

Parmentier B. (2007). Nourrir
l'humanité. Les grands problèmes
de l'agriculture mondiale au
XXI^e siècle. Paris : La Découverte

2

Produire plus et mieux avec trois fois moins :
moins de terre, moins d'eau, moins de biodiversité

P our produire des aliments, il faut pouvoir disposer en abondance d'éléments aussi simples que le sol, l'eau et la diversité génétique. S'ils viennent à manquer, l'activité agricole devient difficile et aléatoire. Seule une petite proportion de la surface de la planète se prête à l'agriculture : on ne peut plus guère l'étendre et les effets conjugués de l'urbanisation, de l'érosion et de la contamination ne cessent de la réduire. L'eau douce, que l'on croyait très abondante sur terre, vient à manquer dans la majorité des pays du monde et devient source de conflits sous toutes les latitudes ; l'irrigation est de plus en plus onéreuse et ne pourra constituer l'unique solution. Enfin on prend de gros risques en affaiblissant considérablement la biodiversité et en laissant disparaître une bonne partie de la faune et de la flore autrefois exploitées par l'agriculture dans une période où les dangers sanitaires se multiplient.

Les sols agricoles manquent et nombre d'entre eux s'appauvrissent

La terre est totalement indispensable pour les cultures comme pour l'élevage : les animaux élevés hors-sol, par exemple les poulets ou les porcs, semblent consommer peu de surface, mais en réalité ils mangent à longueur de journée des céréales qui, elles, ont bien eu besoin de terre pour pousser.

Il n'y a presque plus de nouvelles terres à gagner

Si l'on retire les déserts (glaces ou chauds), les montagnes, les villes, les routes, les forêts, etc., on ne cultive en moyenne et de façon permanente que 12 % de la superficie des terres émergées de la planète (soit 1,5 milliard d'hectares sur 13,1), avec des différences considérables : 65 % au Bangladesh, 57 % en Inde, 7 % en Russie, 3 % en Égypte, au Congo, en Algérie et au Pérou, selon la FAO. Ajoutons à cela 26 % de pâturages, toréts et autres surfaces dédiées partiellement à l'agriculture et à l'élevage, pour aboutir, au total, à seulement 38 % de la population et à l'élevage, pour l'augmentation très rapide de la population, la superficie de terre cultivable par habitant de la planète ne cesse de diminuer.

Notons au passage que la France jouit, elle, de conditions favorables lui permettant de mettre en culture 36 % de son territoire (19,6 millions ha sur 55), soit trois fois plus que la moyenne.

Alors que, dans les années 1960, chaque habitant de la planète pouvait compter sur 0,43 ha pour se nourrir, il ne dispose plus, au début de ce siècle, que de 0,25 ha, et ce chiffre devrait descendre à 0,15 ha en 2050. En quarante ans, la surface agricole mondiale a augmenté de seulement 9 % alors que la population a fait un bon de 50 %. Un hectare moyen cultivé sur la planète devait nourrir deux personnes en 1960, trois en 1980, contre quatre aujourd'hui et six en 2050¹.

Les différences sont importantes suivant les pays et chacun peut imaginer qu'il est plus facile aux Australiens d'arriver à se nourrir correctement avec 2,5 ha agricoles par personne qu'aux Chinois avec 0,12 ha. Mais il faut également observer que, parmi les pays les moins dotés, les pratiques sont très diverses : au-delà des effets réels liés aux conditions climatiques, quelle différence entre les Pays-Bas, la Suisse et le Bangladesh, qui, pourtant, ont en commun de ne disposer que de 0,06 ha par personne ou entre Haïti et l'Allemagne, qui se situent autour de 0,14 ha ! Pourtant, des efforts considérables ont été déployés pour trouver plus de terres cultivables. On a mis en culture plus de sols depuis 1945 que pendant les XVIII^e et XIX^e siècles réunis. On touche maintenant aux limites physiques de la planète, même s'il reste quelques exceptions, comme l'Amazonie ou certaines zones d'Afrique et d'Asie tropicale. La conquête de ces terres encore vierges pose cependant d'énormes problèmes environnementaux et le processus de gâchis est déjà bien engagé. Il est donc évident que l'augmentation de 50 % de la population mondiale au cours

¹ Notons qu'en France, actuellement, un hectare de blé fournit 117 personnes en pain, un hectare de vigne 97 personnes en vin, un hectare de betteraves 661 personnes en sucre. Aussi souhaitable que cela puisse paraître, étendre la productivité des fermes françaises à de vastes zones de la planète ne serait pas chose facile.

dé ce siècle ne pourra absolument pas être accompagnée de la mise en culture de 50 % de superficies supplémentaires.

Certains experts font néanmoins valoir qu'à partir d'analyses effectuées sur des photos-satellite on pourrait théoriquement mettre en culture 2,8 milliards ha supplémentaires. « aptes dans une certaine mesure à l'agriculture pluviale », soit le double de ce que l'on cultive actuellement². La moitié de cette superficie est actuellement recouverte de forêts ; on pourrait certes imaginer d'en défricher une partie, mais avec tous les risques écologiques que cela implique. D'autres terres sont actuellement consacrées à d'autres usages, en particulier urbains, et il est improbable que l'on puisse les restituer aux cultures. Ce n'est souvent pas par hasard que les autres surfaces sont actuellement inexploitées : leurs sols sont toxiques, peu fertiles, en relief accidenté ou situés dans des zones à forte incidence de maladies humaines et animales, etc.

Il reste néanmoins encore des réserves exploitables, notamment en Afrique subsaharienne et en Amérique latine, et, à un degré moindre, en Asie de l'Est. Mais on ne les compte pas en milliards d'hectares. La FAO estime qu'entre 1998 et 2030 les terres arables augmenteront encore d'environ 120 millions ha, qui s'ajouteront aux 172 millions ha mis en culture depuis les années 1960. Après, cela sera pratiquement terminé. Le Brésil pourrait être le grand gagnant grâce à son immense forêt amazonienne, peu fertile mais où l'on trouve à profusion soleil et, pour le moment, eau douce. Les autres pays qui disposent de grandes réserves sont, en Amérique latine, l'Argentine, le Pérou, la Colombie et la Bolivie ; en Asie, l'Indonésie et la Papouasie (et à un moindre degré la péninsule indochinoise) et, en Afrique, le Congo, l'Angola et le Soudan. L'Afrique subsaharienne aura un besoin vital de ces nouvelles terres compte tenu de sa forte croissance démographique. Il est possible que cette expansion entraîne parallèlement une réduction de la durée des périodes de rotation et de jachère. Si l'utilisation d'engrais organiques ou minéraux n'augmente pas en compensation, l'épuisement des sols ou des rendements stagnants ou réduits pourraient s'ensuivre.

Cette « solution miracle » de l'augmentation de la surface des terres cultivées est toutefois définitivement exclue dans de larges régions du monde où la population va continuer à croître : Afrique du Nord, Moyen-Orient, Asie centrale et de l'Est.

Par ailleurs, si la planète se rechauffe, certains pays pourraient mettre en culture des parties de leur territoire actuellement trop froides pour produire, comme la Russie ou le Canada. Mais il n'est pas sûr que cette

² Voir les études de la FAO et de l'IIASA (Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués).

nouvelle colonisation agricole compense entièrement le désastre de la perte de nombreuses terres situées dans les zones tropicales, d'autant plus qu'on imagine mal des paysans du Sahel aller s'installer dans le Nord canadien.

Le peu de terres agricoles dont on dispose est constamment menacé

La quantité de terres disponibles pour l'agriculture étant dramatiquement limitée, on gagnerait évidemment à se montrer responsable pour éviter d'en perdre.

Et pourtant l'érosion des sols devient un vrai problème, en particulier dans les pays en développement. Selon une étude du GLASOD (Programme d'évaluation mondiale de la dégradation des sols) datant de 2001, 305 millions ha sont fortement dégradés dans le monde, voire devenus purement et simplement inaptes à l'agriculture (soit 6 fois la superficie totale de la France, et 16 fois sa superficie cultivable). Au total, le phénomène d'érosion due à l'eau affecte déjà 1 100 millions ha, et d'érosion due à l'air, 600 millions ha. Ce processus pourrait, à terme, limiter les zones arables au bas des vallées et ne laisser que de simples champs de cailloux dans les zones en pente, montagneuses ou de collines³. Or 45 % des terres agricoles mondiales présentent une inclinaison de plus de 8 % et, parmi elles, 9 % ont des pentes très abruptes (plus de 30 %). On estime qu'au Népal, par exemple, quelque 20 à 50 tonnes de sol par hectare sont érodées chaque année dans les champs situés sur les collines et dans les montagnes, et que jusqu'à 200 tonnes de sol par hectare et par an pourraient être perdues dans certains bassins versants fortement dégradés. En conséquence, les rendements des cultures dans ces régions ont chuté de 8 % à 21 % entre 1970 et 1995, selon la FAO. Au Maroc, 70 % de la surface agricole est actuellement soumise à une érosion dangereuse ; chaque année, ce sont 22 000 ha de terres arables qui disparaissent. Et que dire de la Chine qui enregistre une baisse d'un million d'hectares par an de ses terres cultivables. Certains experts des Nations unies estiment qu'actuellement 40 % des terres émergées du globe sont touchées de près ou de loin par ce phénomène de désertification.

L'érosion entraîne également des dégradations hors site telles que l'envasement des lits des cours d'eau et des barrages, les inondations,

3. Heureusement, la terre n'est pas toujours perdue pour tout le monde : depuis des millénaires, l'Égypte profite largement du dépôt par le Nil d'alluvions arrachées au territoire éthiopien.

l'eutrophisation des lacs et des eaux côtières, les pertes d'activité des pêcheries, etc.

Le système de production agricole ancestral dit d'« abattis brûlés », qui a pu se maintenir sous toutes les latitudes pendant des millénaires, se révèle désormais catastrophique. En pratique, il s'agit d'abattre et de faire brûler une parcelle de terre boisée chaque année. On la sème ensuite avec des graines, qui profitent des nutriments apportés par la forêt. Après quelques années, on passe à la parcelle suivante et la précédente retourne à la nature. Ce système de production s'avère très efficace tant que la population concernée est suffisamment modeste pour se contenter de rotations allant de vingt à cinquante ans, permettant à la forêt de se reconstituer. Il devient désastreux en cas de surpopulation et s'aggrave encore lorsque les jeunes pousses sont utilisées pour faire du bois de cuisine ou de chauffage : la forêt dégénère alors en savane voire, dans certains cas, en quasi-désert. En effet, une part appréciable des pluies qui tombent sur la forêt vierge provient de l'évaporation de l'humidité importante de cette même forêt. Lorsque l'on défriche, les champs de céréales et *a fortiori* les pâturages qu'on substitue à la forêt conservent beaucoup moins d'eau et il s'en évapore également beaucoup moins. En cas d'érosion et de lessivage de la terre, il n'y a plus d'évaporation du tout, mais un simple ruissellement. C'est ainsi que l'on transforme progressivement la forêt en désert. C'est probablement ce qui s'est passé dans une bonne partie des zones arides du monde, et, sur des temps beaucoup plus longs, associé à la dérive des continents, au Sahara, en Arabie et en Pense...

Le risque est identique en cas de surpâturage dans les zones de steppes comme la Mongolie, qui se mue peu à peu en désert et engendre des tempêtes de poussières dans les régions voisines.

L'autres phénomènes de retrait des surfaces antérieurement cultivées existent : la surexploitation des pâturages et des bois, la saturation de l'environnement par des déchets ménagers et industriels, la montée des eaux : de la mer, la mise en eau des barrages, la construction de routes, autoroutes et voies ferrées (traversant le plus souvent des zones plates, donc fort utiles pour l'agriculture), etc.

L'urbanisation massive, avec son cortège de parkings et autres zones industrielles, commerciales, sportives ou récréatives, pèse énormément sur la disponibilité en terres agricoles au XXI^e siècle. La plupart des centres urbains sont justement implantés sur des terres agricoles fertiles, à l'exemple de Paris, situé au centre même du Bassin parisien qui compte les meilleures terres agricoles françaises ; il y a bien longtemps que les Champs-Élysées ne produisent plus de blé, ni, plus récemment, les 3 200 ha de l'aéroport de Roissy ou les 1 943 ha du parc de loisirs Euro Disney. La France « gèle » 60 000 ha par an pour son urbanisation, soit

l'équivalent des terres agricoles d'un département tous les dix ans. Elle a ainsi accru de 17 % ses terres urbanisées entre 1995 et 2005, alors que sa population n'augmentait que de 4 %. Elle consacre déjà 3 % de son territoire total au seul transport routier (routes et parkings).

Lorsque les villes se développent, elles occupent davantage de terres. En comptant 40 ha pour les logements et infrastructures nécessaires à 1 000 personnes, la croissance démographique mondiale entre 1995 et 2030 devrait mobiliser à elle seule 100 millions ha supplémentaires de terres à ces fins non agricoles selon la FAO, soit à peu près autant que ce que l'on estime pouvoir gagner à l'agriculture en Afrique et en Amérique latine dans la même période.

Sans compter les difficultés économiques croissantes sous toutes les latitudes, qui font que nombre d'agriculteurs quittent les terrasses escarpées des collines et des montagnes pour émigrer à la périphérie des grandes villes. Rapidement, la montagne retrouvera ses droits et ces terrasses disparaîtront⁴.

Le même phénomène concerne le défaut d'entretien des digues, destinées à protéger des inondations ou créant des réserves d'eau pour pouvoir irriguer en période sèche.

Des sols soumis à rude épreuve

De plus, il ne suffit pas d'empêcher que les sols disparaissent dans les fleuves, dans la mer ou sous une couche de goudron ; il faut également pouvoir préserver leur qualité. Or ceux-ci sont diversement menacés, en premier lieu par l'appauvrissement de la biodiversité. Les vers de terre, par exemple, disparaissent progressivement de nos sols. Une prairie naturelle non traitée abrite ainsi 250 à 300 individus par mètre carré (soit 1 à 2,5 tonnes de vers par hectare) alors que dans un champ de céréales ou un vignoble soumis de longue date à une pratique agricole intensive il ne reste plus guère que 1 à 3 vers de terre par m² (soit 50 kg/ha). La charrue, surtout si elle labore très profondément, fait disparaître ces ingénieurs du sol en les faisant remonter à la surface, où ils sont la proie des oiseaux, renards ou sangliers. De plus, certains pesticides les déciment. En fin de compte, leur disparition prive les champs des réseaux de canalisations (jusqu'à 500 mètres linéaires par m² de terre) qui assurent la respiration du sol, le déplacement de l'eau vers les profondeurs (et donc la diminution

4 Ce processus a déjà pu être observé dans certains pays européens. En Italie, environ 1,5 million ha, dont 70 % en pente, ont été abandonnés dans les années 1960. Dans certaines provinces, les terres agricoles ont diminué de 20 % (données FAO). En France également, les terrasses abandonnées dans les Cévennes sont éloquentes.

du ruissellement), la pénétration des racines des plantes et la circulation verticale des matières organiques. La terre se tasse, se durcit et devient moins productive.

