenu un exemple classique de la manière dont l'utilisation éronée de l'eau en amont d'un cours d'eau peut provoquer des crues dans son cours moyen et une aridification en aval.

La période durant laquelle le fleuve Jaune s'assèche avant d'atteindre la mer ne cesse de s'allonger d'année en année – à peu près 200 jours en 1997. Son débit annuel au niveau du delta, entre 1986 et 1994, a diminué de moitié par rapport à la décennie précédente. La recherche a montré que ce sont les aménagements, les dérivations et le succès des programmes de rétention des eaux et des sols dans le cours moyen qui sont responsables de cet assèchement, et non le changement de climat qui reste un facteur négligeable.

Le fleuve Jaune a la plus forte concentration en sédiments et la charge solide la plus élevée de tous les cours d'eau du monde. Il charrie quelque 1 600 millions de tonnes de sédiments par an dont la plus grande partie provient de l'érosion du plateau de loess. La majorité des sédiments sont déposés sur le fond du lit du fleuve lorsqu'il parvient dans la Grande Plaine du Nord de la Chine, où son lit, retenu par les remblais de protection contre les crues, s'élève maintenant jusqu'à 10 mètres au-dessus des terres environnantes. Il arrive fréquemment que les fortes pluies ouvrent des brèches dans ces remblais, entraînant des inondations catastrophiques qui sont régulièrement responsables de lourdes pertes en vies humaines dans la région, en même temps que d'énormes préjudices économiques.

Dans la Grande Plaine du Nord de la Chine, toutefois, la pénurie d'eau s'élève maintenant à quelque 5 000 millions de mètres cubes d'eau pour les collectivités et l'industrie, et à 35 000 millions de mètres cubes pour les activités agricoles. Cela représente environ 70 pour cent du débit total moyen à long terme du fleuve Jaune. C'est l'importance des prélèvements dans cette zone et en aval qui provoque si souvent l'assèchement du fleuve avant qu'il n'atteigne la mer, ce qui prive l'agriculture du delta de l'eau d'irrigation nécessaire pour porter la production au maximum sur les plaines fertiles en aval.

excessive dans leurs cours supérieurs et moyens qu'il n'en reste pratiquement plus pour ceux qui vivent et cultivent les terres aval.



La population mondiale va continuer à augmenter selon un taux de 1,1 pour cent jusqu'en 2015 et plus lentement par la suite. La population actuelle de 6 000 millions atteindra 8 100 millions d'ici 2030, soit un accroissement d'environ 33 pour cent, qui se traduira tout au long de cette période par une augmentation de la demande alimentaire, mais à un rythme qui ira en se ralentissant.

La nature de la demande se modifiera également avec l'augmentation des revenus et la poursuite de l'urbanisation. La population urbaine devrait passer de 43 pour cent de la population mondiale en 1990 à 61 pour cent d'ici 2030. Avec l'augmentation des revenus, les besoins alimentaires évolueront d'abord du maïs et des céréales secondaires au riz, puis du riz au blé. En même temps, il y aura une désaffection pour les céréales au profit de la viande et du poisson, tandis que les besoins en maïs et autres céréales secondaires augmenteront pour l'alimentation animale.

La croissance de la population et la modification des préférences alimentaires se solderont par une demande accrue sur la production alimentaire, avec des changements dans les types de céréales préférés pour l'alimentation humaine et animale et dans la proportion de céréales et de produits d'origine animale dans les régimes alimentaires. Les prévisions indiquent qu'au cours des trente prochaines années, l'ensemble de la production végétale augmentera beaucoup plus que ne l'exigerait la croissance démographique. Bien que le volume net des importations alimentaires soit censé augmenter dans les pays en développement, la production locale accrue pourra faire face à la plus grande part de l'accroissement de la demande dans ces pays.

Il existe trois méthodes pour répondre à l'augmentation de la demande:

- augmenter le rendement agricole;
- augmenter la superficie des terres arables; et
- augmenter l'intensité de culture (nombre de récoltes par an).

Plus des trois quarts – de l'augmentation de la production alimentaire de ces 30 dernières années est due à une augmentation du rendement, fruit de la révolution verte. C'est aussi ce qui est prévu pour les 30 prochaines années dans les pays en développement, puisque 69 pour cent de l'augmentation de la production proviendrait de l'accroissement des rendements, 12 pour cent de l'augmentation de l'intensité de culture et le reste de l'extension des terres cultivées.

Une grande partie de l'augmentation de la production végétale est due à l'irrigation des terres, pratiquée pour

les trois quarts dans les pays en développement. Environ 20 pour cent des terres agricoles sont maintenant irriguées dans les pays en développement et elles fournissent approximativement 40 pour cent de la production végétale dans ces pays. Au cours des trente dernières années, la superficie irriguée s'est accrue au rythme d'environ 2 pour cent par an, ce qui a permis une augmentation totale de quelque 100 millions d'hectares entre 1962 et 1998. En 1998, la superficie irriguée dans les pays en développement avait quasiment doublé par rapport à 1962.

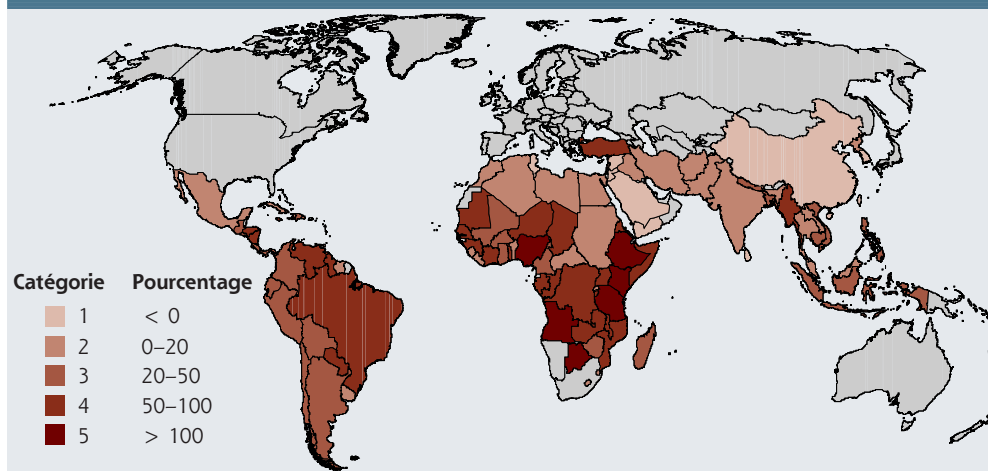
Pour de nombreuses raisons, cette expansion ne saurait continuer au même rythme et la plupart des analystes prévoient que les superficies d'irrigation progresseront beaucoup plus lentement à l'avenir. Selon la FAO, les superficies irriguées dans les 93 pays en développement étudiés pourraient s'étendre de 0,6 pour cent par an entre 1998 et 2030, ce qui ne représenterait que 23 pour cent d'augmentation de la superficie irriguée pendant cette période. A ce pourcentage peut toutefois s'ajouter l'accroissement de l'intensité culturale, qui ferait passer la superficie irriguée et cultivée effective de 241 à 323 millions d'hectares, soit une augmentation beaucoup plus conséquente de 34 pour cent.

Y aura-t-il assez d'eau douce pour répondre aux besoins croissants de l'agriculture et des autres secteurs qui utilisent de l'eau? Environ 70 pour cent des prélèvements mondiaux en eau douce sont déjà attribués à l'agriculture, ce qui constitue la principale cause de l'augmentation de la pénurie mondiale en eau douce.

Les conclusions de l'analyse effectuée à ce sujet par la FAO sur 93 pays en développement sont relativement encourageantes. Entre 1998 et 2030, les prélèvements en eau d'irrigation de ces pays n'augmenteraient que d'environ 14 pour cent au total puisqu'ils s'élèveraient à 2 128 km³/an en 2030, par rapport au volume actuel de 2 242 km³/an. C'est une augmentation qui est faible en comparaison de celle prévue pour la superficie irriguée cultivée (23 pour cent). Cette différence s'expliquerait en grande partie par l'amélioration prévue de l'efficacité de l'irrigation qui diminuerait les prélèvements nécessaires par hectare irrigué pour l'eau d'irrigation. Une autre partie de cette différence serait attribuable à un changement des modes de culture dans certains pays comme la Chine où une diminution appréciable de la part relative de la production du riz est prévue au profit de celle du blé: le riz exige en général deux fois plus d'eau d'irrigation que le blé.

