

The background of the entire page is a photograph of a long, traditional wooden bridge made of bamboo or similar natural materials, spanning a wide river. In the distance, a village with several houses is visible on the opposite bank. The bridge has a complex lattice-like structure underneath. The text is overlaid on the upper half of the image.

Chapitre

3

La vulnérabilité de l'homme face à la transformation de l'environnement

Rosita Pedro est née dans un arbre, au-dessus des eaux tourbillonnantes et boueuses du Limpopo en crue. Elle est née vulnérable et comment peut-on débiter de façon plus précaire dans la vie ? Cette vulnérabilité, comme celle de sa mère Sofia, est due à la fois à des phénomènes naturels et à des actions de l'homme. Les inondations qui ont dévasté le Mozambique en mars 2000 étaient une catastrophe naturelle, mais leur gravité a été exacerbée par de mauvaises pratiques de gestion des terres, une érosion aiguë des zones humides et le surpâturage dans les hauteurs du bassin versant du Limpopo au Botswana, en Afrique du Sud et au Zimbabwe. Les zones humides absorbent l'eau excédentaire comme une éponge puis la relâchent lentement dans un bassin versant ou dans un réseau hydrographique, si bien que leur destruction fait disparaître un système de régulation. Les pâturages endommagés par la surexploitation et le brûlis étaient devenus compacts et durs, si bien que l'eau ruisselait vers les cours d'eau au lieu de s'enfoncer dans le sol. En outre, selon les météorologues, les pluies torrentielles étaient dues au fait que la température de surface de l'océan Indien et du détroit du Mozambique était exceptionnellement élevée, ce qui pourrait être dû au réchauffement de la planète. La catastrophe qui en est résultée a fait plusieurs centaines de morts et a déplacé et appauvri des milliers d'habitants de la région (Guardian, 2000 ; Stoddard, 2000).

Comprendre la vulnérabilité

La vulnérabilité résulte de l'exposition à des menaces physiques qui dépassent la capacité de résistance des hommes et des communautés. Les menaces peuvent être dues à une combinaison de processus sociaux et physiques. Par conséquent, la vulnérabilité de l'être humain suscite de nombreuses préoccupations environnementales. Comme tout le monde est d'une façon ou d'une autre exposé aux menaces environnementales, la question intéresse autant les riches que les pauvres, les villes que les campagnes, le nord que le sud, et les menaces environnementales pourraient compromettre tout le processus de développement durable des pays en développement. Pour réduire la vulnérabilité, il faut trouver des points d'intervention dans l'enchaînement de causes et d'effets qui relie une catastrophe naturelle à ses conséquences sur l'homme (Clark et autres, 1998).

De nombreux phénomènes naturels sont dangereux et notamment les événements extrêmes tels que les inondations, les sécheresses, les feux, les tempêtes, les tsunamis, les glissements de terrain, les éruptions volcaniques, les séismes et les invasions d'insectes. Les activités de l'homme ont rallongé cette liste, avec des

menaces dues aux explosions, à la contamination chimique et radioactive et à d'autres accidents. Le risque est lié à la probabilité d'être exposé à l'un de ces événements, qui peuvent se produire avec des degrés de gravité variables et à différentes échelles, de façon soudaine et inattendue ou de façon prévisible et progressive, et au degré de l'exposition. Toutefois, avec l'augmentation de la population mondiale, qui envahit de plus en plus de nouvelles zones, les catastrophes naturelles causent de plus en plus de dégâts, de morts et de déplacements de populations. En outre, les modifications apportées par l'homme à l'environnement ont réduit la capacité de celui-ci d'absorber l'impact des catastrophes et de fournir les biens et services dont l'homme a besoin.

Dans l'analyse de l'impact environnemental faite au chapitre 2, nous avons donné de nombreux exemples de situations dans lesquelles des individus, des communautés et même des pays entiers sont vulnérables face aux menaces de l'environnement. La transformation de l'environnement et la vulnérabilité des sociétés humaines face à cette transformation n'ont rien de nouveau. Il y a plus de 9 000 ans, les Sumériens de Mésopotamie ont commencé à irriguer la terre pour produire davantage afin de nourrir une population en expansion, mais leur civilisation a fini par disparaître, ce qui est dû en partie à l'engorgement et à la salinisation provoqués par l'irrigation. La civilisation maya s'est effondrée aux alentours de 900 avant J.-C., principalement en raison de l'érosion du sol, de la réduction de la viabilité du système agro-écologique et de l'envasement des cours d'eau. Sur les prairies d'Amérique du Nord, le phénomène *Dust Bowl* au XX^e siècle a entraîné une érosion massive des sols, ce qui a forcé des communautés à se déraciner et provoqué une pauvreté considérable. En 1952, durant les trois jours qu'a duré le Grand Smog, quelque 4 000 personnes ont été tuées par la rencontre fatale d'un air surchargé de particules et de SO₂ en raison de l'utilisation très répandue du charbon pour le chauffage et d'une inversion de température provoquée par un phénomène d'anticyclone (Met Office, 2002).