Autre conséquence de l'agriculture intensive, la baisse des teneurs en matières organiques et en azote, phosphore et potassium (NPK). Les apports artificiels en engrais ne compensent pas entièrement les pertes enregistrées année après année, en liaison avec les récoltes ou par lessivage⁵. Parallèlement, les sols deviennent de plus en plus déficients en oligo-éléments comme le fer et le bore. S'ils permettent encore provisoirement de maintenir une production agricole abondante, c'est au prix d'une baisse significative de la « valeur santé » des plantes récoltées, qui manquent de minéraux, de vitamines, etc.

En parallèle, on observe une contamination croissante de la terre par des métaux lourds (issus de la circulation automobile ou aérienne, comme le plomb ; rejetés par les industries métallurgiques, comme le cadmium ; ou contenus, comme d'autres substances toxiques, dans les boues des stations d'épuration urbaines ensuite épanchées sur les champs, ou dans les fumées des usines d'incinération des ordures ménagères, etc.).

Notre modernité a aussi engendré la compactation des sols : il n'est pas anodin de passer et de repasser à longueur d'année dans un champ avec des matériels agricoles qui pèsent plusieurs tonnes. Les agriculteurs essayent de limiter les dégâts en se déplaçant systématiquement dans les mêmes traces pour sacrifier le minimum de surface du champ, mais les sols deviennent inexorablement de plus en plus tassés. Cette compactation gêne les racines des jeunes plantes dans leur progression en profondeur et celle de leurs tiges vers la lumière.

Enfin, la salinisation commence à faire des ravages. Dans de très nombreuses zones irriguées, et particulièrement dans les pays arides ou semi-arides (où entre 10 % et 50 % de la superficie irriguée peut se trouver affectée), l'évaporation provoque une remontée des sels situés en profondeur. Ces sels empoisonnent ensuite les cultures, pouvant causer des baisses de rendement de 10 % à 25 % pour un grand nombre de récoltes, voire empêcher toute culture. On estime que 3 % des terres agricoles mondiales sont affectées par la salinisation, mais ce pourcentage atteint 6 % en Asie de l'Est et 8 % en Asie du Sud, selon la FAO. Les chercheurs ont beau coup de mal à mettre au point des cultures capables de pousser dans de

Une étude détaillée de la FAO pour l'Amérique latine et les Caraïbes a révélé un épuisement des éléments nutritifs généralisé et pour presque toutes les cultures, sauf pour les haricots. Les pertes nettes d'azote, de phosphore et de potassium dans la région pour la période 1993-1995 s'élevaient à 54 kg/ha/an. Une autre étude a suggéré des pertes nettes de 49 kg/ha/an en Afrique subsaharienne.

telles conditions. C'est une voie potentielle de développement pour les OGM, mais sans résultat pour le moment. Voilà bien l'un des paradoxes des tentatives d'amélioration de la production agricole : des terres autrefois riches, pour lesquelles on a beaucoup investi en irrigation, s'appauvrissent désormais d'année en année.

L'eau douce de bonne qualité devient rare et chère

Rassurons-nous : notre planète ne perd pas d'eau ; elle ne la répand pas dans l'espace interstellaire et se définit encore pendant très longtemps par sa couleur bleue vue de l'espace. Cependant, on peut mourir de soif dans de nombreuses régions, et l'on meurt de plus en plus de faim faute d'eau pour pratiquer l'agriculture.

Cet apparent paradoxe provient du fait que, contrairement aux poissons, les mammifères que nous sommes et la majorité des plantes que nous mangeons ont besoin d'eau douce et non pas d'eau salée. Or, si l'eau salée abonde, l'eau douce manque. Elle ne représente en fait que 2,5 % des ressources en eau de la planète, dont les deux tiers sont figés dans les glaciers et les neiges éternelles. Au total, l'eau réellement disponible dans les nappes souterraines, les mers intérieures, les lacs et les rivières et qui n'est « ni salée ni gelée » ne représente même pas 1 % des réserves de la planète. Pour l'agriculteur, cette eau douce, que l'on croyait à tort très abondante, commence à devenir une denrée de plus en plus rare, en regard des phénomènes de réchauffement de la planète et de croissance de la population mondiale.

Les réserves mondiales d'eau douce liquide s'élevaient à 16 800 m³ par personne et par an en 1950. Elles atteignent aujourd'hui 6 800 m³ et devraient tomber à 4 800 m³ en 2025. En fait, 3 milliards de personnes ne disposeront que de 1 700 m³ par an (seuil d'alerte pour l'ONU), car cette eau douce est très inégalement répartie sur la planète. Une dizaine de pays concentrent près de 60 % des réserves (à commencer par le Brésil et la Russie, mais aussi les États-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie et le Pérou), tandis que quatre-vingts autres pays, principalement situés en Afrique et au Proche-Orient (soit 40 % de population mondiale), souffrent de graves pénuries. Entre les Palestiniens de la bande de Gaza, qui disposent d'à peine 59 m³ par personne, et les Islandais, qui peuvent jour chacun de 630 000 m³, le rapport est de 1 à 10 000. De fortes inégalités coexistent à l'intérieur des pays : aux États-Unis, la Californie ne dispose plus d'assez d'eau douce pour subvenir à ses besoins, alors que Chicago ne semble pas devoir s'inquiéter de la disparition des grands lacs. Si la situation est globalement satisfaisante

La France, relativement bien dotée

La France enregistre en moyenne 480 milliards m³ de pluies par an, dont 321 s'évaporent dans l'atmosphère. Si l'on y ajoute les 11 milliards m³ provenant des fleuves transfrontaliers, elle peut disposer d'environ 170 milliards m³ d'eau douce par an (soit environ 2 800 m³ par habitant).

Les prélèvements sont de l'ordre de 40 milliards m³, soit à peu près un quart de l'eau disponible, et les consommations nettes (volumes d'eau non restitués immédiatement dans le milieu aquatique ou évaporés) de l'ordre de 6 milliards.

L'eau est utilisée de la façon suivante : 43 % pour l'agriculture (les surfaces irriguées ont quadruplé entre 1970 et 1997), 42 % pour les usages domestiques et urbains, 7 % pour l'industrie et 8 % pour la production d'électricité (mais il ne s'agit là que d'un emprunt : la grande majorité de l'eau est reversée, certes plus chaude, dans les rivières). 63 % de l'eau potable provient des eaux souterraines (à travers 32 000 captages) et 37 % des fleuves, des rivières et des lacs.

Le stock des eaux souterraines est estimé à environ 2 000 milliards m³, auquel il faut ajouter 110 milliards m³ en surface (lacs, étangs, barrages). Le tout équivaut à douze ans de disponibilité moyenne... Mais tout est relatif : la France ne possède qu'à peine 1/4 500 des eaux souterraines de la planète.

Les ressources sont inégalement réparties et varient suivant les saisons, ce qui explique l'apparition ponctuelle de sécheresses. La moitié de l'eau est concentrée sur un quart du territoire. Les régions qui connaissent le plus de difficultés sont la zone méditerranéenne et le Sud-Ouest, mais aussi la région parisienne où la demande excède maintenant les capacités naturelles de la Seine, ce qui conduit à effectuer des prélèvements dans d'autres bassins. Sans oublier le Poitou-Charentes ou la Bretagne dont le socle granitique limite la capacité de stockage souterrain et rend les eaux de surface vulnérables aux effluents de l'agriculture et de l'élevage.

En Amérique latine, puisque ce continent détient le quart des réserves mondiales d'eau douce alors qu'il n'accueille que 6 % de la population planétaire, il n'en va pas de même de l'Asie, où 60 % des habitants de la planète ne peuvent compter que sur un tiers des réserves. La situation de l'Europe dans son ensemble n'est pas excellente ; elle compte 13 % de la population mondiale, mais seulement 8 % des ressources en eau douce.

Dans les douze pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée, la situation devient critique. L'Égypte et Israël exploitent déjà plus de 90 % de leurs ressources hydriques, tandis que la Palestine et la Libye ont largement dépassé 100 %, épousant ainsi rapidement leurs nappes phréatiques fossiles. Les pays les plus riches compensent en investissant dans les usines de dessalement de l'eau de mer, en particulier dans le golfe Persique ; 12 500 installations de ce type alimentent 1,5 % de la population

mondiale. De son côté, l'île de Chypre est ravitaillée régulièrement en eau douce par des cargos turcs. Mais ces solutions ne sont pas applicables à grande échelle dans les pays secs et pauvres. Vingt-deux pays africains (Ghana, Togo, Nigéria, Madagascar, Éthiopie, Afrique du Sud, Égypte, Somalie, Rwanda, Kenya, etc.) se situeront en 2025 au-dessous du seuil critique de 1 700 m³.

La fin de l'eau douce pure, abondante et bon marché

L'eau douce, c'est la vie. Lorsqu'elle manque ou qu'elle n'est pas propre, c'est aussi la mort pour des millions de personnes chaque année. Et ce chiffre pourrait croître fortement si l'on ne prend pas de mesures importantes à l'échelle de la planète.

Au cours du xx^e siècle, la population mondiale a été multipliée par trois, tandis que sa consommation en eau était multipliée par six. Ce doublement moyen de la consommation par habitant recouvre de nombreuses différences entre les pays et les continents, suivant le niveau de vie et les cultures : à l'échelle de l'ancienne Europe des Quinze, un Européen consommait en moyenne 300 litres d'eau par jour (500 à Paris), un Américain 600 litres (1 000 à New York), un habitant de Sydney 1 000... et un Africain 30. C'est tellement simple et bon marché d'ouvrir le robinet dans les pays occidentaux que les Européens en utilisent au quotidien aujourd'hui huit fois plus que leurs grands-parents. Les pertes représentent en moyenne près de la moitié de l'eau consommée. On considère que dans des grandes villes comme Le Caire ou Mexico jusqu'à 70 % de l'eau est perdue du fait des fuites dans les réseaux. Sans parler de certaines utilisations fortement consommatrices comme les bains ou, quotidiennement, les chasses d'eau : celles-ci absorbent 40 % de l'eau domestique dans les grandes villes.

Cela dit, pour satisfaire les besoins alimentaires d'une planète en pleine croissance démographique, il a fallu intensifier l'agriculture, en particulier via la multiplication par cinq de la superficie des terres irriguées. Voilà pourquoi, sur les 3 800 km² d'eau douce que l'humanité prélève annuellement, 70 % sont destinés aux usages agricoles, 20 % aux utilisations industrielles et seulement 10 % aux usages municipaux ou domestiques. Cela représente au total à peine 1/10 des 40 000 km³ d'eau douce qui s'écoulent chaque année sur les terres émergées. Ce chiffre pourrait être rassurant si les ressources en eau douce étaient uniformément réparties, mais ce n'est pas le cas et les régions où elles manquent deviennent de plus en plus nombreuses.

L'inégalité géographique face aux ressources hydriques est largement aggravée par les dégâts de l'activité humaine qui empirent d'année en

année. Les villes, les industries et l'agriculture déversent sans relâche d'immenses quantités d'eau insuffisamment traitée dans la nature, contaminant ainsi l'eau potable. Aujourd'hui la moitié des fleuves et des rivières est gravement polluée en pesticides, engrais ou microbes, et donc source de maladie. Résultat, près de la moitié de la population mondiale ne dispose pas encore d'installations sanitaires suffisantes et un milliard de personnes boivent de l'eau impropre à la consommation. Situation dramatique : les spécialistes estiment que 3,4 millions de personnes, des enfants pour la plupart, meurent chaque année de diarrhées, de dysenteries, du choléra, de la typhoïde, de la poliomyélite, de la bilharziose, de l'onchocercose, etc., soit près de 10 000 personnes par jour.

Compte tenu de l'augmentation rapide de la population dans nombre de pays manquant d'eau, la situation ne s'améliore pas. Les plus pessimistes des experts pensent qu'en 2050 la moitié de la population mondiale pourrait ne pas ou ne plus avoir accès à l'eau potable. Si la société veut atteindre les Objectifs du Millénaire pour le développement (qui ont fait l'objet d'un consensus à l'ONU en 2000) et diviser par deux le nombre de personnes qui n'ont accès ni à l'eau potable ni à l'assainissement d'ici à 2015, il faudra doubler le budget dévolu à l'eau et aux projets d'assainissement, en passant de 16 milliards \$ à 33 milliards \$ annuels. On est malheureusement très loin du compte, malgré la faiblesse relative de ce chiffre – rappelons que les dépenses militaires annuelles mondiales s'élèvent à 900 milliards \$. Or, l'aide internationale aux pays pauvres destinée à enrayer la crise de l'eau a baissé de 25 % depuis 1998.

La manifestation la plus flagrante et familière du manque d'eau est la pénurie aiguë de cette ressource dans des régions de plus en plus vastes, à cause du réchauffement de la planète et de l'avancée des déserts (le Sahel a ainsi perdu 30 % de son volume de pluie entre les années 1970 et 1990, avant de reverdir un petit peu, ces dernières années). Cela entraîne la migration des populations de ces régions, en majorité des agriculteurs, vers des lieux plus cléments. Citons ici le slogan de l'ONG Action contre la faim : « De l'eau pour manger, SVP ! L'eau est aussi indispensable pour manger que pour boire. »

Mais le manque croissant d'eau, en particulier de l'eau destinée à l'agriculture, relève également d'autres mécanismes.