En 1998, les prélèvements en eau pour l'irrigation n'étaient censés représenter que 5 pour cent de l'ensemble des ressources en eau pour ces 93 pays (voir tableau page 11). Il existe toutefois d'énormes différences entre les régions, le Proche-Orient et

Augmentation des prélèvements pour l'agriculture entre 1996 et 2030 (pourcentage)



Entre 1996 et 2030, l'augmentation des prélèvements en eau pour l'agriculture sera élevée (plus de 100 pour cent) dans 14 pays, et relativement élevée (50-100 pour cent) dans 21 autres pays. Elle restera inférieure à 20 pour cent dans 33 pays.

l'Afrique du Nord utilisant par exemple 53 pour cent de leurs ressources en eau pour l'irrigation alors que l'Amérique latine utilise à peine 1 pour cent de ses ressources. Les variations sont encore plus importantes à l'échelle des pays (voir carte à la page 3). Des 93 pays observés, 10 utilisaient déjà, en 1998, plus de 40 pour cent de leurs ressources en eau pour l'irrigation, et se trouvaient donc dans une situation très préoccupante. Huit autres pays utilisaient plus de 20 pour cent de leurs ressources en eau, un seuil fréquemment considéré pour signaler une grave pénurie d'eau. Les choses ne devraient pas évoluer considérablement pendant la période examinée: deux autres pays seulement devraient franchir le seuil des 20 pour cent. Puisque les secteurs non agricoles augmenteront aussi leurs prélèvements en eau, la situation globale en 2030 ne devrait guère différer de celle de 1998, qui a vu l'agriculture utiliser 85 pour cent des prélèvements en eau des pays en développement. Le facteur décisif sera évidemment l'augmentation de l'efficacité de l'irrigation (voir pages 16-19).

Il faut toutefois souligner que pour certains pays, les chiffres relativement faibles donnent une fausse impression du niveau du déficit hydrique: la Chine, par exemple, souffre d'une grave pénurie d'eau dans le nord, mais le sud continue à bénéficier d'abondantes ressources. Même en 1998, deux pays, la Lybie et l'Arabie Saoudite, ont extrait plus d'eau pour l'irrigation que leurs ressources renouvelables annuelles ne le leur permettent, et de nombreux autres pays exploitent leurs eaux souterraines non renouvelables. Dans les 93 pays en développement, l'irrigation n'a consommé en 1998 qu'une part relativement faible des ressources en eau renouvelables. L'augmentation envisagée pour 2030 pour les prélèvements en eau d'irrigation étant relativement faible, la production alimentaire mondiale relevant de l'irrigation ne devrait pas connaître de crise majeure de l'eau. Il ne faudrait toutefois pas que pareille conclusion suscite trop d'optimisme passif, car de graves pénuries d'eau frappent déjà certaines zones, en particulier dans les pays du Proche-Orient et d'Afrique du Nord.

Efficiency de l'irrigation et prélèvements pour l'irrigation en pourcentage des ressources renouvelables en eau, pour 1996 et 2030

	Afrique subsaharienne	Amérique latine	Proche-Orient/ Afrique du Nord	Asie du Sud	Asie orientale	93 pays en développement
Efficiency de l'irrigation (%)						
1998	33	25	40	44	33	38
2030	37	25	53	49	34	42
Prélèvements en eau d'irrigation en % des ressources en eau renouvelables						
1996	2	1	53	36	8	8
2030	3	2	58	41	8	9



Deux facteurs clés sont en jeu dans l'ambition de porter au maximum la production agricole à partir d'un volume d'eau donné et restreint: l'être humain, le plus important, et la technologie. La technologie la plus sophistiquée et innovante au monde ne sert à rien si les personnes concernées ne peuvent l'utiliser, n'en voient pas l'avantage ou ne la comprennent pas.

L'idée de faire participer, à l'échelle locale, les personnes intéressées à la gestion de l'eau pour l'agriculture n'est pas nouvelle. En fait, elle est déjà mise en pratique avec succès dans de nombreuses régions du monde, comme dans les systèmes d'irrigation de Bali; mais il ne faut pas sous-estimer la difficulté d'instaurer une participation réelle et un processus décisionnel transparent dans des sociétés habituées à des méthodes centralisées et bureaucratiques. De grands changements sont nécessaires, à la fois dans les institutions qui détenaient auparavant tous les pouvoirs et chez les individus et les groupes d'utilisateurs, qui parfois n'ont joué qu'un rôle symbolique. Une liste des changements souhaitables est présentée dans l'encadré ci-dessous.

Cela ne veut pas dire que l'intervention des spécialistes n'est plus nécessaire: l'enthousiasme et la participation au niveau local auront toujours besoin d'être encadrés par l'expertise technique sur la gestion durable, les technologies d'irrigation, les systèmes de distribution d'eau, la gestion des bassins hydrographiques et bien d'autres sujets. Une assistance en matière de formation et de vulgarisation est aussi indispensable dans de nombreux domaines, par exemple pour définir les mesures de protection des écosystèmes d'eau douce ou pour permettre aux communautés de résoudre les conflits opposant les divers utilisateurs d'une ressource limitée.

Un ingénieur hydraulicien en Tanzanie...

« Nous avons l'habitude, en tant qu'ingénieurs, de créer des aménagements hydrauliques dans nos bureaux et d'y conserver les plans, convaincus que les villageois ne pourraient comprendre ce genre de choses. Maintenant nous nous rendons dans les villages pour effectuer le travail de conception sur place et même les femmes âgées peuvent dessiner les aménagements dans la poussière avec un bâton. C'est un grand changement et une bien meilleure façon de travailler. »

Barnabas Pulinga,
Ingénieur hydraulicien
du secteur public, Tanzanie

L'équité entre les sexes est primordiale. Les femmes et les hommes ont un égal droit d'accès à l'eau, même s'ils jouent un rôle différent dans la préservation et l'utilisation des ressources en eau. Un traitement fondé sur l'égalité des hommes vis-à-vis des femmes de la gestion des ressources en eau peut toutefois prêter à controverse parce qu'il exige que les hommes et les femmes modifient leurs manières de considérer les questions liées à l'eau et à l'agriculture, et par conséquent leurs rapports réciproques. Il faudra mettre en oeuvre, pour résoudre ces questions, des mécanismes à la fois traditionnels et innovants.

L'égalité de classes est un facteur tout aussi crucial. Un projet efficace de gestion de l'eau ne laisse aucune place aux comportements élitistes de ceux qui distinguent leur richesse ou leur position sociale; bien souvent, les petites agricultrices sont les personnes qui ont le plus besoin de s'exprimer sur la manière dont



Comment encourager la participation pour améliorer la gestion de l'eau

Des réformes juridiques sont nécessaires dans de nombreux pays pour améliorer l'accès à l'eau. Elles devraient prendre en considération les mesures suivantes:

- répartir les ressources en eau entre les différents utilisateurs, et en particulier ceux des zones rurales et urbaines;
- minimiser les conflits entre ceux qui utilisent la ressource en eau et ceux qui s'en servent pour éliminer les effluents;
- encourager une utilisation efficace de l'eau;
- réglementer l'utilisation des eaux usées comme source d'approvisionnement pour en garantir la sécurité;

- diminuer le rôle de l'Etat dans les aménagements d'eau ruraux, – augmenter l'importance des groupes d'utilisateurs locaux et éliminer les obstacles à la tarification de l'eau et au recouvrement des frais;
- faire évoluer les systèmes d'occupation des sols en favorisant les titres de propriété écrits au nom d'individus ou de groupes d'individus;
- garantir légalement aux femmes chefs de ménage, et aux femmes en général, l'accès à la terre et à l'eau; et
- créer ou améliorer une administration efficace des droits de l'eau pour gérer le secteur de l'eau en général et le secteur rural de l'eau en particulier.

l'eau est gérée, et aussi en savent le plus sur la manière dont elle devrait l'être.