Certaines personnes vivent dans des endroits très peu accueillants pour l'homme, des régions trop chaudes, trop sèches ou trop exposées à des catastrophes naturelles. D'autres, comme Rosita Pedro, sont exposés à des catastrophes connues mais qui se sont aggravées ou sont devenues plus fréquentes. Des lieux où des situations qui autrefois étaient sans danger ont été tellement modifiées qu'ils sont devenus dangereux pour la santé et le bien-être. Une grande partie des enfants de moins de 5 ans qui sont tués chaque année par des maladies diarrhéiques les ont contractées en buvant de l'eau contaminée (voir chapitre 2, « Les eaux douces »).

La plupart des environnements sont en évolution

La vulnérabilité dans une zone en crise : le mont Nyiragongo

Le volcan du Mont Nyiragongo, en République démocratique du Congo, a fait éruption plus de 50 fois au cours des 150 dernières années. Malgré ce risque connu, en raison de la fertilité de la région, due à la richesse des sols volcaniques et à la proximité d'un lac, la population continue d'affluer. L'éruption du 17 janvier 2002 a détruit une zone qui avait déjà été ravagée par des années de conflits civils, si bien que les capacités de résistance de la population étaient très diminuées. Les habitants de la région n'ont pas été avertis de l'imminence de l'éruption. La ville de Goma, située à 18 km du volcan, a été détruite par des coulées de lave de 1 à 2 mètres de haut qui ont recouvert la ville et détruit également 14 villages voisins. Il y a eu au moins 147 morts et beaucoup plus de blessés. On estime que cette catastrophe a affecté quelque 350 000 personnes, provoqué le déplacement de 30 000 personnes et détruit 12 500 logements.

Sources : USAID, 2002 ; ETE, 2000.

constante en raison de facteurs naturels et des interventions faites par l'homme pour produire de la nourriture, se loger, construire des infrastructures ou produire ou échanger des marchandises. La plupart des modifications intentionnelles sont conçues pour mettre l'environnement au service de l'homme. La culture intensive de plantes vivrières en est un exemple, de même que la construction de barrages ou de canaux pour obtenir de l'eau douce et de l'énergie ou créer des réseaux de transport. Ces interventions peuvent aussi modifier de façon non intentionnelle la qualité ou la quantité des ressources environnementales, et il peut être difficile de faire face à leurs conséquences.

L'analyse des menaces anciennes et nouvelles qui peuvent compromettre la vie de l'homme montre que la vulnérabilité face aux catastrophes environnementales a des aspects sociaux, économiques et écologiques. Cette vulnérabilité apparaît de façon particulièrement frappante et médiatisée lorsqu'une population est soudainement et violemment victime d'une catastrophe naturelle comme l'éruption du Mont Nyiragongo qui a détruit la ville de Goma en République démocratique du Congo (voir encadré). Ces événements prennent un tour catastrophique lorsque les communautés locales ne peuvent pas résister à leurs effets. Toutefois, les facteurs environnementaux qui contribuent à la vulnérabilité de l'homme sont divers et changeants ; ils ne se limitent pas aux catastrophes et sont liés à tous les aspects du développement durable.

Groupes vulnérables

Tout le monde est vulnérable face à des phénomènes environnementaux d'une sorte ou d'une autre, mais la capacité de s'adapter et de résister au changement est

très variable. Les pays en développement et surtout les pays les moins avancés sont les moins capables de s'adapter et sont les plus vulnérables face aux catastrophes environnementales et à la transformation de l'environnement mondial, de la même façon qu'ils sont moins capables de résister à d'autres difficultés. Cette vulnérabilité est particulièrement prononcée parmi les populations les plus pauvres (GIEC, 2001) et les groupes défavorisés tels que les femmes et les enfants.