Il est notamment dû à la forte réduction voire à la disparition pure et simple des glaciers, dont la fonte rapide alimente actuellement bien des cours d'eau qui se retrouveront rapidement à sec, remettant en cause nombre d'agricultures irriguées. Les glaciers de l'Himalaya, qui couvrent 33 000 km² et dont l'épaisseur baisse de 0,2 à 1 mètre par an, alimentent neuf des principaux fleuves de l'Asie : Amou-Daria, Gange, Indus,

L'acuité de la crise de l'eau en Chine

En Chine, malgré le développement actuel, 70 % de la population ne dispose pas d'une eau saine en permanence. Parmi les 672 grandes villes du pays, 160 manquent gravement d'eau potable et imposent des restrictions et 400 doivent faire face à des pénuries. La surface totale des lacs a chuté de 15 % depuis les années 1950 et celle des zones marécageuses de 26 %. De plus, les deux tiers des rivières et des lacs sont pollués (on a enregistré 941 pollutions graves en eau douce en 2004).

Tout le nord du pays, où vivent 300 millions de personnes, est dans une situation tendue de sécheresse chronique ; les déserts progressent de 2 500 km² par an et les tempêtes de sable du désert de Gobi atteignent maintenant régulièrement la ville de Pékin. Si l'érosion concerne pratiquement toutes les régions du territoire chinois, elle se fait particulièrement sentir dans les zones situées entre le Huang He (fleuve jaune) et le Yangzi (fleuve Bleu). Dans cette région, le pouvoir chinois s'est lancé dans des projets pharaoniques.

• **Le barrage des Trois-Gorges sur le Yangzi** sera le plus grand barrage du monde. Sa mise en eau, de 2003 à 2009, implique le déplacement de près de deux millions de personnes et l'inondation de 4 500 villages, laissant la place à un lac d'une longueur de 650 km (pour une superficie équivalente à pres de deux fois celle de la Belgique). Il devra fournir une production électrique équivalente à celle de 18 centrales nucléaires. Ce barrage est essentiellement destiné à la régulation des fleuves, la production d'hydroélectricité et le développement de la navigation.

• **Trois canaux de 1 300 km** chacun, qui draineront 45 milliards de m³ d'eau par an du sud du pays vers des lacs et des réservoirs situés dans le nord, devraient être construits d'ici à 2050 pour un coût de 62 milliards \$ (soit le double du budget initial du barrage des Trois-Gorges). Ce projet est, cette fois, essentiellement tourné vers l'approvisionnement en eau du nord du pays, à des fins de consommation et d'irrigation.

• De nombreuses usines de dessalement d'eau de mer expérimentant diverses techniques.

Malgré ces immenses chantiers, les possibilités de recours à l'irrigation atteignent leurs limites. De plus, dans un pays en proie à la dérégulation généralisée, la présence d'un nombre considérable de barrages représente un danger certain : 22 000 des 45 000 grands barrages du monde se trouvent en Chine. En 1975, l'effondrement des barrages de Banqiao et de Shumanqiao, situés sur le Huai, un des affluents du Yangzi, a entraîné la mort de 240 000 personnes. Les Chinois arguent de la nécessité de prendre ce risque en rappelant les crues catastrophiques du Yangzi, qui ont provoqué plus de 300 000 morts au xx^e siècle (dont plus de 400 morts en 2000).

Dans le sud du pays, ce sont les inondations qui se font de plus en plus fréquentes et de plus en plus catastrophiques. Quant au littoral, il subit des remontées d'eau salée inquiétantes (certains experts prévoient une élévation de 30 à 60 cm des eaux de la mer dans les estuaires au cours du xx^e siècle).

En Chine, le problème de l'eau se pose encore plus fortement qu'ailleurs et devient même tout à fait crucial dans le secteur de l'agriculture, caractérisé par de petites exploitations très intensives. Dans un proche avenir, il n'est pas exclu que l'on y observe une baisse de la production due à la sécheresse dans le nord et aux inondations dans le sud.

Bramapoutre, Salouen, Mékong, Irrawady, Yangzi (fleuve Bleu), Huang He (fleuve Jaune) ⁶. Les 8,6 milliards m³ qui s'écoulent chaque année des sommets fournissent en eau douce des centaines de millions de personnes dans le monde. La fonte accélérée de ces glaciers risque dans un premier temps d'accroître les inondations, pour céder rapidement la place à une situation de pénurie. Cette eau glacière fournit par exemple l'essentiel du débit du Gange pendant l'été, hors mousson : si elle disparaît, l'approvisionnement en eau de 500 millions de personnes de juillet à septembre ainsi que de 37 % des cultures irriguées en Inde sera directement menacé. On observe le même phénomène dans d'autres régions : la calotte glaciaire du mont Kénya a diminué de 40 % depuis 1963 ; les neiges du Kilimandjaro ont fondu de 82 % depuis le premier relevé effectué en 1912 et pourraient disparaître totalement d'ici une quinzaine d'années : le Qori Kalis, au Pérou, voit ses glaciers reculer de 170 m par an ; en France, près de Chamonix, la fameuse mer de Glace a reculé de 150 m depuis 1993, et le glacier des Bossons de 550 m depuis 1983. Dans les zones tropicales, l'altitude du point de glaciation s'élève de 4,5 m/an. On sait maintenant comment l'histoire va se terminer : fin des glaciers, baisse du niveau de l'eau dans les rivières, problèmes d'irrigation et nouvelles difficultés à produire de la nourriture.

Un autre aspect de la diminution des ressources en eau douce est l'abaissement voire le tarissement des nappes phréatiques et l'impossibilité de poursuivre l'extension des surfaces irriguées qui les utilisent, avec pour conséquence l'exacerbation des conflits autour de ses multiples usages. Les experts, qui observent une augmentation très forte des prélèvements dans plusieurs nappes importantes (+ 144 % en trente ans aux États-Unis, + 300 % en dix ans en Arabie saoudite, + 100 % en dix ans en Tunisie), prévoient l'épuisement rapide de certaines d'entre elles. Le niveau de la nappe phréatique du bassin du Gange, en Inde, a baissé de plus de 60 m. Beaucoup de ces nappes ont une durée de renouvellement extrêmement longue, ce qui conduit à les considérer comme non renouvelables. C'est ainsi que les nappes aquifères dites « des grès Nubiens » d'Égypte, de Libye, de Tunisie et d'Algérie, qui ne sont plus alimentées

6 Le glacier Khumbou dans l'Everest a reculé de 5 km depuis la première ascension de Hillary et Tenzing en 1953.

aujourd'hui du fait de l'aridité du climat, stockent leur eau depuis plus de 6 000 ans, date de la dernière période humide du Sahara. Il en va de même pour l'Altiplano bolivien. Même dans les pays où il pleut régulièrement, ces nappes peuvent être relativement « étanches » et donc difficiles à renouveler ; la nappe des « Sables-Verts de l'Albien », située à 600 m sous Paris, mettra 30 000 ans pour se reconstituer lorsqu'on l'aura entièrement pompée. Au Mexique (Guanajuato), en Iran (Chamaran), en Chine (Hebei), au Pakistan (Islamabad, Baloutchistan), le niveau des nappes baisse de 2 à 3 m/an.

Autre donnée du problème, celui du débit des fleuves. Celui-ci subit l'effet conjugué du réchauffement de la planète, qui provoque la fonte des glaciers et une exacerbation des phénomènes météorologiques (plus de pluies quand il pleut, puis de longues périodes de sécheresse), de la déforestation croissante et du goudronnage intensif. La pluie tombant sur les zones boisées (ou simplement végétalisées) est retenue en grande partie sur place ; elle a alors le temps de s'enfoncer lentement dans le sol et d'alimenter régulièrement les nappes phréatiques, puis les fleuves. Quand les arbres ou la végétation disparaissent, l'eau ruselle beaucoup plus rapidement, emporte souvent la terre, ne recharge plus les nappes souterraines et provoque des inondations en aval des fleuves en période de pluie, suivies de longues périodes de faibles débits lors des périodes de sécheresse, lesquelles correspondent aux moments où les utilisateurs (agriculteurs, industries et villes) pompent le plus. Ce phénomène, observé autour du bassin méditerranéen, s'étend ainsi à toute la planète.

En Chine, en 1997, le Huang He (fleuve Jaune) n'a pas pu rejoindre la mer pendant 226 jours, car ses eaux, au débit insuffisant, avaient été entièrement pompées en amont pour l'irrigation et l'approvisionnement des villes. Une étude publiée dans la revue *Nature* (17 novembre 2005) estime que le débit moyen des fleuves du sud de l'Afrique et de l'Europe, du Moyen-Orient et de l'ouest de l'Amérique du Nord devrait baisser respectivement de 10 % à 30 % d'ici à 2050. De plus, le débit de pointe pourrait intervenir un mois plus tôt qu'actuellement, c'est-à-dire dans une période où les besoins en irrigation sont moindres. En période de besoin maximal, le débit serait ainsi doublement diminué. Même la navigation sur le Rhin pourrait en être affectée.

L'utilisation optimale des eaux des barrages (irrigation, production d'électricité, pêche, tourisme, etc.) est de plus en plus source de conflits. Le barrage de Serre-Ponçon, par exemple, le plus grand d'Europe en terre, laisse passer contractuellement 200 millions m³ tous les étés, destinés à l'agriculture des trois départements de l'avai, Alpes-de-Haute-Provence, Vaucluse et Bouches-du-Rhône, et, dans une moindre mesure, à l'eau potable. Cette répartition se fait de plus en plus au détriment du tourisme,

car le niveau du lac baisse de façon spectaculaire au cours des étés secs. Pourtant, il ne s'agit que d'arroser des légumes et des arbres fruitiers, même pas du maïs⁷. Des tensions se développent ainsi entre l'amont et l'aval des fleuves, lorsque ceux-ci deviennent irréguliers ou insuffisants ou que les pompages en amont réduisent les disponibilités en aval.

De même les lacs s'assèchent-ils lorsque les fleuves qui les alimentent n'ont plus assez de débit. Le lac Tchad, peu profond donc très sensible aux variations de débit de son principal affluent le fleuve Chari, mesurait 26 000 km² en 1960 contre 1 500 km² en 2000. Autre exemple, la mer d'Aral couvrait, en 1960, 68 000 km² ; en 2000, cette superficie a déjà été divisée par deux ; la séparation entre Petite mer au nord et Grande mer au sud date de 1989. Les deux pays limitrophes ont asséché cette mer à force d'agriculture intensive : le Kazakhstan entretient des rizières en plein désert et l'Ouzbékistan irrigue du coton. Les débits cumulés en année normale des deux fleuves l'alimentant sont passés de 60 km³/an dans les années 1950 à 1,3 km³/an en 1986. L'évolution actuelle laisse présager la disparition totale de la Grande mer à l'horizon 2025.

Une cause majeure de conflits dans le monde

L'accès à l'eau a toujours été conflictuel, aussi loin que l'on remonte dans l'histoire de l'humanité. Sous toutes les latitudes, les communautés humaines ont choisi de s'installer dans des endroits faciles à protéger et à proximité des points d'eau. Une bonne partie des grandes villes se sont développées à la confluence de fleuves. Les candidats ou les autorités politiques déjà en poste sont souvent attendus sur la question de l'accès à l'eau, que ce soit dans les démocraties qui assurent en général une distribution équitable ou dans les dictatures qui imposent parfois une distribution inégale. Car si l'on peut se passer quelque temps de manger, on ne survit pas longtemps sans boire régulièrement. L'agriculture comme l'élevage deviennent extrêmement problématiques sans ce précieux liquide qui, pour être très lourd, est onéreux à transporter lorsqu'on n'utilise pas la simple force de gravité.

Il y a 4 500 ans, une guerre a opposé deux cités mésopotamiennes qui se disputaient les eaux du Tigre et de l'Euphrate. En 1503, Léonard de Vinci conspirait avec Machiavel pour détourner le cours de la rivière Arno en l'éloignant de Pise, qui était alors en guerre avec Florence. Des chercheurs américains ont également montré que, depuis le Moyen Âge, les

7 Autre exemple, les gestionnaires de la rivière Columbia, aux États-Unis, prévoient si nécessaire de baisser de 10 % à 20 % leur production d'électricité pour ne pas arriver à un niveau d'étiage tel que le saumon ne pourrait plus remonter la rivière.

crises sociales en Afrique orientale coïncidaient très souvent avec des périodes de sécheresse.

Dans un siècle qui sera marqué par la forte aggravation de la pénurie en eau, et alors que 269 rivières et fleuves importants sont partagés par deux pays au moins, une bonne partie des conflits nationaux et internationaux et des apparitions de régimes autoritaires tournent autour de la question de l'eau. Les crises sont, en premier lieu, locales et de pur voisinage, confrontant des familles, des voisins, des villages, des communautés et portant sur des litiges variés : la connaissance, le contrôle et l'entretien des sources ; la régulation de la pression dans les conduites d'eau potable entre les parties haute et basse d'un village ; le forage de puits profonds ayant pour effet d'assécher les nappes phréatiques plus superficielles ; le maintien d'un courant d'eau suffisant jusqu'au bout des canalettes d'irrigation ; la contamination des mares par les animaux ; le mauvais entretien des digues, etc. Ces conflits empoisonnent littéralement la vie des gens, provoquent une perte de confiance dans les autorités responsables, une absence de coopération et de communication entre les populations et un découragement peu propice au développement.

Mais les conflits peuvent aussi être de portée plus large, régionale ou nationale : usage abusif de nappes phréatiques partagées par plusieurs pays, prélèvements d'eau en amont d'un fleuve international, au détriment des pays de l'aval, détournement d'un fleuve international, obstruction faite à l'infiltration des eaux d'un fleuve international vers une nappe phréatique commune, etc., ce qui peut mener à des guerres ouvertes. D'ores et déjà, l'Office international de l'eau a répertorié 1 800 litiges liés à l'eau, dont au moins 30 pourraient dégénérer en conflits armés. Actuellement la planète compte plus de réfugiés pour cause de sécheresse et de pénurie d'eau que pour cause de guerres.