En fait, il est avéré que la participation des personnes pauvres peut avoir des effets extrêmement positifs sur la croissance agricole. Les études qui ont évalué l'influence de la taille des exploitations sur la productivité des terres, à partir d'exploitations utilisant des variétés modernes, des engrais et l'irrigation, ont indiqué que les petites exploitations sont plus productives que les grandes. Les données des zones sur lesquelles s'est pratiquée la révolution verte en Inde, au Bangladesh, aux Philippines et au Sri Lanka montrent que les petites exploitations irriguées, en comparaison des grandes:

- ensemencent leurs terres irriguées dans de plus grandes proportions;
- pratiquent une plus grande intensité de culture;
- appliquent davantage d'engrais par unité de terre cultivée;
- cultivent des plantes plus diversifiées, à plus fort rapport économique et à plus forte densité d'utilisation de main-d'oeuvre;
- obtiennent des rendements plus élevés par culture et par surface unitaire de terre.

Les recherches récentes menées en Côte d'Ivoire et en Amérique latine ont également largement contribué à démythifier l'efficacité supérieure des gros exploitants par rapport aux petits. Si l'on considère la proportion de terres cultivables que les petits exploitants ont en charge, la part de la production des principales cultures qu'ils assurent, et en particulier pour ce qui est des plus traditionnelles, est hors de proportion. Une étude portant sur 55 pays en développement montre que dans 39 d'entre eux, la production des petits exploitants est beaucoup plus importante que leur part des terres arables ne le laisserait supposer.

En fin de compte, tout cela souligne la nécessité d'un nouveau contrat sur l'eau. Ce sont les scientifiques qui ont lancé la révolution verte. La révolution bleue devrait être déclenchée par la nécessité de rendre chacun responsable de l'utilisation et de la gestion de l'eau, et son objectif devrait être de porter au maximum la production alimentaire et la création d'emplois par volume unitaire d'eau consommé. Il faudrait permettre aux individus et aux communautés de comprendre les choix qu'ils peuvent faire pour initier un changement, de décider de la meilleure option, d'assumer les responsabilités impliquées par ce choix, et de prendre conscience que leurs choix pourraient radicalement modifier la manière dont les agriculteurs utilisent leurs maigres ressources en eau.

L'équité entre les sexes et les problèmes d'eau



Femme arrosant des semis dans une pépinière d'arbres, observée par ses enfants. Palcalancha, Bolivie

Toutes les observations menées montrent que lorsque des femmes et des hommes participent aux consultations, aux processus décisionnels et à la formation, cela se traduit par une meilleure utilisation des installations et une amélioration de la gestion. Par contre, dans les projets où les femmes utilisant et gérant l'eau n'ont pas été consultées, au Guatemala, en Indonésie et au Togo, comme dans bien d'autres endroits, ces femmes n'ont pas utilisé les nouvelles installations, non pas parce qu'elles n'avaient pas appris à le faire, mais parce que ces nouvelles installations étaient mal conçues ou situées, ou ne respectaient pas les conventions régissant les utilisations propres à chaque sexe.

Dans un projet mis en oeuvre au Sri Lanka, les périmètres d'irrigation ont été conçus spécifiquement pour mettre aussi de l'eau salubre à la disposition des femmes pour leur consommation domestique. A Sainte-Lucie, des installations pour la lessive ont été ajoutées au système d'irrigation pour éviter que les femmes ne restent trop longtemps debout dans l'eau, risquant ainsi de contracter la bilharziose.

Au Gujarat, en Inde, des comités ont été mis en place dans cinq villages pour gérer l'eau dans le cadre d'un projet de récupération de l'eau de pluie pour les besoins domestiques. Les comités comprenaient un nombre à peu près égal de femmes et d'hommes. Malgré l'hostilité de la communauté à l'égard de la participation des femmes dans des activités habituellement considérées comme du travail masculin, celles-ci se sont montrées très actives dans divers aspects du projet: décisions du comité, travaux de construction, sollicitation d'un emprunt auprès d'une banque locale pour les besoins du projet et, dans l'un des villages, résolution d'un conflit entre deux groupes sociaux, qui risquait de compromettre le succès du projet. Parmi les effets du projet soulignés lors de son évaluation, les femmes ont en particulier exprimé leur soulagement d'avoir de l'eau à leur disposition chez elles à la fin de chaque journée de travaux agricoles.

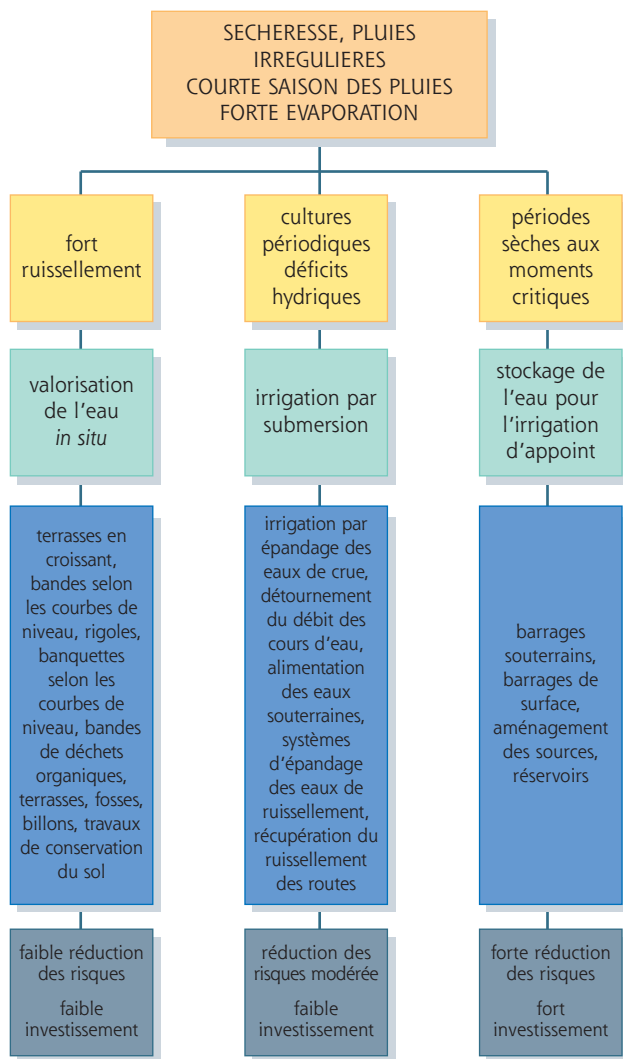
Source: Vision 21: A shared vision for hygiene, sanitation and water supply.



Amélioration de la production pluviale

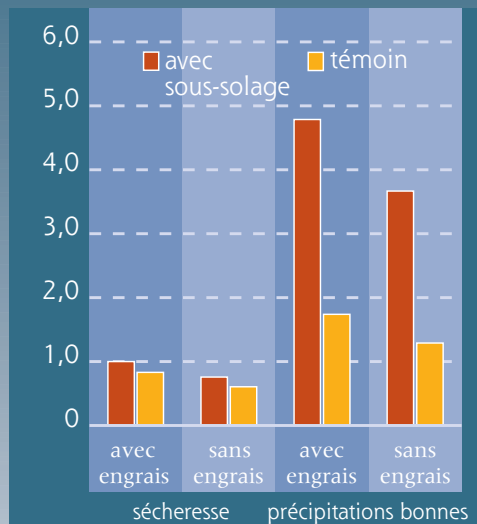
L'augmentation de la productivité de l'agriculture pluviale (ou "agriculture en sec"), qui fournit encore quelque 60 pour cent des aliments produits à l'échelle de la planète, aurait un effet considérable sur la production alimentaire mondiale. Le potentiel d'amélioration des rendements est toutefois étroitement lié à la configuration et répartition spatiale des précipitations. Dans les zones sèches, la récupération des eaux de pluie permet à la fois de réduire les risques et d'augmenter les rendements. Il existe, comme le montre le diagramme ci-dessous, plusieurs formes de récupération de l'eau: utilisation de microstructures dans le champ pour diriger l'eau vers des plantes ou des lignes de plantes particulières (conservation de l'eau *in situ*), captage et transport des eaux externes du bassin d'alimentation vers le champ où poussent les cultures (irrigation par submersion), et collecte des eaux externes à partir du bassin d'alimentation puis stockage dans des réservoirs, étangs et autres structures jusqu'à l'utilisation en période de sécheresse (stockage pour l'irrigation d'appoint).