La capacité de résistance de la société humaine résulte de l'ensemble des caractéristiques naturelles et sociales et des ressources disponibles dans tel ou tel endroit pour atténuer les effets des catastrophes et des autres phénomènes environnementaux (IATFDR, 2001). Ces facteurs sont notamment le niveau de richesse, la technologie, l'éducation, l'information, les compétences, les infrastructures, l'accès aux ressources et les capacités de gestion. En 1999, il y a eu deux à trois fois plus d'événements catastrophiques aux États-Unis qu'en Inde ou au Bangladesh, mais ces événements ont fait 14 fois plus de morts en Inde et 34 fois plus de morts au Bangladesh qu'aux États-Unis (PNUE, 2000). Ces différences s'expliquent essentiellement par le fait que les habitants des États-Unis ont une capacité de réaction beaucoup plus grande (voir aussi chapitre 2, « Les catastrophes »). Il n'y a donc pas de corrélation directe entre les phénomènes environnementaux extrêmes et leur impact sur l'homme.

Dans de nombreux cas, une capacité de résistance qui était suffisante autrefois n'est plus adaptée à l'environnement qui a changé. Cela peut se produire lorsque les options traditionnelles sont réduites ou supprimées (sédentarisation de nomades, réglementation de l'emploi de ressources qui autrefois étaient libres), ou lorsque apparaissent de nouvelles menaces pour lesquelles il n'y a pas de mécanisme d'intervention, les ressources sont insuffisantes ou les technologies et compétences nécessaires ne sont pas disponibles.

Certains groupes sont plus exposés que d'autres à certains risques environnementaux : les populations urbaines sont exposées à la présence de substances contaminantes de particules en suspension dans l'air, les habitants des taudis n'ont souvent pas les infrastructures de protection minimales, les travailleurs peuvent être exposés à des risques particuliers sur leur lieu de travail et ceux qui ne sont pas informés peuvent tout simplement ne pas être conscients des menaces qui les entourent. Un large éventail de facteurs sociaux et économiques, tels que la pauvreté et l'inégalité ou la disponibilité de ressources naturelles, ont une influence directe et indirecte sur la vulnérabilité de l'homme face à la transformation de l'environnement. On ne dispose pas de grille d'analyse unique pour répertorier tous ces facteurs.

La culture et le changement climatique

La culture des populations autochtones du bassin du Mackenzie et dans le nord-ouest du Canada est menacée par le changement climatique. Au cours des 35 dernières années, les températures ont augmenté en moyenne d'environ 1 °C par décennie, ce qui a eu des effets considérables tels que la fonte du permafrost, la multiplication des glissements de terrain et des feux de forêt et la baisse du niveau des nappes d'eau. La multiplication des feux de forêt entraîne une réduction des populations d'espèces d'animaux terrestres et aquatiques et d'oiseaux importants pour cette culture. La réduction de la quantité d'eau disponible a déjà fait disparaître les rats musqués du delta du Peace Athabasca. Ce genre de transformation de l'écosystème et des ressources naturelles compromet la viabilité des modes de vie traditionnels tributaires de la chasse, de la pêche et de la prise d'animaux au piège, qui sont la principale source de nourriture, de revenu et de vêtement traditionnelle.

Sources : Cohen et autres, 1997.

On considère généralement que la pauvreté est une des principales causes de la vulnérabilité étant donné que les pauvres ont en général beaucoup moins de capacités de résistance et ils subissent donc de façon disproportionnée l'impact des catastrophes naturelles, des conflits, des sécheresses, de la désertification et de la pollution. Toutefois, la pauvreté n'est pas la seule cause de vulnérabilité. On considère souvent que les enfants, les femmes et les personnes âgées sont particulièrement vulnérables. Les réfugiés, migrants et autres populations déplacées n'ont ni les ressources physiques ni les structures sociales nécessaires pour faire face aux menaces, même si paradoxalement, la très forte visibilité de leurs souffrances peut dans un premier temps susciter des réponses rapides. En revanche, les pauvres des villes vivent généralement dans l'obscurité et en période de catastrophe leur nombre peut augmenter considérablement. La mosaïque de la vulnérabilité paraît si complexe qu'on peut se demander s'il est possible de déceler des structures et d'estimer des tendances à l'échelle mondiale ou régionale. Un déclin généralisé ou progressif de l'économie peut affecter de façon disproportionnée les groupes vulnérables, causant des difficultés considérables mais généralement peu visibles (Downing et Bakker, 2000).