Rappelons, par exemple, les tiraillements entre la Turquie, la Syrie et l'Irak autour du Tigre et de l'Euphrate, qui ne sont pas étrangers à l'intérêt que portent les grandes puissances à la Turquie. Le seul remplissage du barrage Atatürk a pratiquement asséché l'Euphrate pendant un mois en 1990. Même si la Turquie a sagement refusé de fermer ses barrages pour assécher l'Irak pendant la guerre du Golfe (1991), elle tient ses deux voisins potentiellement en son pouvoir⁸. Elle s'est lancée dans la construction d'une vingtaine de barrages dans le Sud-Est anatolien pour valoriser cette région pauvre, mais cela se fera forcément au détriment des

8 En février 1991, la Turquie a néanmoins diminué radicalement le débit de l'Euphrate pendant trois jours, mais officiellement pour des « raisons techniques ». La Syrie a continué de se servir normalement, coupant ainsi l'eau à l'Irak. Mais cette crise n'a duré que trois jours.

populations installées en aval. « Dieu nous a donné l'eau, il vous a donné le pétrole », disent les Turcs à leurs voisins, espérant que le temps leur donnera l'avantage décisif.

Ailleurs aussi, l'eau est politiquement stratégique. L'approvisionnement d'Israël est clairement l'une des clés des conflits du Moyen-Orient. Les Territoires occupés de Cisjordanie et du Golan concentrent une bonne partie des sources d'eau du pays et les colons jouent ouvertement de cet avantage qu'ils ne sont pas près d'abandonner. 87 % de l'eau collectée dans les zones transfrontalières est accaparée par Israël. Les Palestiniens n'ont pas le droit de creuser des puits profonds et paient l'eau plus cher que les Israéliens. Ils sont maintenant obligés de démonter certaines de leurs serres faute d'eau pour les maintenir en activité.

L'Égypte, qui est entièrement tributaire du Nil pour ses ressources hydriques, doit néanmoins le partager avec les dix autres États du bassin de ce fleuve. L'Éthiopie, où le Nil Bleu prend sa source, qui fournit 86 % des débits et n'utilise que 0,3 % de l'eau, prévoit la construction de 36 barrages. Le Soudan, le Kenya ou l'Ouganda souhaitent également prélever leur part.

En Afrique subsaharienne, les conflits peuvent naître partout : entre pays riverains du lac Tchad, entre la Libye et le Tchad⁹ ou entre l'Éthiopie et la Somalie, mais aussi plus au sud, entre l'Afrique du Sud et ses voisins, la Namibie ou le Lesotho. De même concernant les eaux du fleuve Sénégal, à répartir entre le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, qui en ont chacun bien besoin.

En Asie, depuis la chute de l'empire soviétique, les tensions entre l'Ouzbékistan, le Tadjikistan et le Kazakhstan autour des fleuves Amou-Daria et Syr-Daria sont très fortes. Les mers Caspienne et d'Aral sont dans un état préoccupant. Enfin, le bassin du Danube et la mer Noire deviennent des zones potentielles de conflit.

L'Inde partage ses fleuves principaux avec tous ses voisins : le Gange avec le Bangladesh, l'Indus avec le Pakistan, le Brahmapoutre avec la Chine, le Tibet et le Bangladesh. Dans cette région, la plus peuplée du monde, les possibilités d'embrasement sont innombrables.

Quelques exemples de dossiers litigieux entre voisins asiatiques donnent la mesure des enjeux et des risques. Inde-Pakistan : les vingt projets de barrages sur la seule rivière Chenab, affluent de l'Indus, inquiètent le Pakistan, dont la capitale Islamabad et la ville voisine Rawalpindi

9 La Libye a engagé une exploitation à outrance des nappes aquifères fossiles du Sahara, générant des tensions avec les pays riverains. En effet, cet aquifère subsaharien s'étend bien au-delà de la seule Libye et représente une importante réserve d'eau pour le Tchad, l'Égypte ou le Soudan.

manquent déjà d'eau. **Inde-Népal** : les projets pharaoniques de New Delhi, qui consistent à transporter l'eau en excès au nord vers les rivières du sud – tentant ainsi de diminuer les inondations au moyen d'un réseau de 10 000 km de canaux –, font craindre aux Népalais d'être à leur tour davantage inondés. Dans le même temps, l'Inde accuse son voisin de n'avoir pas assez de réservoirs et de relâcher trop d'eau en période critique, provoquant sur son territoire des inondations meurtrières. **Inde-Bangladesh** : ces deux pays n'ont signé qu'un traité concernant le Gange, alors qu'ils ont 54 rivières en partage. Le seul projet de construction d'un gros barrage indien sur le Barak, 100 km avant leur frontière commune, fait redouter à Dacca l'assèchement de deux de ses rivières. **Inde-Chine** : New Delhi a dû, sous la menace, déplacer le site d'un projet de barrage en Uttar Pradesh qui mécontentait la Chine, tandis que Pékin a des projets de détournement des eaux du Brahmapoutre qui irritent l'Inde. **Chine-Vietnam** : les projets de barrages chinois et laotiens sur le Mékong mécontentent vivement le Vietnam, qui a absolument besoin de ce fleuve pour l'irrigation du riz cultivé dans le delta du fleuve, indisposant aussi le Cambodge et la Thaïlande.

En Amérique latine, la zone de frontière entre l'Argentine, le Brésil et le Paraguay accueille la troisième réserve souterraine d'eau douce du monde, l'aquifère Guarani, situé entre les bassins des fleuves Paraná, Uruguay et Paraguay. La superficie de cette nappe dépasse les superficies réunies de l'Espagne, de la France et du Portugal, et elle pourrait alimenter en eau plus de 300 millions de personnes ; la présence de troupes nord-américaines dans cette zone ne cesse d'ailleurs de se renforcer.

Les États-Unis eux-mêmes s'approprient à connaître une pénurie d'eau méditerranéenne dans leur histoire. Elle pourrait bouleverser l'industrie, l'agriculture, toute l'économie et jusqu'à la culture de ce pays où la consommation à l'excès fait figure de mode de vie. L'Ouest nord-américain souffre de sécheresse chronique, ses nappes phréatiques s'épuisent et les rivières sont de plus en plus polluées. L'aquifère fossile de l'Ogallala, sous les Grandes Plaines du Sud, fournit à lui seul, à partir de 200 000 puits, le cinquième de l'eau utilisée pour l'irrigation dans le pays (3,3 millions ha de terres) et d'énormes ponctions sont opérées par les usines et les grandes villes. Résultat : cette réserve a non seulement diminué de 50 %, mais, de plus, certaines parties en sont irrémédiablement polluées par les produits toxiques agrochimiques et industriels¹⁰. Dans le nord-est du Kansas, où le

10 Un service des Eaux moyen du Kansas ne compte que 8 personnes pour surveiller 17 000 puits. Lorsqu'on se souvient qu'en 1930 les tempêtes avaient entièrement recouvert l'état d'une couche de poussière pendant trente mois, il reste encore du chemin à faire pour revenir à la raison.

fleuve Arkansas est totalement à sec l'été sur 1 200 km de longueur, la pénurie est si alarmante que les représentants de l'Etat envisagent la construction d'un pipeline à partir du Missour, un fleuve pourtant déjà soumis à un pompage excessif.

À Tucson (Arizona), la profondeur des puits est passée de 150 à 450 m. Les eaux du Colorado et du Rio Bravo sont l'objet de discordes entre le Mexique et les États-Unis. Le Rio Bravo est maintenant pratiquement à sec sur ses derniers 500 km, toute l'eau descendant des montagnes Rocheuses et canalisée dans les barrages d'Elephant Butte et Caballo ayant été utilisée pour la production de luzerne et de coton autour de la ville d'El Paso. À El Paso même, toutes les sources hydriques auront vraisemblablement disparu d'ici à 2030. En Californie, le lac Owens, de 300 km², est devenu une cuvette désolée et poussiéreuse après quatre-vingt-cinq ans de détournements au profit de la mégapole Los Angeles.

Les États-Unis loignent maintenant vers leur grand voisin du Nord, le Canada, qui possède l'une des plus grandes réserves mondiales d'eau douce. Les projets les plus fous ont été imaginés pour transporter des centaines de milliards de mètres cubes d'eau sur des centaines voire des milliers de kilomètres. Pour le moment, le Canada a refusé de vendre son eau douce, mais ce dossier devrait très bientôt refaire surface. Sera-t-il source de tension dans la région ou bien objet de coopération et d'enrichissement important du Canada ? En attendant, celui-ci observe avec méfiance les interventions musclées de son voisin hors de ses frontières, en réaction à une autre pénurie : celle du pétrole.

En France, les agriculteurs du Sud-Est voient d'un mauvais œil le projet de déviation de certaines eaux du Rhône pour alimenter Barcelone.

Il est toutefois intéressant de constater que, dans certains cas, la gestion commune de l'eau peut devenir un facteur d'apaisement. Un exemple souvent cité est celui de l'Inde et du Pakistan qui, au plus fort de la guerre qui les opposait dans les années 1960, ont poursuivi imperturbablement les travaux d'aménagement qu'ils menaient en commun sur le fleuve Indus. La même Inde a signé en 1996 avec le Bangladesh un traité garantissant l'approvisionnement en eau des deux pays à partir du Gange. De même, depuis que dure le conflit au Moyen-Orient, Israël et la Jordanie n'ont jamais rompu leurs pourparlers concernant la question de l'eau¹¹.

11 Au plus fort de la seconde *intifada* (soulèvement dans les territoires palestiniens), les deux adversaires étaient au moins d'accord sur un point : épargner les installations d'eau, dont la destruction aurait affecté chacune des deux parties. Depuis les accords d'Oslo, un comité commun de l'eau israélo-palestinien continue à se réunir en dépit de la situation de conflit.

Dans la réalité, le pétrole semble avoir provoqué beaucoup plus de conflits que l'eau au cours du *xx^e* siècle. Au-delà de la crise de l'énergie actuelle, il n'est pas impossible que les guerres de l'eau prennent le pas au *xxi^e* siècle.

Les agriculteurs, consommateurs et responsables de l'eau

Les agriculteurs sont doublement concernés par la pénurie d'eau : d'une part, ils vivent dans des régions où les pouvoirs publics consacrent peu de ressources à l'amélioration de sa consommation domestique, d'autre part, ils en utilisent de grandes quantités pour produire.

Dans nombre de pays, la tâche fastidieuse, répétitive et physiquement pénible de ravitailler la famille en eau est dévolue aux femmes, en particulier, aux jeunes filles. Cette activité peut réclamer beaucoup de temps dans les zones arides, empêchant parfois tout autre type d'activité, comme par exemple aller à l'école. Au Maroc, 23 % des filles sont scolarisées en moyenne ; mais, dans les montagnes, on n'en compte pratiquement aucune. L'obligation de se déplacer à pied pour trouver de l'eau potable consomme plus de 40 milliards d'heures de travail par an en Afrique. Dans ces pays où la simple survie est de plus en plus difficile, il reste de moins en moins de temps pour travailler.

En fait, l'eau douce sert d'abord à l'agriculture, qui, nous l'avons vu, en absorbe environ 70 % à l'échelle mondiale. Dans les pays industrialisés, cette activité n'en consomme qu'environ 50 % sur l'ensemble de l'année. Ce pourcentage monte à 79 % pendant l'été, voire à 90 % en France (dans le bassin Adour-Garonne, gros producteur de maïs). On remarquera cependant que le maïs, si décrié, a aussi des qualités environnementales : un hectare de maïs produit deux fois plus d'oxygène qu'un hectare de blé et quatre fois plus qu'un hectare de forêt. Il laisse aussi plus d'une tonne d'humus dans le sol.

Il ne faut pas oublier que les plantes sont essentiellement constituées d'eau, à hauteur de 80 % à 95 % de leur poids total. De plus, elles consomment beaucoup plus d'eau qu'elles n'en retiennent, car elles sont démunies de pompes permettant de faire monter la sève. Elles exploitent au maximum la capillarité, c'est-à-dire le phénomène selon lequel un liquide remonte à travers les canaux fins de matériaux secs. En effet, la sève (qui transporte les nutriments présents dans l'eau) ne circule dans les plantes que parce que les feuilles transpirent, lui permettant d'être ainsi littéralement aspirée, depuis les racines jusqu'aux sommets des plus grands arbres. Sans transpiration et donc sans apport régulier d'eau, pas de croissance des plantes.

L'idéal est évidemment de pratiquer l'agriculture dans des régions où le régime des pluies est abondant et réparti tout au long de l'année afin que le sol puisse en stocker suffisamment pour nourrir les plantes cultivées. Cela suppose néanmoins que l'on prépare correctement la terre pour permettre à l'eau de pluie de descendre en profondeur, là où les racines viendront la capter, au lieu de ruisseler en surface, et que l'on multiplie les moyens de la retenir. Cette situation privilégiée est celle d'une bonne partie des pays de l'hémisphère Nord (ce qui explique d'ailleurs assez largement le fait qu'ils se soient développés plus rapidement que les autres). Malgré cette situation favorable, des aléas climatiques fondamentaux y subsistent (gel, grêle, sécheresse ponctuelle, etc.) et le développement de l'irrigation y est fort utile pour contribuer à s'en affranchir.

Malheureusement, en dehors des pays tempérés, l'irrigation et le manque ou l'excès d'eau rendent l'agriculture aléatoire. Cela décourage les agriculteurs, même lorsqu'ils le peuvent, d'investir dans des « intrants » : semences à haut rendement, fertilisants, moyens de lutte contre les ravageurs, etc. On se trouve donc face à un cercle vicieux empêchant l'augmentation des rendements et de la production finale. Un rendement basique de céréales traditionnelles, sans aucun intrant, reste très aléatoire : il peut atteindre une demi-tonne à l'hectare en année sèche, deux à cinq fois plus en année bien arrosée. Si l'on irrigue la parcelle, ce résultat peut se stabiliser entre deux et trois tonnes. Et si l'on ajoute en plus des engrais et autres pesticides, on atteint couramment, sous nos latitudes, 8 t/ha, soit seize fois plus que le rendement basique. C'est, principalement, la généralisation de l'irrigation (et l'emploi des intrants allant avec) qui a permis de doubler la productivité céréalière mondiale entre 1962 et 1996 : on est passé en moyenne de 1,4 t/ha à 2,8 t/ha.

Augmenter la superficie des surfaces irriguées est donc crucial lorsqu'il s'agit de nourrir l'humanité. On l'a déjà fait dans la plupart des pays industrialisés – presque partout où c'était souhaitable et possible – et dans les pays du Sud les plus propices au développement. Au cours des quarante dernières années, on a ainsi ouvert à l'irrigation 100 millions ha à l'échelle de la planète, au rythme de croissance de 1,9 % par an. Ces terres irriguées, qui ne représentent encore que 23 % de la surface agricole des pays en développement, fournissent néanmoins 40 % de leur production agricole. En France, on est passé de 0,8 million ha irrigués en 1970 à 2,6 millions ha en 2005. Malgré ce triplement, ces surfaces ne représentent que 13 % de la superficie agricole du pays et même pas 1 % du territoire français¹².