Mesures de lutte contre les conditions arides



Effets des essais de sous-solage en Tanzanie

Rendement céréaliier



Les rendements du maïs sont passés de moins d'une tonne à plus de 4,8 tonnes par hectare grâce au sous-solage, avec de bonnes précipitations et des engrais

Les travaux menés au Burkina Faso, au Kenya, au Niger, au Soudan et en Tanzanie indiquent que la collecte des eaux de pluie peut multiplier les rendements par deux ou trois par rapport à la culture sèche traditionnelle. En outre, les bénéfices de la récupération de l'eau peuvent eux aussi être doublés ou triplés: non seulement elle garantit davantage d'eau aux cultures, mais elle participe à l'alimentation des nappes d'eaux souterraines et contribue à diminuer l'érosion du sol.

La gestion des risques est un facteur crucial de l'agriculture pluviale. Plus le risque de récoltes réduites est élevé en périodes sèches, moins les agriculteurs seront tentés d'investir pour l'achat d'intrants tels les engrais, les variétés améliorées et les moyens de lutte anti-parasitaire. La valorisation des eaux et des sols *in situ* contribue relativement peu à la réduction des risques de l'agriculture pluviale. Une véritable réduction des risques passe nécessairement par l'irrigation par épandage d'eaux de crue, combinée au besoin par l'irrigation d'appoint. Malheureusement, les technologies permettant de diminuer ces risques sont généralement plus coûteuses et la construction des ouvrages nécessaires demande davantage de savoir-faire.

LA VALORISATION DE L'EAU IN SITU

Dans les régions sèches, une mauvaise gestion des terres peut considérablement réduire les rendements agricoles, jusqu'à moins d'une tonne par hectare. L'une des causes principales d'une telle réduction est l'état de la surface des sols, souvent touchés par la dégradation des terres; celle-ci provoque la formation d'une croûte, ainsi que d'autres phénomènes, qui empêchent l'infiltration des eaux de pluie. L'eau des précipitations s'écoule simplement en surface des terres, forme des torrents chargés de limon et

entraîne de graves problèmes de ravinement. Les cultures bénéficient très peu de cet apport d'eau.

Ces phénomènes sont essentiellement provoqués par le retournement trop fréquent du sol, que ce soit manuellement, ou mécaniquement par traction animale ou avec un tracteur. Cette opération laisse le sol fragilisé et exposé à l'érosion par le vent et l'eau. Les techniques de labourage mises au point dans les régions tempérées sont sans danger avec des pluies modérées et des vents légers, mais ne sont souvent pas adaptées aux climats et aux sols tropicaux.

Les autres techniques de travail du sol – retourner le sol seulement le long des lignes de végétaux, labourer en profondeur pour briser les encroûtements, former des billons surélevés qui suivent les courbes de niveau, faire pousser les végétaux dans des fosses et construire des terrasses en demi-lune autour des arbres et arbustes – peuvent améliorer le rendement des cultures et diminuer l'érosion. Elles permettent d'utiliser beaucoup plus efficacement les précipitations restreintes. Les essais effectués en Tanzanie indiquent par exemple que la fragmentation de la semelle de labour a augmenté les rendements de maïs de 1,8 à 4,8 tonnes par hectare et par an, avec de bonnes précipitations et l'application de fumier comme engrais. Au Damergou (Niger), 310 hectares ont été équipés en moins d'un mois de petits bassins et de sillons suivant les courbes de niveau grâce à des charrues spéciales. Ces aménagements n'ont coûté que 90 \$/hectare. Les rendements moyens se sont élevés à 2 tonnes/hectare de sorgho avec des précipitations annuelles de 360 mm seulement.

IRRIGATION PAR ÉPANDAGE DES EAUX DE CRUE

Les effets des périodes de sécheresse se produisant chaque année dans les régions arides et semi-arides méritent d'être davantage combattus. Bien que n'excédant généralement pas trois semaines, ces périodes sèches peuvent entraîner une grave réduction des rendements si elles se déclarent durant les stades sensibles de la croissance, par exemple pendant la floraison ou la formation du grain.

La meilleure manière de résoudre ce problème consiste à détourner les eaux de pluie ruisselant sur les bassins versants environnants pour les diriger vers les sols cultivés. Il suffit que des conditions d'infiltration adéquates aient été mises en place pour que les eaux puissent être stockées dans le sol autour des racines des plantes cultivées, pendant des périodes suffisamment longues pour compenser au moins partiellement les effets d'une sécheresse de trois semaines. Les méthodes employées pour capter les eaux d'un bassin versant vers les cultures sont la dérivation de cours d'eau, l'utilisation des eaux de crue des oueds, la construction de murets pour diriger l'écoulement (un système employé avec grand succès par les anciens habitants du désert du Néguev) et même la dérivation vers les champs des eaux ruisselant sur les routes et chemins.

Produire plus avec moins d'eau

Vallée de la Keita, Niger



Diminution de la dégradation des terres par la fixation des dunes dans la vallée de la Keita, au Niger

En cinq ans, les habitants de la vallée de la Keita, au Niger, ont transformé près de 5 000 km² de terres stériles et non productives en un jardin florissant où prospèrent les cultures, l'élevage et les arbres, avec l'aide d'un projet de développement intégré de la FAO soutenu par des fonds italiens. La clé du succès du projet est la participation des habitants qui ont fourni plus de 4 millions d'heures-personnes de travail pour la plantation d'arbres, le creusement de puits, la construction de déversoirs et de barrages souterrains, l'édification de terrasses et de banquettes, le labourage des terres en profondeur et la mise en place de barrières dunaires. Le projet a financé les formations nécessaires et aidé les villageois à construire de nouvelles écoles, des routes, des centres communautaires, des cliniques et des moulins. La communauté a acquis de nouvelles compétences: faire pousser des cultures commerciales, fabriquer des produits d'artisanat et traiter les produits agricoles. Des milliers de personnes se sont enrôlées dans les équipes de travail et des centaines ont été formées pour les encadrer.

STOCKAGE POUR L'IRRIGATION D'APPOINT

Il existe des méthodes de stockage du ruissellement des périodes pluvieuses qui permettent ultérieurement d'utiliser ces eaux pendant les périodes de sécheresse: ce sont les réservoirs, étangs, citernes et barrages en terre utilisés pour l'irrigation d'appoint en Chine, en Inde, en Afrique subsaharienne et dans bien d'autres régions. Elles sont plus coûteuses que les précédentes et nécessitent un grand savoir-faire de la part des agriculteurs qui les appliquent, mais elles présentent l'avantage de réduire considérablement le risque de faibles récoltes ou même leur absence totale, que fait peser la sécheresse.

L'agriculture à petite échelle peut être productive dans les zones pluviales de faible rendement si une irrigation d'appoint permet de surmonter les sécheresses à court terme qui menacent les cultures et diminuent considérablement les rendements. Toute méthode rentable permettant de stocker l'eau avant que les végétaux n'atteignent un stade critique, puis de l'appliquer quand la pluie vient à manquer pendant ces stades critiques, peut considérablement favoriser l'augmentation de la production végétale.



Amélioration de la production irriguée



Irrigation par aspersion de cultures de coton dans la vallée du Hula, en Israël

L'agriculture irriguée assure, depuis plusieurs décennies, une part de plus en plus importante de la production alimentaire. Le graphique ci-dessous indique que les plus hauts rendements obtenus grâce à l'irrigation sont au moins deux fois plus importants que les meilleurs rendements de l'agriculture pluviale. Même l'agriculture irriguée à faibles niveaux d'intrants est plus productive que l'agriculture pluviale à forts niveaux d'intrants; ceci résulte de l'avantage de pouvoir contrôler assez précisément la quantité d'eau absorbée par les racines des plantes.

Malgré cela, l'agriculture irriguée produit moins d'aliments que l'agriculture pluviale. A l'échelle mondiale, cette dernière est pratiquée sur 83 pour cent des terres cultivées et fournit plus de 60 pour cent de la production alimentaire mondiale. Dans les régions tropicales qui manquent d'eau comme les pays du Sahel, l'agriculture pluviale est utilisée pour exploiter plus de 95 pour cent des terres cultivées. Cela s'explique en partie par le fait que dans ces régions, le développement des méthodes classiques d'irrigation des cultures alimentaires serait sans doute très coûteux et ne se justifierait probablement pas sur le plan économique.

Il existe d'autres raisons qui empêchent les méthodes classiques d'irrigation de continuer à se développer aussi vite qu'au cours des quelques dernières décennies. Il faut d'abord souligner que le coût réel de la production alimentaire irriguée n'est pas clairement défini puisque, pour reprendre le commentaire d'un auteur, l'irrigation est l'une des activités les plus subventionnées au monde. Ensuite, le coût pour l'environnement des projets classiques d'irrigation est élevé (et n'est pas comptabilisé dans le prix des aliments); par exemple, une irrigation intensive se traduit souvent par des problèmes d'engorgement et/ou de salinisation. Environ 30 pour cent des terres irriguées sont maintenant touchées par ces problèmes, certaines modérément, d'autres gravement. La salinisation des zones irriguées est la cause d'une

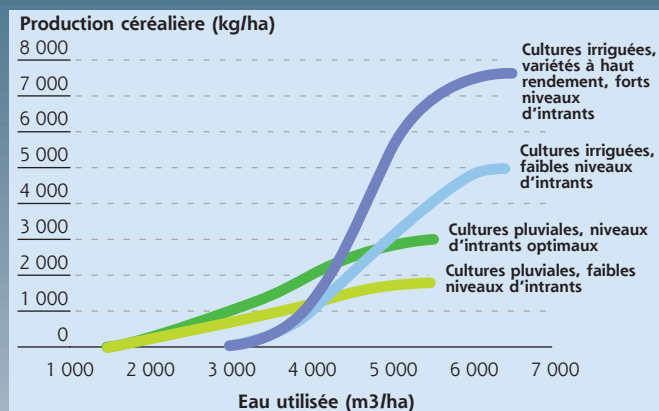
réduction de 1 à 2 pour cent par an de la superficie des terres cultivées sous irrigation.

Malgré ces réserves, il est bien évident que l'irrigation continuera à être employée et, qui plus est, que les superficies irriguées vont également s'étendre. L'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation est certainement l'un des objectifs les plus importants de ce secteur (voir encadré page ci-contre).

On distingue essentiellement cinq types d'irrigation:

- l'irrigation de surface qui inonde l'ensemble de la surface cultivée;
- l'irrigation par aspersion, qui imite la pluie;
- l'irrigation goutte-à-goutte, qui distribue des gouttes d'eau aux plantes mais seulement au-dessus de la rhizosphère;
- l'irrigation enterrée de la rhizosphère au moyen de canalisations ou de récipients poreux placés dans le sol;
- l'irrigation souterraine par remontée de la nappe souterraine qui permet l'humidification de la rhizosphère.

Rendements et besoins en eau de l'agriculture irriguée et de l'agriculture pluviale



L'irrigation peut fournir des rendements plus élevés que l'agriculture pluviale mais ses besoins en eau sont aussi beaucoup plus importants.

Les deux premiers types d'irrigation, l'irrigation de surface et par aspersion, représentent les méthodes classiques d'irrigation. A l'heure actuelle, l'irrigation de surface est de loin la technique la plus courante, et elle est en particulier très utilisée par les petits exploitants puisqu'elle ne fait pas appel à des équipements hydrauliques complexes, de gestion et d'entretien compliqués. C'est pourquoi l'irrigation de surface sera vraisemblablement encore la technique dominante en 2030, même si elle gaspille l'eau et est responsable d'une grande partie de l'engorgement et de la salinisation des sols.

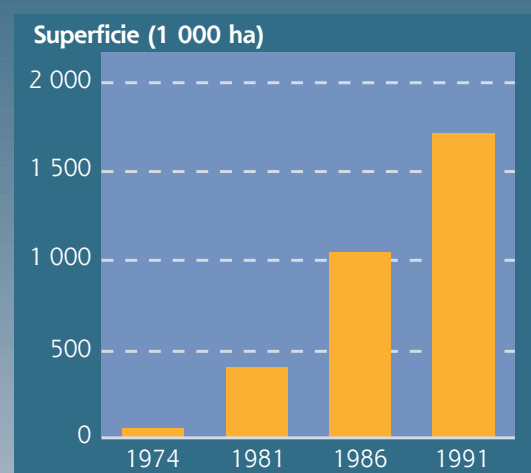
L'irrigation goutte-à-goutte et l'irrigation enterrée sont des exemples de systèmes d'irrigation localisés qui relèvent de méthodes d'irrigation de plus en plus répandues grâce auxquelles l'efficacité de l'eau est portée au maximum puisqu'elle n'est appliquée qu'aux endroits où elle est nécessaire et n'est donc que très peu gaspillée. Mais il n'y a pas que la technologie; des méthodes comme la petite irrigation et l'utilisation des eaux usées d'origine urbaine sont aussi prometteuses que l'évolution des technologies d'irrigation pour augmenter la productivité de l'eau.

SYSTÈMES D'IRRIGATION LOCALISÉS

La mise en place de mesures d'incitation – et l'augmentation du prix de l'eau d'irrigation sera vraisemblablement une incitation majeure – encouragera les agriculteurs à adopter les technologies d'irrigation permettant une économie maximale de l'eau. Les principales technologies susceptibles d'être utilisées dans les pays en développement, où la main-d'oeuvre est généralement abondante et les capitaux rares, sont l'irrigation enterrée et l'irrigation goutte-à-goutte. Elles reposent toutes les deux sur l'application fréquente de petites quantités d'eau aussi directement que possible au niveau des racines des végétaux. L'un des grands avantages des technologies d'économie de l'eau, et en particulier de l'irrigation goutte-à-goutte, est qu'outre l'économie d'eau elles augmentent les rendements et réduisent la salinité. En outre, puisque l'eau n'entre pas en contact avec le feuillage, ces deux systèmes peuvent utiliser des eaux saumâtres sur des plantes peu sensibles à la salinité. Certains systèmes d'irrigation enterrée relèvent de techniques simples qui ne nécessitent pas d'achats coûteux d'équipement mais exigent beaucoup de main-d'oeuvre. L'une des plus anciennes méthodes d'irrigation consiste en fait à placer des pots en terre poreux dans le sol autour des arbres fruitiers et le long des lignes de cultures. Ces pots sont remplis manuellement, selon les besoins. Les tuyaux poreux ou perforés enterrés ont la même fonction et peuvent habituellement servir à irriguer deux lignes de cultures, de chaque côté du tuyau. Le débit d'application ne peut être contrôlé (mais on peut varier la fréquence) puisqu'il dépend de la taille des perforations et de la nature du sol.

Produire plus avec moins d'eau

Croissance mondiale de l'irrigation localisée



L'irrigation localisée s'est rapidement étendue depuis l'invention des tuyaux en plastique bon marché dans les années 70.

L'irrigation goutte-à-goutte n'est utilisée que sur une petite partie des superficies auxquelles elle conviendrait. Elle utilise un système sous pression pour forcer l'eau dans des tuyaux perforés posés au-dessus du sol à un débit variant de 1 à 10 litres par heure et par goutteur. Malgré la simplicité de la technologie, cette méthode nécessite à la fois un investissement de départ et un entretien sérieux, car les goutteurs se bouchent facilement. Les résultats obtenus dans plusieurs pays montrent toutefois que les agriculteurs qui passent des systèmes de canaux en terre (arroseurs ou tranchées) ou d'aspersion, aux systèmes goutte-à-goutte peuvent diminuer leur consommation d'eau de 30 à 60 pour cent. Souvent les rendements augmentent en même temps parce que les plantes bénéficient réellement d'un traitement « sur mesure », puisqu'elles reçoivent, au niveau de leurs racines, la quantité optimale d'eau (et souvent d'engrais), au moment où elles en ont besoin.

Six facteurs décisifs pour améliorer l'efficacité de l'irrigation

- réduire les pertes par infiltration dans les canaux en les protégeant avec des revêtements ou en utilisant des conduits fermés;
- réduire l'évaporation en évitant d'irriguer en milieu de journée et en choisissant l'aspersion sous le feuillage plutôt que sur frondaison;
- éviter de trop irriguer;
- lutter contre les mauvaises herbes entre les lignes et les laisser sécher;
- planter et récolter au meilleur moment;
- irriguer fréquemment en appliquant la quantité d'eau exacte pour éviter le stress végétal.