C'est le plus facile qui a été fait, à la fois sur le plan technique et dans les pays les plus solvables. Les principaux investissements ont été réalisés

12 Voir en annexe le tableau sur la disponibilité des terres agricoles dans le monde.

au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (où le manque d'eau est la contrainte majeure) ainsi qu'en Asie (où c'est plutôt la terre qui fait défaut et qu'il importe de faire rendre au maximum). Dans ces régions, l'irrigation approchera de son potentiel maximum d'ici à 2030 : 75 % au Moyen-Orient et en Afrique du Nord et jusqu'à 90 % en Asie de l'Est. En revanche, il reste beaucoup de possibilités à exploiter en Afrique subsaharienne et en Amérique latine.

Les progrès à venir seront néanmoins beaucoup plus difficiles à mettre en œuvre, d'autant plus que les prix agricoles mondiaux n'incitent guère à réaliser des investissements à la rentabilité incertaine et au coût élevé, allant de 1 000 à 10 000 \$/ha pour les canaux et le planage (plus le coût des barrages). De plus, il convient maintenant de réhabiliter et moderniser les nombreuses infrastructures créées dans les années 1960 à 1980 qui commencent à se dégrader, ce qui soustrait autant de moyens à la création de nouveaux périmètres. La plupart des barrages s'ensavaient rapidement avec les limons issus de l'érosion croissante en amont, amenuisant ainsi progressivement l'effet des efforts colossaux déployés pour les créer. On évalue les investissements annuels dans les prochaines années pour le seul entretien de l'existant entre 25 et 30 milliards \$ par an.

De fait, la FAO ne prévoit plus qu'une croissance de 0,2 % des surfaces irriguées par an dans les pays riches (faute d'espace disponible) et 0,6 % au niveau mondial (faute de moyens). Elle table donc sur une augmentation totale des surfaces irriguées de 40 millions ha d'ici à 2030, passant de 202 à 242 millions ha. Cela signifierait que les deux tiers de toutes les terres de la planète possédant un réel potentiel d'irrigation (un peu plus de 400 millions ha) seraient alors exploitées : un vrai challenge. Mais il ne suffira pas de réaliser les investissements d'infrastructure nécessaires à l'irrigation, il faudra également faire en sorte qu'ils soient en permanence approvisionnés en eau, ce qui est loin d'être évident. Il conviendra donc de s'adapter à la rarefaction de la ressource et à la concurrence accrue entre industriels, agriculteurs et consommateurs pour l'utilisation de l'eau douce.

Enfin, le manque d'eau propre et potable (sans nitrates ni autres résidus de pesticides) pour l'approvisionnement des villes va obliger la société à contrôler étroitement l'exercice de l'activité agricole et de l'élevage dans les bassins versants stratégiques. Les agriculteurs vont devoir non seulement négocier durement pour obtenir la possibilité d'irriguer leurs cultures ou d'élever leurs animaux, mais ils devront aussi rendre des comptes de plus en plus détaillés sur la qualité de l'eau qu'ils restituent¹³.

¹³ Voir plus loin « Rendre l'eau aussi propre qu'on l'a trouvée »

Sans oublier les méfaits d'une irrigation mal conduite, comme la remontée du sel vers la surface ; rappelons que 10 % des terres irriguées mondiales sont actuellement exagérément salées.

Enfin, l'excès d'eau sans drainage suffisant peut produire des effets pervers : des sols trop imbibés asphyxient les racines des plantes. Sans des équipements parallèles de drainage, et sans politique de facturation de l'eau au volume¹⁴, l'irrigation peut donc se révéler nocive.

L'eau virtuelle, une nouvelle manière de penser le commerce international

Avec l'apparition de l'eau rare et chère, un nouveau concept a fait son apparition, celui d'« eau virtuelle ». Il s'agit de comparer les quantités d'eau qui ont été nécessaires pour fabriquer les produits agricoles faisant l'objet d'échanges internationaux.

Quantités moyennes d'eau virtuelle nécessaires par denrée agricole (litre d'eau/kg produit)

Blé	1 100
Riz pluvial	1 400
Riz irrigué	5 000
Soja	2 700
Coton (fibres)	5 200
Bœuf	13 500
Porc	4 600
Volaille	4 100
Lait	3 000
Fromage	5 000
Œufs	2 700

Source : FAO, 1999.

C'est en période de pénurie croissante d'eau que ce concept prend toute sa signification. On constate ainsi que s'il faut 1 100 litres d'eau pour produire 1 kg de blé, il en faut 2 700 litres pour fabriquer un kilo d'œufs, 5 000 pour faire un kilo de fromage... et 13 500 litres pour fabriquer un kilo de viande de bœuf¹⁵. À ce tarif-là, sera-t-il encore longtemps

¹⁴ En Inde, pour favoriser la « révolution verte », on a institué dans de nombreuses régions un paiement forfaitaire annuel pour l'eau d'irrigation, quelles que soient les quantités utilisées. Ce principe n'incite guère à l'économie.

¹⁵ Attention cependant à ne pas prendre ces chiffres au pied de la lettre. Pour le bœuf, par exemple, ce niveau très important n'est atteint que dans le cas d'un élevage « industriel » à base d'aliments produits de façon intensive ; le bœuf qui engraisse tout seul dans les

jugé raisonnable de vouloir produire de la viande dans des pays « secs » ? Le rapport de l'IPPR (Institut international de recherche sur les politiques alimentaires) *Perspectives mondiales pour l'eau en 2025, éviter la crise imminente* observait en 2002 qu'en l'absence de modification du scénario actuel « les pays en voie de développement vont considérablement accroître leur dépendance vis-à-vis des importations de denrées alimentaires, passant de 107 millions de tonnes en 1995 à 245 millions en 2025. Cette augmentation de 138 millions de tonnes équivaut à une économie de 147 km³ d'eau douce dans les conditions de productivité prévue ».

Les principaux pays exportateurs d'eau virtuelle (concrètement, d'aliments dont la production réclame beaucoup d'eau) sont les États-Unis, le Brésil, la Thaïlande, le Canada, l'Argentine et la France, et plus généralement l'Amérique du Nord, l'Océanie et l'Asie du Sud-Est. Au nombre des pays importateurs, on trouve Sri Lanka, le Japon, l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas, et bien entendu, à une autre échelle, l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Asie centrale¹⁶.

Le volume des échanges d'eau virtuelle lié au commerce de produits d'origine agricole est actuellement estimé à 700 milliards m³ par an, soit 13 % de la consommation mondiale d'eau dans l'agriculture. On peut considérer que, abstraction faite de l'aspect socioéconomique, le commerce international de produits alimentaires contribue ainsi à une utilisation optimale de l'eau dans le monde. Les échanges d'eau virtuelle sont parfois présentés comme un moyen très utile de remédier à la pénurie d'eau dont souffrent certains pays : « Si vous n'avez pas d'eau, importez donc votre viande ou vos céréales ! » Depuis la fin des années 1980, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord ont acheté en moyenne 40 millions de tonnes de céréales et de farine par an ; en termes d'eau virtuelle, cela représente 40 milliards de tonnes d'eau, soit plus que la quantité d'eau du Nil utilisée pour l'agriculture dans toute l'Égypte. En important cette eau « concentrée » que sont les céréales au prix mondial, ils ont réalisé une excellente affaire qui leur coûte beaucoup moins cher, en définitive, que de s'acharmer à produire leurs propres fannes.

À l'inverse, l'Inde, qui est actuellement un gros exportateur d'eau virtuelle, va connaître de graves pénuries d'eau dans le futur ; est-il souhaitable qu'elle continue à exporter son eau virtuelle et ne vaudrait-il pas mieux qu'elle la conserve ? Dans ce pays, l'État du Pendjab met déjà en place une politique de subventions (220 €/ha) aux agriculteurs qui

prairies des alpages, dont l'herbe pousse naturellement l'été, ne correspond pas à ce cas de figure.

16 D'après la FAO, l'Égypte a ainsi importé virtuellement en 1994 18 milliards m³ d'eau sous forme de produits alimentaires, l'Arabie saoudite 14, l'Algérie et l'Iran 12.

acceptent de passer du système de rotation riz/blé à la production de légumes secs et d'oléagineux, moins gourmande en eau, espérant ainsi économiser 14,7 milliards m³ d'eau sur 1 million ha chaque année.

En France, lorsque les pluies sont insuffisantes pendant l'hiver et que le niveau des nappes phréatiques est particulièrement bas, les autorités commencent à prendre l'habitude de recommander aux agriculteurs de semer des cultures peu gourmandes en eau pendant l'été. C'est le cas du tournesol (qui ne réclame que de 400 litres d'eau/kg, principalement en fin de printemps quand il pleut régulièrement), ou, mieux encore, du sorgho, originaire d'Afrique et assez tempérant, à la place du maïs (qui, lui, nécessite 500 l/kg, mais essentiellement pendant l'été lorsqu'il pleut moins). Les cultures d'hiver, qui se récoltent en juin et juillet, consomment moins d'eau que les cultures d'été, mais elles nécessitent d'anticiper la sécheresse dès l'automne précédent.

Durant l'été 2005, alors que 3 800 km de cours d'eau étaient à sec, 73 départements français, dont pratiquement tous ceux situés à l'ouest d'une ligne Le Havre-Nîmes, ont fortement restreint les usages de l'eau. Les régions Poitou-Charentes et Pays de la Loire, qui n'étaient pas réputées pour être des régions arides, ont été particulièrement touchées. La situation s'est encore aggravée au début de l'été 2006.

Avec la raréfaction de l'eau dans le monde, il va falloir apprendre à raisonner en intégrant ce concept d'eau virtuelle. L'un de ses prolongements consiste en la notion d'« empreise sur l'eau » ; pour la mesurer, un pays additionne ses consommations réelles d'eau au solde de ses échanges d'eau virtuelle. Cette notion constitue un indicateur utile de la pression exercée sur les ressources hydriques de la planète. Comme la production de viande est beaucoup plus gourmande que celle des légumes, on peut estimer qu'une personne adepte du régime carné consomme 4 000 litres d'eau par jour (ce qui est le cas en Europe et aux États-Unis), alors qu'un végétarien de type asiatique n'en utilise que 1 500. Et, malheureusement, ce déséquilibre est accentué par les consommations industrielles d'eau virtuelle (il faut de 300 à 600 kg d'eau pour fabriquer 1 kg d'acier, 500 pour 1 kg de papier, 350 pour fabriquer 1 kg de sucre, etc.). 1 300 litres d'eau, soit l'équivalent d'une quinzaine de baignoires pleines, sont nécessaires pour produire le coton nécessaire à la fabrication d'un seul t-shirt¹⁷ ! Au total, un Occidental consomme quotidiennement en eau de l'ordre de cent fois son poids.

17 Notons que cette plante miracle produit également d'excellentes graines fort utiles pour l'alimentation animale (un hectare irrigué produit 1 200 kilos de fibres et 1 800 kilos de graines).

Rationaliser l'utilisation de l'eau pour l'agriculture

Non seulement l'eau est relativement rare, mais l'homme est en plus très occupé à la gacher. L'irrigation traditionnelle, qui fonctionne grâce à une succession de canaux et de sous-canaux, en terre et à l'air libre, et a pour but d'inonder purement et simplement les champs, affiche une productivité absolument déplorable. L'eau s'infiltre à travers les parois des canaux, s'évapore ou fuit de toutes parts, pour finalement faire pourrir certaines parties des parcelles en en laissant d'autres à sec. Les cultures pratiquées dans les zones inondables, en bordure des rivières, où l'on laboure et sème juste avant la crue, présentent les mêmes inconvénients. On peut toutefois estimer qu'elles ne consomment pas à proprement parler de l'eau, puisque de toute façon la rivière sort de son lit.

Dans de nombreux pays, on a tenté de réagir en étudiant le passage à des modes d'irrigation et de production plus rationnels. D'après la FAO, on a réussi à doubler la productivité hydrique entre 1961 et 2001, en produisant deux fois plus de céréales avec la même quantité d'eau. D'une manière générale, les irrigants qui pompent l'eau souterraine sont davantage sensibilisés au problème du gâchis que ceux qui utilisent les eaux de surface, et ceux des zones arides davantage que ceux qui disposent d'une ressource abondante ; ce sont donc eux qui montrent la voie en mettant en œuvre des techniques plus efficaces. Dans les pays en développement, c'est au Proche-Orient et en Asie du Sud que l'on a fait le plus de progrès en ce domaine : l'efficacité de l'irrigation y atteint 40 % à 45 %, contre seulement 25 % en Amérique latine.

On a imperméabilisé les rives des canaux et remplacé les canalettes par des tuyaux, mais surtout on est passé de l'inondation à l'aspersion et au goutte-à-goutte. Le goutte-à-goutte, dans son principe, n'est qu'une amélioration des techniques traditionnelles. Il consiste à apporter de l'eau sous très faible pression jusqu'aux racines même de chacune des plantes, à l'aide de petits tuyaux posés sur le sol ou enterrés. Bien menée, cette technique est extrêmement efficace : elle n'humidifie que le sol situé au voisinage immédiat des racines et limite les pertes par évaporation, ruissellement ou infiltration profonde. Cependant, elle rencontre vite ses limites : il faut disposer d'une eau claire et filtrée pour ne pas obstruer les tubes, et réserver ce procédé aux cultures en ligne, principalement arbres fruitiers ou éventuellement cultures maraichères. Cette technique est donc *a priori* incompatible avec la production de céréales. Il reste que des résultats spectaculaires ont été obtenus avec le goutte-à-goutte en Israël, par exemple, où de véritables déserts ont été transformés en vergers. Une variante consiste à poser un tuyau dès la plantation des arbres (d'ornement, notamment), qui permet de verser directement l'eau d'arrosage au

plus près des racines en évitant une bonne partie de la transpiration superficielle.