Amélioration de la production irriguée

Les systèmes goutte-à-goutte, qui coûtent environ 1 200 à 2 500 dollars des Etats-Unis par hectare, sont en général trop coûteux pour la plupart des petits exploitants et ne valent pas l'investissement pour les cultures à faible rendement, mais les recherches en cours tentent de minimiser leur coût. Les chercheurs ont ainsi mis au point un système goutte-à-goutte à moins de 250 dollars des Etats-Unis par hectare. Pour que ces systèmes restent économiques, deux facteurs sont décisifs: les matériaux doivent être simples et le système doit être facilement transportable; au lieu de poser un tuyau goutte-à-goutte par ligne de culture, le même tuyau peut être déplacé toutes les heures et servir ainsi à irriguer une dizaine de lignes. L'irrigation par ajutage est une autre version bon marché du goutte-à-goutte, qui élimine les goutteurs, régulateurs de pression et autres raccords: l'eau sort en bouillonnant de courts tubes verticaux reliés à des tuyaux distributeurs latéraux et enterrés.

PETITE IRRIGATION

Il existe plusieurs systèmes de petite irrigation et d'irrigation d'appoint, certains modernes et d'autres traditionnels, qui sont très prometteurs et permettraient d'augmenter la productivité des zones d'agriculture pluviale. Une technologie telle que celle de la pompe à pédales (voir encadré ci-contre) peut permettre à des agriculteurs sans grands moyens de gérer leurs propres systèmes selon leurs besoins à condition de disposer de suffisamment d'eau à l'échelle locale. Le pompage de l'eau au moyen de petits moteurs diesel ou électriques peut également être plus économique que les grands aménagements, souvent trop dépendants de commandes centralisées. En outre, chaque agriculteur étant en charge de son propre système, il peut porter la production à son maximum de manière à répondre aux exigences de son propre mode de vie, ce qui n'est pas possible avec les grands aménagements d'irrigation.

AMÉLIORATION DU DRAINAGE, RÉDUCTION DE LA SALINITÉ

Le drainage des terres irriguées a une double fonction: réduire l'engorgement ainsi que, tout aussi important, contrôler et réduire la salinisation qui accompagne inévitablement l'engorgement dans les régions arides et semi-arides. Un drainage adéquat permet aussi une diversification des cultures, une intensification des cultures et une utilisation beaucoup plus efficace des intrants tels que les variétés à haut rendement, les engrais et la mécanisation.

Le problème de manque de drainage des terres concerne environ 100 à 110 millions d'hectares de terres irriguées situées en régions arides et semi-

arides. A l'heure actuelle, l'accumulation de sels est responsable de l'endommagement grave d'environ 20 à 30 millions d'hectares irrigués et de la perte annuelle de 0,25 à 0,5 million d'hectares pour la production alimentaire. Par conséquent, le drainage des terres irriguées est un besoin majeur.

Toutefois, le drainage a deux inconvénients principaux. Premièrement, les eaux de drainage sont souvent contaminées avec des sels, des oligo-éléments, des sédiments et des traces d'intrants agricoles. Les eaux de drainage doivent être évacuées de manière sûre. Deuxièmement, un meilleur drainage dans les zones amont engendre des débits plus importants à l'aval, aggravant les risques d'inondation. Par conséquent, les nouveaux projets de drainage doivent considérer non seulement les bénéfices de la production agricole durable mais aussi les effets secondaires sur l'environnement.

Environ 100 à 150 millions d'hectares de terres pluviales, particulièrement en Europe et en Amérique

L'irrigation goutte-à-goutte au Cap-Vert

Au début des années 90, un projet de la FAO financé par les Pays-Bas avait pour objectif de développer l'horticulture au Cap-Vert. Ce fut un succès, dont l'extension fut limitée par le manque d'eau: les précipitations moyennes s'élèvent à environ 230 mm/an sur ces îles, soit un peu plus de 700 m³/personne/an.



C'est alors que les parcelles expérimentales commencèrent à utiliser l'irrigation goutte-à-goutte; peu après elle envahit les champs des agriculteurs. Le nouveau système a permis d'augmenter la production et d'économiser l'eau, grâce à quoi les terres irriguées et l'intensité de culture ont augmenté. Convaincus par l'expérience, de nombreux agriculteurs ont spontanément adopté l'irrigation goutte-à-goutte sur leurs terres. En 1999, six ans après le premier essai, 22 pour cent des terres irriguées du pays étaient passées à l'irrigation goutte-à-goutte, et de nombreux exploitants avaient converti leurs plantations de canne à sucre, grosses consommatrices d'eau, en exploitations horticoles à rendements élevés avec des cultures de pommes de terre, oignons, piments et tomates. La production horticole totale a augmenté, passant de 5 700 tonnes en 1991 à 17 000 tonnes en 1999. Une parcelle de 0,2 hectare rapporterait à l'agriculteur un revenu mensuel de 1 000 dollars des Etats-Unis.

du Nord, ont été drainés alors qu'une superficie supplémentaire d'environ 250 à 350 millions d'hectares nécessiteraient d'être drainés. De nombreuses cultures sont mises en place dans des terres humides aménagées. Toutefois, le développement de ce type de drainage ne se poursuit pas étant donné que l'intérêt des bas-fonds naturels est mieux reconnu.

UTILISATION DES EAUX USÉES POUR L'IRRIGATION

La diminution de la charge polluante des eaux utilisées par l'agriculture, les industries et les collectivités devrait permettre d'en recycler une plus grande partie pour l'irrigation, ce qui pourrait être extrêmement avantageux pour l'irrigation.

Prenons l'exemple d'une ville de 500 000 habitants qui consomme 120 litres d'eau par jour et par personne: elle produit environ 48 000 m³ d'eaux usées par jour (à supposer que 80 pour cent des eaux passent dans le système public d'égouts). Si ces eaux usées étaient traitées et utilisées dans le cadre d'un plan d'irrigation strictement réglementé, elles pourraient servir à irriguer près de 3 500 hectares, à raison de 5 000 m³ par hectare et par an.

La valeur fertilisante des effluents est presque aussi intéressante que l'eau elle-même. La concentration type en nutriments dans les effluents d'eaux usées, après l'application d'un traitement classique des eaux d'égout, est de 50 mg d'azote, 10 mg de phosphore et 30 mg de potassium par litre. L'apport fertilisant annuel de l'effluent, pour un volume de 5 000 m³/ha/an, serait de 250 kg d'azote, de 50 kg de phosphore et de 150 kg de potassium par hectare. Cela signifie que tous les besoins en azote et une grande partie des besoins en phosphore et en potassium d'une production agricole normale seraient assurés par l'effluent. Par ailleurs, un autre effet bénéfique d'une telle utilisation serait l'apport en autres micronutriments précieux et matières organiques contenus dans les effluents.

Les retombées seraient également intéressantes pour l'environnement puisque la plupart de ces nutriments, absorbés par les cultures, seraient éliminés du cycle hydrologique et ne contribueraient plus à l'eutrophisation des rivières ni à la création de zones mortes dans les régions côtières.