L'irrigation par aspersion se fait par le biais de canalisations ou de tuyaux mobiles dans lesquels l'eau circule sous forte pression, et suppose donc l'utilisation de pompes fort gourmandes en énergie. Elle reproduit le plus fidèlement possible l'effet naturel de la pluie et permet d'épandre par la même voie les produits fertilisants et les pesticides. Mais elle nécessite de réels investissements, souvent impossibles dans les régions pauvres, ainsi que des moyens importants pour acheter de l'énergie... alors même que cette dernière vient à manquer (voir chapitre suivant).

Une autre technique qui a fait ses preuves est la couverture du sol, par paillage ou par la pose de toiles plastiques, qui ralentit l'évaporation. Elle est naturellement réservée aux arbres, légumes et fleurs, et mal adaptée aux céréales (mais celles-ci peuvent bénéficier, comme on le verra plus loin, d'une technique similaire et naturelle : le semis direct dans les restes de végétation de l'année précédente, qui fait office de paillage). D'autres méthodes tendent à développer des pratiques culturales moins gourmandes en eau, particulièrement pour le riz. Le système malgache de riz-culture intégrée, qui consiste à apporter l'eau aux périodes cruciales de la croissance végétative et à repiquer plus tôt et moins dense, produit des résultats tout à fait appréciables. De même, le riz « aérobie » testé en Asie nécessite 60 % d'eau en moins... mais son rendement peut baisser jusqu'à 40 %. Globalement, les variétés récentes de riz (OGM notamment mais pas exclusivement) pourraient être jusqu'à trois fois plus productives, en termes de consommation d'eau, que les variétés traditionnelles.

Encore un exemple parmi tant d'autres : au nord-est du Burkina Faso, des organisations paysannes développent à grande échelle la technique de plantations zai. Il s'agit de creuser des trous de 20 cm que l'on recouvre de compost et de terre avant la saison des pluies. Dès que la pluie arrive, on y sème les semences ; les graines, préservées par l'humidité, pourront germer sans être balayées par le vent ni grillées au soleil. On peut ainsi faire pousser dans un même trou mil, sorgho, maïs et haricots. Les trous peuvent même être renforcés de mini-diguettes, selon la technique traditionnelle des Dogons (Mali).

Quant à la perspective de dessaler l'eau de mer pour transformer le désert en plaines verdoyantes, elle reste pour l'instant, sauf rares exceptions, du domaine de la science-fiction¹⁸. Le dessalage nécessite une

18 La réalité dépasse parfois la fiction, ainsi ce projet de canalisation de l'eau de la mer Rouge vers la mer Morte : en exploitant la différence de niveau de 450 mètres, on pourrait fabriquer de l'électricité, qui à son tour permettrait de dessaler l'eau et de l'utiliser à un coût acceptable pour l'agriculture.

énergie considérable, laquelle se paie de plus en plus cher. Actuellement, on estime qu'il faut tabler sur un coût d'au moins 0,5 \$ par m³ d'eau desalée, soit deux fois plus que le coût moyen de l'eau douce utilisée dans l'irrigation. Il faudrait disposer d'énergie en abondance et bon marché – d'origine nucléaire, par exemple – pour envisager un recours massif à ce procédé dans l'agriculture. En attendant, le dessalage est essentiellement utilisé pour produire de l'eau douce destinée à la consommation de fortes concentrations de population (par exemple, dans certaines îles françaises qui doivent faire face à un fort afflux touristique pendant les mois d'été).

Quoi qu'il en soit, il est probable que l'on voie s'instaurer une taxation beaucoup plus importante sur l'irrigation, de façon à responsabiliser les agriculteurs et les inciter à mettre en place une véritable politique d'économie de l'eau. On peut ainsi observer qu'en 2005, alors qu'une grave sécheresse sévissait en France, l'agence de l'eau Adour-Garonne taxait l'irrigation à seulement 23 centimes €/m³ (prix extrêmement incitatif pour les producteurs de maïs), contre des barèmes au moins cinq fois plus élevés de la part des agences du nord de la France (Artois-Picardie, Rhin-Meuse et Seine-Normandie). L'Union fédérale des consommateurs (UFC-Que Choisir) a ainsi pointé ce qu'elle qualifie d'« aberration manifeste : plus le risque de sécheresse due à l'irrigation est important, plus la taxation de l'irrigation est faible »¹⁹. Cette politique de soutien différencié à l'agriculture en fonction des régions et de leurs besoins spécifiques se heurte de plus en plus à une politique de protection de l'environnement ; trancher entre les deux ne sera pas simple.

« Rendre » l'eau aussi propre qu'on l'a trouvée

On l'a vu, malgré toutes les précautions prises, l'agriculture utilise beaucoup plus d'eau que les plantes n'en consomment ; une partie importante de cette eau s'évapore et une autre rejoint les nappes phréatiques, puis les rivières : elle y retrouve les eaux de pluie résiduelles. Malheureusement, les agriculteurs ne restituent que rarement l'eau dans le même état de propreté qu'ils l'ont trouvée. Cela se révèle de plus en plus problématique, la société civile se faisant de plus en plus exigeante.

La dégradation de la qualité de l'eau du robinet en France est certes moins grave que la pénurie d'eau qui est le lot de nombreux pays, mais elle est néanmoins préoccupante. Les techniques de purification se sont perfectionnées au point que les sociétés de gestion de l'eau urbaine doivent satisfaire à 63 critères de potabilité, qui déterminent sa qualité microbiologique, chimique, physique et gustative. Mais jusqu'à quand et

19 UFC-Que Choisir, *Sécheresse, la gestion archaïque des agences de l'eau*, Paris, 9 août 2005.

à quel prix la qualité de cette eau, distribuée au travers des quelque 850 000 km de conduites d'eau nationales, pourra-t-elle être garantie ? Les entrepreneurs privés ne peuvent pas indéfiniment laisser partir des polluants dans les nappes phréatiques et dans les rivières pour ensuite compter sur la société pour nettoyer l'eau captée avant de la resservir à ses concitoyens. Le rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques sur la qualité des eaux et l'assainissement, rédigé en 2003 sous la direction du sénateur Gérard Miquel, estime que « l'industrie a fait sa révolution environnementale, les collectivités locales font la leur, l'agriculture n'a pas fait la sienne ».

C'est ainsi que plus de la moitié du territoire national est classée en « zone vulnérable » car on y capte de l'eau à plus de 40 mg de nitrates par litre. Au-delà de la solution du traitement, de plus en plus coûteux, on pratique désormais des interconnexions, de façon à mélanger des eaux trop riches en nitrates à des eaux plus pures, pour passer en dessous du seuil de compatibilité de 50 mg par litre. Et l'on en arrive parfois à arrêter les captages lorsque le taux fatidique de 100 mg par litre est dépassé. Au-delà de cette limite, plus aucun traitement n'est possible, car l'excès de nitrates peut avoir des conséquences sanitaires, comme la méthémoglobinémie infantile (incapacité à transporter l'oxygène dans le sang). Sans parler du mauvais goût de l'eau, quand les nitrates se combinent avec le chlore. À l'évidence, le mélange d'eau et la fermeture des captages ne peuvent être que des solutions provisoires, et on ne retrouvera pas chaque année par miracle de nouveaux captages purs dans notre pays.

Autre type de dégradation de l'eau : l'eutrophisation. C'est une maladie des pays riches, due à des apports excessifs de nutriments organiques (en particulier lisiers issus des élevages) et minéraux (engrais), qui captent tout l'oxygène de l'eau lors de leur transformation physico-chimique et, de plus, favorisent le développement anarchique de la végétation aquatique et des algues. L'eutrophisation se produit aussi bien dans les rivières que dans les mares et les étangs. Elle y engendre progressivement une nette différenciation entre les eaux de surface, très oxygénées, et les eaux profondes, totalement dépourvues d'oxygène et de lumière, les algues en surface faisant écran. En conséquence, les espèces animales et la plupart des bactéries meurent à l'exception des anaérobies, qui, n'ayant pas besoin d'oxygène, se multiplient. Celles-ci accélèrent la fermentation de toute la matière organique, libérant ainsi des gaz nauséabonds (hydrogène sulfuré, ammoniac, méthane). Bien souvent, le seul recours consiste alors, lorsque c'est possible, à vider la pièce d'eau.

Même préoccupation concernant les pesticides. En 2002, ils étaient présents dans 75 % des points contrôlés pour les eaux superficielles et

dans 57 % pour les eaux souterraines, en France²⁰. Cela en raison de leur rémanence : il faut de nombreuses années pour purger les sols et évacuer les produits qui y ont été introduits. Selon l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), le taux de pollution des sols agricoles français a culminé en 1999 et il commence à diminuer (même si on ne connaît pas encore les effets des nouvelles molécules). Ce début de progrès, dû aux efforts des agriculteurs, n'est cependant pas encore perçu au quotidien par les urbains qui, au contraire, constatent que la qualité de l'eau du robinet ne s'améliore pas et que son prix a tendance à augmenter sensiblement : c'est la conséquence des nouveaux dispositifs de dépollution que les sociétés des eaux sont obligées de financer.

On estime que la moitié des fleuves et des lacs européens et nord-américains est gravement polluée ; la situation dans les pays en développement, bien que moins bien connue, ne semble pas meilleure. Selon les experts du Conseil mondial de l'eau, seuls « deux des principaux fleuves mondiaux peuvent être qualifiés de sains : l'Amazone et le Congo²¹ ». La situation en Chine, par exemple, est épouvantable : les pluies acides affligent un tiers du territoire, la moitié de l'eau contenue dans les sept principales rivières est devenue complètement inutilisable. Pour pouvoir construire une énorme station balnéaire à côté de Kunming, ville de 4 millions d'habitants située à 1 900 m d'altitude en bordure du grand lac Dianchi (370 km²) au sein d'une région d'horticulture intensive, les autorités ont entrepris de vider totalement le lac pour le nettoyer, le remplir d'eau propre et redémarrer ensuite les activités économiques en veillant à maintenir la qualité sanitaire de l'eau grâce à la construction d'un égout tout autour du lac.

Pratiquement l'ensemble du secteur agricole est concerné par la question de la pollution, en particulier l'élevage intensif (avec le problème de l'épandage des déjections animales), la production céréalière et d'autres grandes cultures (utilisation d'engrais azotés et de pesticides), la viticulture et l'arboriculture fruitière (multiplication des traitements des plantes). Mais ce problème concerne aussi les particuliers peu avertis de traitements chimiques sur leurs rosiers et autres jardins potagers ou amateurs de grands nettoyages au Kärcher, qui drainent d'un coup tous les polluants accumulés. Sans oublier les eaux usées des villes, qui, une fois filtrées et décantées, produisent une grande quantité de boues plus ou moins bien traitées, lesquelles sont elles-mêmes épandues dans les

20 IFEN (Institut français de l'environnement), *Pesticides dans les eaux*, 2004. Ce rapport analyse 5 800 stations de captage en France.

21 Extrait d'un rapport élaboré pour le deuxième Forum mondial de l'eau (La Haye, mars 2000).

campagnes environnantes. Elles font profiter les sols de leurs matières organiques, mais y introduisent également toutes sortes d'éléments indésirables, par exemple des antibiotiques, qui sont ensuite lessivés par la pluie et se retrouvent dans les nappes phréatiques, ou bien sont pompés par les plantes... lesquelles seront consommées. Enfin, de grandes entreprises, comme en France la SNCF, les sociétés d'autoroute, les aéroports, ou certains espaces de loisirs tels les golfs ou les parcs d'attractions, gros consommateurs à la fois d'irrigation, d'engrais et de pesticides, seraient avisés de reconsidérer leurs pratiques.

La diminution de la biodiversité menace le vivant

On déplore de gros efforts pour découvrir, observer et inventorier les espèces animales et végétales. Depuis 1758, date à laquelle Linné a décrit 6 000 espèces végétales et 4 400 espèces animales (dont 1 335 vertébrés), un long chemin a été parcouru. En 1997, 51 000 espèces de vertébrés étaient répertoriées, parmi lesquelles 4 600 mammifères, 9 800 oiseaux, 7 700 reptiles, 4 200 amphibiens et 25 000 poissons. On « connaît » aujourd'hui 1,3 million d'animaux (dont 900 000 insectes) et 350 000 végétaux. C'est encore très peu : les spécialistes estiment que si l'univers des vertébrés et celui des plantes sont désormais presque totalement décrits, il n'en va pas de même de ceux des insectes, des araignées, des champignons, des algues, etc., où domine encore une grande ignorance. Il est toujours difficile d'estimer précisément ce que l'on ne connaît pas, mais les experts s'accordent à penser qu'à peine un peu plus de 10 % des espèces ont été décrites. C'est évidemment des plus petits animaux et végétaux qu'il reste le plus à apprendre : les acariens et les nématodes sont encore très mal connus, sans oublier les bactéries qui pourraient compter plusieurs dizaines de millions d'espèces.

La planète perd chaque année des richesses que ses habitants ne soupçonnent pas

Alors qu'il a fallu des dizaines de millions d'années pour constituer cette magnifique diversité biologique, elle diminue à grande vitesse. Une bonne part s'évanouit avant même qu'on ne l'ait découverte. L'homme risque ainsi de réduire sensiblement son équilibre sanitaire et environnemental, parce que cette biodiversité contribue à rendre des services vitaux à l'humanité : nettoyer l'eau, stabiliser l'atmosphère ou créer des sols

Plusieurs siècles seront encore nécessaires pour décrire la nature^a

Si la découverte de nouveaux mammifères ou oiseaux est maintenant limitée à quelques espèces par an, les autres groupes animaux, et en particulier les invertébrés, donnent lieu à la description annuelle de plus de 10 000 espèces nouvelles, soit un taux d'enrichissement moyen de l'ordre de 0,9 % par an. Les estimations quant au nombre d'espèces restant à décrire sont, pour la plupart des groupes d'invertébrés, de l'ordre de cinq à dix fois supérieures au nombre des espèces découvertes.

En extrapolant la relation existant, pour des espèces visibles à l'œil nu, entre la taille des individus et le nombre des espèces connues correspondant à cette taille, on estime entre 10 et 50 millions le nombre total des espèces existantes, dont l'essentiel de taille inférieure ou égale au millimètre. Le terme de « nouvelle frontière » a donc été proposé pour rendre compte de cette vision encore extrêmement partielle et biaisée de la biodiversité. Sur ces bases, si l'on retient une estimation prudente d'environ 10 millions d'espèces, on est conduit à considérer qu'il faudra encore plusieurs siècles pour approcher une description exhaustive de cette biodiversité.

À cette diversité des « êtres organisés » s'ajoute en outre une « matière noire » infiniment moins connue, à savoir celle des unicellulaires et surtout des bactéries. Sur la base de leur contenu en azote et phosphore, on estime que ces dernières représenteraient 90 % de la matière vivante. Leur rôle dans le fonctionnement des grands cycles bio-geo-chimiques serait donc considérable. Pour ne prendre qu'un exemple, on a découvert en 1988 une bactérie de moins d'un millième de millimètre (*micron*), *Prochlorococcus*, qui serait responsable à elle seule de plus de la moitié de la production de plancton de l'océan et serait donc l'espèce à la fois la plus petite et la plus abondante utilisant la photosynthèse.

a D'après Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, *Biodiversité, un nouveau regard*, leçon inaugurale du groupe ESA, septembre 2006.

fertiles. Il pourrait également voir disparaître des ressources utilisables pour la mise au point de nouveaux médicaments, de nouvelles cultures, voire de nouvelles énergies.

Les chercheurs estiment que d'ici un demi-siècle 15 % à 37 % des espèces animales et végétales pourraient avoir disparu de la surface de la terre, soit qu'elles ne se seront pas adaptées aux changements climatiques, soit que l'homme aura détruit ou excessivement modifié leur environnement naturel. Certains parlent de la sixième « grande crise d'extinction », la plus sérieuse depuis celle qui a vu la disparition des dinosaures et de 50 % de l'ensemble des espèces, il y a 65 millions d'années.

La vie a donc déjà été massivement menacée et réduite sur la planète et ce phénomène pourrait bien se reproduire, accéléré par l'activité humaine.

La déforestation prend des proportions alarmantes

La 5^e édition du Forum des Nations unies sur les forêts, en mai 2005, a rapporté que 130 000 km² de forêt seraient détruits chaque année, soit 13 millions ha. Or on ne replante que la moitié de cette surface. La perte annuelle nette serait d'environ 7,3 millions ha pour 2000-2005, dont 6 millions ha de « forêt primaire », la plus riche en biodiversité. Les institutions internationales tentent d'endiguer le désastre, par exemple en instaurant des zones protégées (500 000 km²).

Il reste que les forêts boréales de l'Extrême-Orient russe, ainsi que les forêts tropicales des basses terres de Sumatra, d'Amazonie et du Congo sont désormais menacées de disparaître du fait d'abattages sauvages, de coupes illégales ou peu réglementées, du commerce incontrôlé de gibier, des saignées effectuées pour extraire le minerai et du défrichage agricole.

L'Indonésie, qui abrite la biodiversité la plus riche du monde, a perdu un quart de sa forêt tropicale en l'espace de cinquante ans. L'Inde et la Chine, très consommatrices de bois, exercent une pression très forte pour en importer depuis le Sud-Est asiatique. Une part non négligeable de ce bois – coupe et importé illégalement en Chine – est en quelque sorte « blanche » pour être réexportée tout à fait légalement, sous forme de meubles ou de contreplaqué.

La moitié des espèces animales terrestres du monde se concentre dans quelque vingt-cinq zones tropicales forestières, où les activités humaines ont déjà fait disparaître plus de 70 % de la végétation naturelle. Or la plupart de ces espèces ont une aire de répartition très restreinte : un oiseau sur dix, un mammifère sur six et plus de la moitié des amphibiens vivent sur un territoire inférieur à la superficie de l'Île-de-France. Ils sont donc directement menacés par la poursuite de cette déforestation.

Par ailleurs, la déforestation aggrave le problème de l'eau potable dans le monde : un tiers des cent plus grandes villes du monde, incluant New York, Jakarta, Tokyo, Rio de Janeiro, Los Angeles, Barcelone, Nairobi ou Melbourne, dépendent fortement des zones boisées avoisinantes pour leur approvisionnement en eau douce.

Quant au réchauffement de la planète, il devrait être aggravé par la disparition de cette grande quantité d'arbres luxuriants qui jouent un rôle écologique majeur dans la fixation du gaz carbonique de l'atmosphère.

Concrètement, au cours du xx^e siècle, le rythme de disparition des espèces s'est révélé très inquiétant par rapport à ce que l'on peut calculer comme étant le « rythme naturel » d'extinction : au minimum 270 plantes en moins contre 3 à 30 « attendues », 50 mammifères et 40 oiseaux contre 1 attendu, 150 poissons contre 3 à 24 attendus, etc.²²

22 Anne TRAVISSE, « Vers une sixième grande crise d'extinction », in *Biodiversité et changements globaux*, Ministère des Affaires étrangères, Paris, 2004.

Plus précisément, sur les 40 177 espèces étudiées en 2006 par les 7 000 experts de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN), 16 119 étaient menacées d'extinction (contre 15 589 en 2005), dont 42 % des tortues, 32 % des amphibiens et 23 % des mammifères. 644 espèces répertoriées sur le territoire français étaient menacées, dont 133 en métropole.

La forêt tropicale regroupe probablement à elle seule la moitié des espèces animales et végétales. Sa destruction de plus en plus rapide met en péril une énorme diversité biologique.

Le problème est tout aussi préoccupant en ce qui concerne le corail et, plus généralement, les écosystèmes marins, qui sont aussi riches que la forêt tropicale et eux aussi fortement menacés. La température et la lumière particulières dans lesquelles le corail se développe attirent de nombreuses espèces végétales et animales. Les scientifiques estiment à près d'un million le nombre des espèces vivant dans et autour des récifs : poissons, éponges, anémones, étoiles de mer, méduses, etc., qui ailleurs ne pourraient pas survivre.

Or le corail est victime de nombreuses agressions : réchauffement des eaux, cyclones et tempêtes, phénomène climatique dit *El Niño* dans l'océan Pacifique, maladies spécifiques, microbes (microbialithes), pêche industrielle (ou même à l'explosif), plongée sous-marine, commerce d'objets sculptés, pollution chimique, dépôts sédimentaires provenant des exploitations minières ou de l'érosion et enfin essais nucléaires. Certains experts estiment qu'il ne se maintiendra pas au-delà du siècle. Sa disparition rapide entraînera celle des espèces qui vivent de, par, sur ou derrière lui, provoquant des dégâts en chaîne, compte tenu de ses nombreuses propriétés et inerties. Le corail est en effet un formidable réservoir de nourriture. Si les récifs coralliens venaient à mourir, le nombre de poissons chuterait significativement dans les zones concernées, menaçant la population des villages côtiers qui se nourrissent exclusivement de la pêche. (Près d'un demi-milliard d'êtres humains vivent à proximité des côtes dans le monde.) Le corail agit également comme rempart contre l'érosion, grâce aux villes sous-marines qu'il édifie, véritables barrières de protection pour les sites côtiers. Il faut rappeler que de nombreuses îles du Pacifique ne doivent leur existence qu'aux atolls qui les entourent. La destruction des récifs condamnerait ces territoires à disparaître sous les eaux à la première grosse vague, sans parler des tsunamis. Et n'oublions pas que le corail est également une précieuse source de médicaments : utilisé dans le traitement du sida, l'AZT est fabriqué à partir d'une éponge corallienne des Caraïbes. Le corail contribue également à la lutte contre le cancer, et l'une des bactéries qu'il renferme constitue un espoir pour agir

À quoi sert la biodiversité ?

La biodiversité permet d'abord à l'homme de mieux manger. L'agriculture et l'alimentation européennes sont en grande partie fondées sur des espèces collectées dans l'ensemble de la planète : de nombreux symboles de l'identité française comme le pain, le vin et le fromage (ou la pomme de terre) sont issus d'espèces qui n'étaient pas présentes au néolithique ; de même, plusieurs emblèmes de l'alimentation méditerranéenne — tomates, poivrons, aubergines — n'ont rejoint qu'assez récemment cette région.

Les propriétés pharmacologiques des plantes ont également été cruciales pour la survie de l'humanité sans que l'homme ait fini de puiser dans cette ressource. On a ainsi mis au point aussi bien l'aspirine, issue du saule blanc, que des antitumoraux comme récemment la vinblastine (issue de la pervenche de Madagascar) ou le taxotère (issu de l'if américain). Cette démarche s'élargit aujourd'hui aux invertébrés marins : c'est à partir de l'étude d'une éponge qu'a été élaborée la molécule antivirale de l'AZT.

La biodiversité peut également jouer le rôle de bio-indicateur, notamment concernant la multiplication des substances chimiques rejetées dans la nature (100 000 différentes, et 350 nouvelles chaque année) ; la réduction ou la disparition d'espèces sert ainsi d'alerte bien avant que les mesures physicochimiques ne caractérisent le phénomène. La réduction des populations de bulots en mer du Nord a ainsi révélé la concentration de substances issues des peintures antisalissures recouvrant les bateaux ; le déclin de la population des alligators de Floride a mis au jour une pollution au DDT, etc.

Le mimétisme ouvre également des perspectives très importantes. C'est en observant les oiseaux qu'on a conçu les avions, le badiane qu'on a inventé le tissu Velcro, les nageoires de la baleine à bosse qu'on a amélioré les voiliers de compétition, ou la vie des insectes sociaux qu'on a imaginé le robot.

L'homme a développé jusqu'à présent une vision relativement limitée des apports de la biodiversité : celle-ci fournirait d'abord, en grands volumes, des aliments et des matériaux. Or ces services ne représenteraient que 7 % des prestations assurées par la nature. Certains ont estimé à 33 000 milliards \$ par an la « valeur » de l'ensemble de ces services^a, soit presque le double du PNB mondial. La nature produirait en fait bien plus que tout ce que comptabilisent les économistes comme valeur issue du travail humain.

Parmi les services qui génèrent plus de « valeur » que la production d'aliments et de matériaux (2 107 milliards \$) figurent la toumiture et la régulation de l'eau (2 807 milliards \$), son épuration (19 352 milliards \$), mais aussi la régénération de l'oxygène de l'air (1 341 milliards \$), la régulation du climat (684 milliards \$), la pollinisation (534 milliards \$), la formation des sols (629 milliards \$), etc. Et que dire du « service » récréatif et culturel (3 830 milliards \$) ?

Les perturbations accélérées d'une biodiversité qui nous est encore largement inconnue peuvent donc engendrer des risques tout aussi difficilement mesurables. En la matière, la plus grande prudence s'impose.

a D'après Bernard CHEVASUS-AU-LOUIS, *Biodiversité...*, op. cit.

b Estimations chiffrées issues de R. COSTANZA et alii, « The value of the world's ecosystem. Services and natural capital », *Nature*, n° 387, 1997.

sur les troubles liés à la vieillesse et à la dégénérescence des cellules nerveuses et donc pour les maladies d'Alzheimer et de Parkinson.

La France et l'Europe ne sont pas épargnées par la destruction de leur faune et de leur flore. D'après les experts du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), un doublement de la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère et une augmentation de la température moyenne de 3,6 °C menaceraient sévèrement 22 % des espèces végétales du Vieux Continent. Le scénario le plus optimiste (faible augmentation de la concentration des carboniques et augmentation de 1,8 °C de la température) ramènerait ce taux à 10 %.

De même, du fait de la pollution croissante des cours d'eau, 20 % des espèces aquatiques ont disparu au cours des vingt dernières années ou sont fortement menacées d'extinction.

Même scénario pour les insectes. Les deux tiers des espèces végétales cultivées dans le monde ont besoin pour leur pollinisation des oiseaux et des insectes, en particulier des abeilles. L'utilisation massive des insecticides et des pesticides les menace donc indirectement mais réellement. La chasse imputoyable aux mauvaises herbes dans les champs cultivés, voire autour, affame les papillons et les abeilles. Un autre signe objectif de la baisse du nombre d'insectes est la disparition progressive des hirondelles, qui en consomment beaucoup. On estime qu'en France le nombre d'hirondelles a été divisé par cinq en quarante ans, dont la moitié au cours des quinze dernières années. Celles-ci se rassemblent progressivement sur une petite partie du territoire, en particulier dans les villes, désertant les zones agricoles céréalières et fruitières.

L'utilisation d'un nombre infime d'espèces et de variétés²³ engendre des risques

On estime qu'il existe actuellement entre 300 000 et 500 000 espèces de plantes, dont environ 30 000 sont comestibles. Au cours de l'histoire, l'humanité s'est contentée d'en cultiver 7 000. Dans chaque pays, les paysans ont sélectionné les variétés les mieux adaptées aux conditions climatiques et économiques locales. Les agricultures de subsistance traditionnelles maintiennent une grande biodiversité, comme au Pérou où jusqu'à 170 variétés de pommes de terre ont été cultivées. Ce mode d'agriculture caractérise encore l'activité de près de la moitié des paysans du

²³ Une espèce est un ensemble de populations interfécondes et génétiquement isolées, du point de vue reproductif, d'autres ensembles équivalents (exemple, le chien). Une variété possède des caractéristiques spécifiques, mais peut se reproduire avec d'autres variétés d'une même espèce ; pour les animaux, on parle plutôt de races (exemple, le lévrier).

monde, mais ne fournit que 15 % de la production mondiale. À l'autre extrême, l'agriculture technique, ouverte sur le marché mondial, produit à partir d'un tout petit nombre d'espèces. Actuellement trente espèces végétales fournissent 90 % des calories consommées dans le monde, essentiellement blé, maïs et riz.

En matière de variétés, la situation est encore plus préoccupante : en France, par exemple, quatre variétés de blé produisent 70 % de la récolte totale. Celles qui ne sont plus utilisées, parce que jugées moins productives ou moins rentables, disparaissent inéluctablement puisqu'en général on ne prend pas la précaution de constituer des banques de gènes. 95 % des variétés originelles de chou, 91 % de celles de maïs, 94 % de celles de petits pois et 81 % de celles de tomates ont d'ores et déjà disparu²⁴.

Qu'arrivera-t-il si celles qui restent sont victimes de maladies graves ?