LA NÉCESSITÉ D'AUGMENTER LE STOCKAGE

Les prévisions, même les plus optimistes en matière de croissance de la productivité, d'amélioration de l'efficacité et d'expansion de la superficie irriguée, anticipent une augmentation de 14 pour cent des besoins en eau pour l'agriculture irriguée des pays en développement d'ici 2030. Cela équivaut à 220 km³ de stockage supplémentaire qui serait nécessaire. Il

Les agriculteurs zambiens adoptent la pompe à pédales



Agriculteur zambien utilisant une pompe à pédales

Le Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA) de la FAO s'est employé avec succès à faire adopter la technologie de la petite irrigation en Zambie. Dans les zones sujettes à la sécheresse, les agriculteurs utilisaient traditionnellement des méthodes laborieuses de transport des eaux d'eau pour irriguer leurs parcelles. La phase pilote du PSSA a instauré l'utilisation de

pompes à pédales capables de pomper l'eau à huit mètres de profondeur avec un refoulement de 1,5 litre par seconde. Ces pompes ont été modifiées et adaptées aux conditions locales et maintenant, trois types de pompes sont fabriqués dans la région par neuf fabricants. Des agriculteurs originaires de toute la Zambie ont déjà acheté 1 500 pompes. De ce fait, l'approvisionnement des ménages et des villages en légumes frais s'est considérablement amélioré en Zambie.

faudrait en outre remplacer les réserves perdues par l'envasement des réservoirs existants, estimées à 1 pour cent ou 60 km³ par an, soit 1 800 km³ sur trente ans, ainsi que l'eau extraite des nappes souterraines, qui représente 160 km³ supplémentaires. Le volume stocké nécessaire pour les 30 prochaines années se situe donc autour de 2 180 km³, c'est-à-dire plus de 70 km³ par an (sans compter l'augmentation des pertes par évaporation dues à l'accroissement de la surface). Il s'agirait donc de prévoir annuellement le stockage d'un volume au moins équivalent au haut barrage d'Assouan. Il est peu probable, pour une série de raisons d'ordre économique, écologique et social, que l'on puisse construire une telle capacité supplémentaire de stockage en surface au cours des trente prochaines années.

Le stockage de volumes d'eau plus importants dans les nappes souterraines constitue une alternative tentante. Il serait urgent de mettre au point de nouvelles techniques et de nouveaux dispositifs institutionnels pour améliorer l'approvisionnement des nappes souterraines.



Amélioration de la réglementation des eaux

Il faut élaborer des politiques et des lois et créer des institutions visant à augmenter la productivité de l'eau à différents niveaux. A l'échelle de la consommation individuelle, des politiques encourageant les gens à manger des aliments moins exigeants en eau – par exemple, du blé plutôt que du riz, de la volaille plutôt que du boeuf – pourraient sensiblement augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau. A l'échelle locale, une amélioration de la gestion de l'irrigation permettrait d'augmenter considérablement l'efficacité: dans ce but, la meilleure solution serait de donner à ceux qui utilisent réellement l'eau d'irrigation la possibilité de planifier et de gérer leurs propres approvisionnements en eau, au moins au niveau local. Il faudrait en outre améliorer la transparence et la responsabilité, et prendre des mesures pour inciter les utilisateurs à économiser l'eau. A l'échelle des bassins fluviaux, l'une des grandes priorités devrait être d'améliorer l'intégration, non seulement entre la planification de l'utilisation des terres et de celle des eaux, mais aussi entre les autres utilisateurs intéressés – les aménagements hydro-électriques, les industries et les populations urbaines, par exemple (voir encadré page 21).

AMÉLIORATION DE LA GESTION À L'ÉCHELLE LOCALE

Le rôle des utilisateurs

Dans de nombreux pays, les gouvernements centraux se sont dessaisis de la responsabilité de gérer les systèmes d'irrigation pour la laisser à des entreprises privées ou/et à des associations locales d'utilisateurs. On cherche de plus en plus, à divers niveaux de gestion, à faire participer les agriculteurs et les petits exploitants, hommes ou femmes, à la planification et à la gestion des ressources en eau. Par exemple, l'instauration de la loi sur l'eau en Afrique du Sud en 1998 a entraîné la création d'organismes de gestion des bassins auxquels participent des agriculteurs défavorisés. En Turquie, la gestion des systèmes d'irrigation, auparavant aux mains du gouvernement, a presque été entièrement transmise à des associations d'agriculteurs. Au Mexique, la gestion de plus de 85 pour cent des 3,3 millions d'hectares de terres irriguées sous contrôle étatique a été reprise par des associations d'agriculteurs dont la plupart sont maintenant financièrement autonomes. Ce transfert a provoqué une augmentation du prix de l'eau d'irrigation, mais celui-ci est malgré tout resté dans la limite des 3 à 8 pour cent des coûts totaux de production habituellement considérés comme raisonnables.

S'il est souvent indispensable de faire appel à des organisations professionnelles pour gérer les réservoirs et les grands réseaux de canaux d'adduction, les organisations d'utilisateurs sont presque toujours capables de gérer les systèmes de distribution; les organisations de gestion de l'irrigation peuvent souvent réapparaître sous la forme de fournisseurs de services ou d'entreprises de services.

L'importance de l'agriculture urbaine

L'agriculture urbaine est un secteur qui s'accroît rapidement, et pas seulement chez les personnes défavorisées. Selon de récentes estimations, un tiers des habitants des villes seraient engagés dans l'agriculture urbaine dans le monde, et celle-ci



Jardin urbain à l'extérieur de Bissau, Guinée-Bissau

satisferait jusqu'à un tiers des besoins alimentaires urbains. Dans de nombreuses zones urbaines, l'agriculture occupe plus d'espace que les bâtiments et la voirie: dans le Grand Bangkok, par exemple, 60 pour cent des terres sont cultivées.

L'agriculture urbaine met souvent à contribution les déchets urbains pour l'eau et les nutriments utilisables qu'ils offrent et cette méthode peut être extrêmement efficace: la production intensive de légumes n'utilise par exemple que 5 à 20 pour cent de l'eau et 8 à 16 pour cent des terres nécessaires à l'agriculture rurale mécanisée. Au Botswana, on pratique une horticulture en conteneurs de haute technologie qui peut produire l'équivalent de 20 tonnes de maïs par hectare.

Dans certains pays qui manquent d'eau, une vision radicalement nouvelle de l'utilisation de l'eau se met en place: l'eau est d'abord distribuée aux zones urbaines, où elle est utilisée puis traitée, après quoi les eaux usées sont mises à la disposition de l'agriculture. Les industries urbaines financent le coût de l'alimentation en eau et du traitement, les eaux traitées étant proposées aux agriculteurs à bas prix.

Amélioration de la transparence et de la responsabilité

Dans de nombreux pays, les institutions responsables de la gestion de l'eau ont souvent des antécédents marqués par des problèmes de bureaucratie, de dissimulation et de traitement abusif de la clientèle. Le manque de transparence et de sens de responsabilité a souvent caractérisé le secteur de l'eau. Plus l'eau se raréfie, plus le public exprime le besoin d'être informé sur la manière dont l'eau est utilisée, par qui et en quelles quantités; et de même il exigera de savoir qui pollue et dans quelles proportions. L'accès à l'information par Internet facilitera les efforts de transparence des institutions, mais il ne faut pas oublier que la vraie transparence ne se limite pas à la publication de quelques données soigneusement sélectionnées.

La jurisprudence indique de plus en plus que les institutions de gestion de l'eau, et en particulier celles qui s'intéressent à l'irrigation, doivent justifier leurs décisions et activités auprès des utilisateurs et de la société en général. Lorsque l'on pourra tenir les fabricants de véhicules motorisés responsables de

l'élimination finale de leurs produits usagés il est vraisemblable que l'on pourra exiger des institutions de gestion de l'eau qu'elles livrent une marchandise de bonne qualité dans les délais voulus, d'autant plus que des eaux polluées pourraient contaminer les aliments produits et menacer la santé humaine.

Mesures d'incitation

L'une des mesures les plus efficaces d'incitation aux économies en eau est l'adoption d'une politique des prix qui fasse payer très cher le gaspillage de l'eau. La suppression des subventions gouvernementales accordées à l'eau d'irrigation est la première mesure à prendre, en examinant soigneusement ses conséquences sur les agriculteurs défavorisés. Il faut en fait adapter les politiques des prix de manière à ce que les agriculteurs n'aient pas à payer le coût intégral de l'eau qu'ils utilisent, mais qu'ils ne l'obtiennent pas gratuitement non plus. Des systèmes progressifs de tarification peuvent permettre de réaliser des économies en eau considérables: il est par exemple possible de conserver le prix habituel pour une portion de l'eau consommée, par exemple la moitié du volume normalement utilisé, puis d'augmenter le prix pour le prochain quart et de fixer un prix dissuasif pour le dernier quart. Ces systèmes peuvent également être utilisés pour protéger des nappes souterraines surexploitées. Une étude évaluerait le volume de réapprovisionnement naturel de la nappe; ensuite, les droits de prélèvement pour cette quantité pourraient être répartis entre les agriculteurs qui utilisent cette nappe. Ceux qui continueraient à pomper plus que leur part allouée pourraient alors, soit payer un prix beaucoup plus élevé, soit être contraints d'acheter les droits de pompage de ceux qui n'utilisent pas toute leur part dans des conditions de marché libre.