La grande famine qui a sévi en Irlande entre 1845 et 1848 (provoquant la mort de près d'un million de personnes et la migration de deux autres millions) est notamment liée à la maladie du mildiou, qui, se répandant à grande vitesse, a pourri les plants des deux seules variétés de pommes de terre alors cultivées dans le pays. À la fin du XIX^e siècle, en France, l'attaque simultanée du même mildiou et d'un puceron, le phylloxéra, a presque fait disparaître le vignoble français — la solution résida dans la greffe de cépages français sur des porte-greffes américains naturellement résistants à l'insecte. En 1972, en Russie, 15 millions d'hectares de champs de blé n'ont rien donné, tous semés d'une variété trop sensible au froid. Enfin, en 1980, 40 % de la production de canne à sucre de Cuba a succombé à la rouille.

Un même phénomène peut être observé concernant les animaux : sur les 50 000 espèces d'oiseaux et de mammifères connues, l'agriculture « moderne » n'en utilise réellement qu'une trentaine, parmi lesquelles la moitié (vache, cochon, chèvre, mouton, poulet, canard, lapin, etc.) assure plus de 90 % de la production d'élevage dans le monde. En matière de races, on estime que l'Europe a perdu la moitié de sa propre diversité animale au cours du XX^e siècle. 41 % des 1 500 races restantes pourraient s'éteindre dans les vingt ans à venir. Là encore, les pays du Sud bénéficient de leur apparent archaïsme : l'Asie continue à élever des porcs de 150 races différentes alors qu'il n'y en a plus que 40 en Amérique. Mais leur volonté de se « moderniser » les conduit inévitablement à suivre la

²⁴ Même chose aux États-Unis avec 91 % d'espèces de maïs disparues et 86 % de celles de tomates et de pommes, ou en Chine, où l'on est passé de 10 000 espèces de blé cultivées en 1949 à 1 000 en 1970, et à quelques centaines actuellement.

même route. Pourtant, nombre de porciculteurs bretons sont heureux d'utiliser des races de porcs chinoises.

Les races ou variétés sélectionnées par l'agriculture intensive procurent les meilleurs rendements ; il est donc apparemment rationnel de faire le choix de les utiliser de préférence aux autres. En revanche, elles ne sont productives que dans des économies reposant sur l'utilisation de multiples intrants : énergie, engrais, insecticides, pesticides, mécanisation, vaccins, etc. Avec du recul, on mesure les risques qui sont pris à l'échelle de la planète en abandonnant ce qui peut représenter une alternative crédible à ce modèle unique. Certes, les races et variétés autochtones sont moins productives à court terme, mais elles sont aussi beaucoup moins exigeantes (en soins, en nourriture) et souvent plus résistantes aux maladies, aux conditions climatiques ou au manque d'eau. Le milliard de paysans traditionnels déploie ainsi des stratégies sophistiquées qui tirent profit de la biodiversité.

La conservation des ressources génétiques en laboratoire (*voir encadré*) ne libère en rien du devoir absolu de conserver également cette biodiversité *in situ*, dans les champs des paysans notamment ; en effet, les plantes doivent continuer d'évoluer dans leurs milieux naturels pour continuer à y être adaptées, par exemple face au changement climatique. La protection ou la réintroduction d'espèces ont ainsi souvent échoué car elles ne tenaient pas compte de l'ensemble des facteurs qui permettaient naguère à ces espèces de vivre en équilibre avec leur milieu.²⁵

Tout d'abord, on maîtrise mal les relations multiples intervenant dans un milieu : par exemple, le narcisse des Glénans, menacé du fait de sa surexploitation, a été classé parmi les espèces protégées par la convention de Berne de 1979. Mais il est apparu que son maintien n'était possible que si la fauche ou le pâturage des moutons maintenaient une prairie rase. En outre, la multiplication de la population des goélands, eux-mêmes protégés, a amené un enrichissement du sol en azote qui semble préjudiciable à cette plante.

Ensuite, le facteur « temps » est primordial et le processus de réintroduction et d'acclimater des espèces peut se révéler très long (relativement aux besoins humains). Par exemple, le petit nombre d'espèces de poissons dans les eaux douces d'Europe du Nord (une quarantaine en moyenne) contraste avec la grande diversité de la zone méditerranéenne (près de 100 espèces en Grèce et plus de 150 espèces en Turquie). Cette différence s'explique essentiellement par le rôle de conservatoire qu'a joué le sud de l'Europe lors de la dernière « petite » glaciation (1645-1715), voire de la

25 Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, *Biodiversité...*, *op. cit.*

Conservier les espèces

Depuis une vingtaine d'années, les organismes de recherche publics se sont mobilisés pour que la biodiversité ne soit pas complètement perdue et ont consacré davantage de ressources pour la conserver, soit sous la forme de plantes ou d'animaux vivants (« *in situ* »), soit sous la forme de graines, de cellules, d'embryons, de gènes, etc. (« *ex situ* »).

C'est ainsi que le Centre de ressources biologiques des céréales à paille de Clermont-Ferrand conserve 10 000 espèces de blé, 6 300 d'orge et 800 d'avoine. L'INRA d'Angers possède 350 variétés de pommes à cidre, 1 000 variétés de tomates ont été réunies à Avignon, 2 300 cépages de vigne à Montpellier, et 25 000 gènes divers (piment, blé, maïs, tournesol, colza, pois, riz, melon, radis, etc.) sont congelés au Centre national des ressources génétiques végétales de Toulouse.

Du côté animal, la cryobanque nationale conserve sperme, ovules et embryons congelés de 12 races bovines, 22 races ovines, 6 races caprines, 10 équines, 5 porcines, etc. De nouveaux élevages se reconstituent progressivement avec des races anciennes, telle la poule « géline de Touraine », la vache « maraîchaine » du Poitou, ou le porc basque « à cul noir » et le « cochon planche » de Guadeloupe.

Un nouveau projet international sera lancé en 2007 dans une île de l'archipel du Svalbard (administrée par la Norvège). Il s'agit de conserver 2 millions d'espèces végétales par - 18 °C à l'intérieur d'une grotte creusée dans une montagne et protégée par une porte blindée. Véritable « arche de Noé végétale », ce dispositif devrait permettre de conserver le trésor génétique de l'humanité pendant des centaines d'années, même en cas de guerre nucléaire ou de catastrophe majeure.

dernière « grande » (il y a 10 000 ans), et illustre la lenteur et la difficulté de la dynamique de recolonisation. De même, la reconquête de l'Europe par les chênes après cette « grande glaciation » a bien eu lieu, mais au rythme moyen de quelques centaines de mètres par an : il leur a fallu en fait 7 000 ans pour passer de Gibraltar et Istanbul à Stockholm et Helsinki.

Enfin, le facteur « espace » joue également un grand rôle : la « théorie insulaire »²⁶ explique ainsi que les grandes surfaces sont plus riches en espèces que les petites. Dans le cas des oiseaux nicheurs des îles méditerranéennes, le nombre d'espèces passe d'une vingtaine dans les petites îles à plus d'une centaine en Sicile ou en Sardaigne. Le corollaire de cette approche est que la réduction des habitats conduit inéluctablement à une réduction de la biodiversité globale au sein de ces habitats, selon une loi exponentielle. Une conséquence de cette relation est de remettre en question les stratégies

26 De MacArthur et Wilson (1967), dont Alexander von Humboldt avait formulé dès 1807 l'un des principes.

de protection de la biodiversité fondées sur des « réserves » (parcs nationaux, réserves de biosphère, etc.). En effet, on croyait jusqu'à présent qu'un taux de mise en réserve limité, de l'ordre de 20 %, permettrait de conserver une fraction importante (plus de 60 %) de la biodiversité. D'où la nécessité d'une stratégie intégrant la conservation de la biodiversité au sein de la nature en interaction avec les autres activités humaines.

La perte en biodiversité s'accompagne également d'une menace importante sur les agriculteurs ; celle-ci provient de la concentration à l'échelle mondiale de l'industrie de la production des semences. L'affaire des semences dites « Terminator » est, à ce titre, exemplaire (voir chapitre 6). Le scandale suscité a incité ces entreprises à opérer un retrait tactique. Mais l'évolution actuelle du monde libéral favorise la constitution de quelques grandes firmes multinationales, propriétaires au sens strict de la biodiversité de la planète et dont on n'est pas absolument sûr qu'elles en fassent le meilleur usage.

Les OGM (organismes génétiquement modifiés) constituent un cas à part. À quoi bon conserver les anciennes combinaisons de gènes puisque l'homme va pouvoir modifier lui-même les espèces et les races à la carte ? pourrait-on se dire. Mais la réalité est plus inquiétante : le recours massif aux OGM, en Amérique du Nord et du Sud notamment, relève résolument de l'économie industrielle mondialisée, qui pousse à l'exploitation de quelques races ou espèces jugées plus productives que les autres. De plus, les OGM peuvent, dans certains cas, menacer peut-être irréversiblement leur environnement. L'utilisation des OGM est une manière parmi d'autres de produire de la nourriture, mais qui tend à devenir exclusive puisqu'elle se révèle souvent incompatible avec le maintien des autres méthodes. Ainsi faudra-t-il soigneusement peser les bienfaits attendus de la culture des OGM face aux risques pris pour l'avenir.

Le problème de la propriété et du respect du vivant n'est pas le moindre des enjeux. Il ne se posait plus depuis l'abolition de l'esclavage et l'apparition d'un droit protégeant les animaux. Les entreprises, publiques et privées, qui ont consacré beaucoup d'argent pour isoler des gènes plus performants et proposer de nouvelles variétés demandent logiquement à pouvoir breveter leur invention, de façon à financer rétroactivement leurs investissements de recherche. Mais ce qui est admissible dans le monde artificiel (par exemple, celui de la mécanique ou de l'électronique) l'est beaucoup moins dans le domaine du vivant. Jusqu'où peut-on privatifier et vendre une partie de la vie ? Il est urgent que la société mondiale trouve de nouvelles manières de financer la recherche concernant le vivant et progresse en matière d'éthique.

Dépenser moins d'énergie, mais en produire davantage

Le pétrole tend à passer son tour, ainsi que les autres carburants fossiles (gaz, charbon). Cette énergie abondante et bon marché a permis le développement très rapide de quelques pays et l'instabilité ou la dictature durables, voire la guerre dans la plupart des États gros producteurs. Mais elle se tarit. Il faudra donc, partout dans le monde, apprendre à en utiliser beaucoup moins. De plus, on devra trouver d'autres sources d'énergie plus économes, plus diversifiées, pas trop dangereuses et plus respectueuses de l'environnement. Du nucléaire aux éoliennes, en passant par le solaire et la géothermie, des alternatives plus ou moins heurteuses s'imposent peu à peu. Une « économie de l'hydrogène » pourrait remplacer celle du pétrole. Côté agriculture, ce défi central pour l'humanité devra également être relevé de deux manières : produire des aliments avec beaucoup moins d'énergie, et produire sur les mêmes surfaces des matières premières pour l'énergie et pour des exploitations industrielles, avec un rendement acceptable.

La fin toute proche de l'ère du pétrole

Différents spécialistes estiment que les réserves de pétrole s'épuiseront vers la moitié du *xx^e* siècle, surtout si la Chine, l'Inde et d'autres régions poursuivent leur développement accéléré et augmentent massivement leur consommation. La deuxième génération du nucléaire (fusion contrôlée de l'hydrogène) ne pourrait être opérationnelle qu'à la fin du siècle. On prévoit donc un manque extrêmement préoccupant à terme,

Le « match Europe/États-Unis »

	France	Europe (15)	États-Unis	Trois premiers mondiaux
MOYENS DE PRODUCTION 2005				
Terres arables (millions ha)	19,6	84,6	177	États-Unis, Inde, Chine
Dont céréales	9,2	36,6	56	Inde (99), Chine, Ex-URSS
Pâturages (millions ha)	10,1	55,8	233,8	Chine (400), Australie, États-Unis
Population active agricole (millions)	0,8	6,8	2,8	Chine (511), Inde, Indonésie
Nb. exploitations				
Professionnelles (milliers)	367		2 100	
Surface moyenne par exploitations (hectares)	70		177	
Tracteurs (milliers)	1 264	6 968	4 760	États-Unis, Inde, Japon
Moissonneuses-batteuses (milliers)	91	504	662	Japon (1 042), États-Unis, Chine
PRODUCTION 2005 (millions de tonnes)				
Production totale céréales	63,7	201,1	364	Chine (424), États-Unis, Inde
Dont blé	36,9	102	57,1	Chine (96,2), Ex-URSS, Inde
Dont maïs	15	32	257	États-Unis, Chine, Brésil
Dont riz	0,1	2,6	10	Chine (184), Inde, Indonésie
Pommes de terre & autres tubercules	6,3	44,4	19,8	Chine (187), Nigéria, Russie
Fruits	10,4	56,9	25,9	Chine (87), Inde, Brésil
Légumes	8,2	57,1	38,2	Chine (435), Inde, États-Unis
Sucre	6,3	22,4	19,7	Inde (28), Brésil, États-Unis
V viande	6,2	36,7	39,6	Chine (78), États-Unis, Brésil
Lait	26,1	124,9	80,1	Inde (92), États-Unis, Russie
ÉTAT DU CHEPTEL EN 2005 (millions de têtes)				
Bovins	19,4	78	95,9	Brésil (192), Inde, Chine
Porcs	15	122,9	60,6	Chine (489), États-Unis, Brésil
Volaille	215	1 023	1 250	Chine (4 360), États-Unis, Indonésie
POLITIQUE AGRICOLE/SOUTIEN À L'AGRICULTURE				
En % des recettes brutes			35	19
En milliers \$ par agriculteur			17	16
En \$ par habitant			304	317

Source : FAO.

Table

Préface par Edgard Pisani 7

Introduction 11

L'agriculture au cœur même des problèmes vitaux du XXI^e siècle 151 Nourrir les hommes et les femmes du XXI^e siècle 19

L'énorme diversité des pratiques rend difficile de parler de « l'agriculture » 19

Se nourrir, un problème bien différent suivant les régions de la planète 21

Que mange-t-on aujourd'hui ? 31

Peut-on nourrir chaque habitant de la planète ? 35

2 Produire plus et mieux avec trois fois moins : moins de terre, moins d'eau, moins de biodiversité 43

Les sols agricoles manquent et nombre

d'entre eux s'appauvrissent 43

L'eau douce de bonne qualité devient rare et chère 50

La diminution de la biodiversité menace le vivant 73

3 Dépenser moins d'énergie, mais en produire davantage 83

La fin toute proche de l'ère au pétrole 83

De multiples solutions alternatives à mettre en œuvre d'urgence 89

Les solutions que peut proposer l'agriculture 96