Porter au maximum la productivité de l'eau, ne signifie pas seulement l'optimisation de la production agricole par mètre cube d'eau, mais aussi celle du nombre d'emplois ruraux susceptibles d'être créés avec des ressources en eau limitées. Cela revient à dire que la valeur de l'eau réside à la fois dans les aliments qu'elle permet de produire et dans les revenus qu'elle peut générer. La répartition de l'eau d'irrigation peut constituer un moyen d'améliorer l'emploi si l'eau est distribuée aux familles rurales en fonction de l'endroit où elles vivent plutôt que des terres qu'elles possèdent. Plusieurs projets, dont certains en Inde et en Afrique, ont tenté l'expérience de distribuer suffisamment d'eau pour irriguer une petite parcelle de terrain à chaque exploitation familiale ou à chaque homme et chaque femme d'une zone donnée. Ces projets ont augmenté à la fois les revenus et la production alimentaire. De ce point de vue, il apparaît que le passage de l'agriculture pluviale, qui offre des emplois occasionnels et très saisonniers, à l'agriculture irriguée, qui nécessite souvent

l'emploi de main-d'oeuvre à l'année dans les champs et pour faire fonctionner les systèmes de distribution, se traduit souvent par une augmentation des emplois.

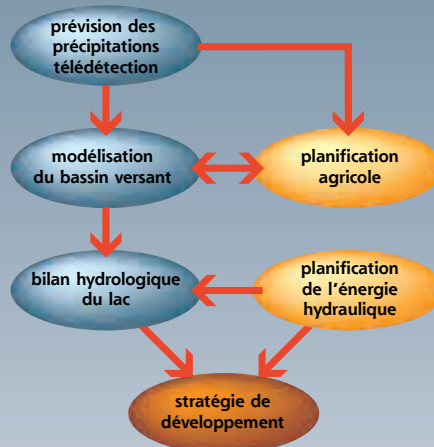
AMÉLIORATION DE LA GESTION DES BASSINS FLUVIAUX

La finalité de la gestion de l'eau est d'optimiser l'utilisation de l'eau dans l'ensemble d'un bassin fluvial de telle manière que tous les usagers aient accès à l'eau dont ils ont besoin. Par tous les usagers, on n'entend pas seulement les trois principaux secteurs que sont les collectivités urbaines, les industries et l'agriculture. Les autres usagers possibles sont: les services publics d'électricité, qui utilisent l'eau pour les aménagements hydro-électriques et pour refroidir les groupes thermiques des centrales classiques et les réacteurs nucléaires, les autorités portuaires qui ont besoin d'eau pour la navigation, les terres humides indispensables comme filtres naturels et comme aires protégées pour la flore et la faune sauvage, et les pêcheurs de rivière en aval dont la subsistance dépend du débit du cours d'eau.

Amélioration de la gestion dans le bassin du Nil

L'Initiative pour le bassin du Nil a été mise en place en 1998 par le Conseil des ministres chargés du secteur de l'eau de dix pays qui bordent le Nil. La FAO aide les nations à améliorer la gestion du bassin du Nil depuis plus de dix ans. Elle a par exemple contribué à:

- mettre au point un système de prévision pour le fleuve Nil et un système de contrôle et d'aide à la décision pour la gestion du réservoir du barrage d'Assouan en Egypte;
- renforcer les capacités techniques dans la région du lac Victoria en matière de surveillance des ressources en eau, de développement des outils de modélisation et d'élaboration d'un système de base de données géoréférencé pour la région;
- renforcer les capacités de gestion des ressources en eau du bassin du Nil.



Le système de développement des ressources en eau du lac Victoria intègre la planification de l'agriculture et de l'énergie hydraulique aux études hydrologiques.

Amélioration de la réglementation des eaux

Les priorités seront difficiles à définir au cours des prochaines décennies. Les besoins croissants des populations urbaines constitueront un facteur incontournable. La propriété des droits sur l'eau est un sujet très préoccupant puisque, dans bien des régions du monde, les centres urbains se sont tout simplement appropriés l'eau dans les zones périurbaines et la considèrent comme leur propriété, privant ainsi les agriculteurs locaux de leurs moyens d'existence. Ailleurs des négociations intenses ont lieu entre les autorités municipales, qui disposent de fonds, et les propriétaires des terres rurales, qui détiennent les droits sur l'eau. Rares sont les bassins fluviaux qui ont rationalisé cet ensemble de facteurs selon une logique progressive qui voudrait que l'eau la plus pure soit d'abord destinée à l'usage domestique, puis qu'après traitement les eaux usées soient utilisées pour

l'irrigation de cultures comme les céréales, et qu'enfin les eaux de moindre qualité soient employées pour l'irrigation des plantations forestières, des pâturages et des parcs, jardins et pelouses.

L'organisation de la gestion de l'eau à cette échelle est encore plus complexe lorsque les bassins fluviaux sont communs à deux pays ou davantage. Il y a beaucoup de cas de ce genre: à l'échelle mondiale, 47 pour cent des terres font partie de bassins fluviaux internationaux, dont on dénombre plus de 200 exemples. Treize bassins sont partagés par cinq pays ou davantage. Les bassins fluviaux partagés par les pays développés font déjà l'objet de nombreux accords régissant l'utilisation rationnelle de ces ressources en eau; ceux que se partagent les pays en développement sont beaucoup moins réglementés. La FAO s'efforce depuis de nombreuses années d'établir des bases saines pour la mise en place de tels accords.

Vers un avenir meilleur

La FAO croit en un avenir où la subsistance des ruraux comme des citoyens serait assurée et où leurs besoins nutritionnels seraient satisfaits. Les agriculteurs généreraient leurs moyens d'existence et les ressources, et produiraient tous les aliments nécessaires pour eux-mêmes et les populations non agricoles, en utilisant leur propre ingéniosité et les ressources physiques dont ils disposent. Les jeunes resteraient dans leurs communautés rurales, aideraient celles-ci à s'occuper des plus âgés et vivraient en sécurité. Les zones rurales, comme les zones urbaines, bénéficieraient de services éducatifs, culturels et sociaux et de possibilités d'emploi réelles. Tout le monde aurait accès aux aliments produits localement et ailleurs, ainsi qu'aux réseaux de transport et liaisons permettant la communication avec les marchés, les centres administratifs et le système économique en général. Les hommes et les femmes des zones rurales participeraient à l'amélioration mondiale du niveau de vie dont les retombées se manifesteraient en termes de qualité de vie, de santé et de loisirs. L'agriculture et les autres activités seraient pratiquées en harmonie avec l'environnement: les cours d'eau, lacs et nappes souterraines aux eaux propres seraient intégrés aux écosystèmes sains et naturels qui les entourent. L'eau serait gérée de manière efficiente et durable. L'eau et les ressources agricoles seraient équitablement accessibles, dans le cadre d'un environnement économique juste qui donnerait à chacun sa chance.

Un tel avenir ne se mettra pas en place tout seul: il faut que les droits humains, politiques et économiques des personnes soient respectés. La société doit être

organisée de manière à ce que tous, même ses membres les plus faibles, aient accès à la nourriture et à l'eau. Chaque génération a l'obligation de préserver l'héritage naturel et agricole qu'elle laissera à ses descendants, de manière à ce que la production d'aujourd'hui ne compromette pas la capacité des générations futures à produire ce qui sera nécessaire à leur vie. Il importe encore davantage que les hommes et les femmes puissent prendre part aux décisions qui les concernent, y compris celles portant sur l'allocation et la gestion de l'eau. L'autorité décisionnelle doit être transmise au plus bas niveau possible et tout le monde doit avoir accès à l'information nécessaire pour prendre ces décisions.



Toutes les bouches à nourrir dépendent de l'eau utilisée en agriculture qui produit les aliments à consommer et les revenus qui permettent de les acheter...



JOURNÉE MONDIALE
DE L'ALIMENTATION
16 OCTOBRE 2002



Pour de plus amples informations, veuillez contacter:

Division de la mise en valeur des terres et des eaux
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italie

Mél: land-and-water@fao.org
www.fao.org/landandwater