L'aspect culturel est important. Les communautés autochtones ayant des modes de vie particuliers très adaptés au climat, à la végétation et à la faune locaux, peuvent être particulièrement menacées par la transformation de l'environnement (voir encadré). Traditionnellement, de nombreuses communautés autochtones ont mis au point des mécanismes d'adaptation très spécifiques pour survivre dans leur environnement et faire face à des événements extrêmes périodiques. Ces mécanismes sont notamment les comportements tels que les migrations saisonnières ou les déplacements exceptionnels en cas d'inondation ou de sécheresse, ainsi qu'une modification de pratiques telles que la culture ou la collecte de certaines plantes ; par exemple, en cas de

destruction des cultures, ces populations peuvent se rabattre sur des fruits et d'autres produits alimentaires qui ne sont généralement pas consommés lorsque les récoltes sont bonnes. La fragilisation des structures sociales et la réduction des options qui permettent ce mode de vie traditionnel ont aussi tendance à affaiblir ou à détruire ces mécanismes d'adaptation.

On considère que les autochtones pauvres sont plus vulnérables face à des événements climatiques tels que les inondations, les tempêtes et les sécheresses, en raison de l'insuffisance des services sociaux et des infrastructures telles que les aménagements hydrauliques (GIEC, 2001). Ces populations sont aussi plus affectées par les ravageurs et les maladies et en particulier les maladies à vecteur, les maladies respiratoires et d'autres maladies infectieuses (Woodward et autres, 1998 ; Braaf, 1999). De plus, comme de nombreux pauvres habitent dans des environnements ruraux isolés ou en marge des grandes villes, ils sont plus exposés à des problèmes sociaux associés à l'insécurité économique, à l'inadéquation de l'approvisionnement en eau et à des risques sanitaires.

Environnements vulnérables

Les menaces environnementales pour l'homme ne sont pas les mêmes partout. Certains environnements, comme les zones boréales (voir encadré en bas), les plaines inondables, les rives des cours d'eau, les petites îles et les côtes, peuvent être plus exposés que d'autres. L'utilisation ou la modification de l'environnement par l'homme, telles que déboisement, construction de bâtiments et de routes et canalisation des cours d'eau, ont des effets qui se répercutent souvent très loin de l'endroit où elles ont lieu, par exemple en aval du cours d'eau.

Certains choix ont une énorme influence sur l'endroit où vivent et travaillent les populations, et la vulnérabilité de l'homme est donc étroitement liée à la densité de la

Les dangers des hautes latitudes

Les personnes qui vivent dans les régions de haute latitude sont particulièrement exposées à des mélanomes malins (cancer de la peau). La prévalence de cette maladie a considérablement augmenté au XX^e siècle et on l'a imputée à l'accroissement du rayonnement ultraviolet dû à l'épuisement de la couche d'ozone, qui est causé essentiellement par les pays industriels. L'évolution des comportements, comme l'augmentation des loisirs en plein air et la pratique du bain de soleil, y contribue. En 2000, 78,5 % des cas de mélanome et 73 % des décès liés au mélanome dans le monde se sont produits dans des pays développés (Ferlay et autres, 2001). Aux États-Unis, le nombre de cas de mélanome malin déclarés a augmenté de 1 800 % depuis 1930. Dans ce pays, une personne sur cinq aura un cancer de la peau, et ces cancers tuent une personne toutes les heures (EPA, 1998).

population et à sa distribution. Les plaines inondables, les zones côtières de basse altitude et les régions de volcans ont toujours été très recherchées car leur sol est fertile ou les terres sont plates. L'augmentation de la population intensifie la concurrence pour l'obtention de terres et de ressources, et incite à coloniser des zones plus dangereuses, telles que les montagnes, les pentes raides et les zones situées à proximité d'une source de pollution. Ces nouveaux habitants sont exposés à des dangers, isolés ou combinés, tels que glissements de terrain, inondations, éruptions de volcans et pollution par des substances chimiques toxiques. Là encore, les catégories sociales les plus pauvres sont souvent les plus vulnérables car elles n'ont guère de possibilité de s'installer ailleurs.

Pour diverses raisons, même les plus riches choisissent souvent de vivre ou de travailler dans des zones exposées à des menaces environnementales. Ainsi, des populations très aisées vivent le long de la faille de San Andreas en Californie, dans les régions de cyclones, sur des dunes ou sur des côtes exposées à l'érosion ou encore dans des villes où l'eau est insuffisante. À l'évidence, ces personnes considèrent que les avantages du lieu (emploi, sécurité de l'emploi, loisirs) contrebalancent largement les risques connus. Pour atténuer les effets de ces risques ou problèmes, on peut prendre une assurance ou acheter un produit rare comme l'eau, mais ces options ne sont pas toujours appropriées, disponibles ou accessibles à tous les membres de la communauté.

En 2002, plus de 1 milliard d'habitants des zones urbaines, essentiellement en Afrique, en Asie et en Amérique latine, vivent dans des taudis ou des constructions illégales (CNUH, 2001). Selon les

Les inondations causées par le débordement de lacs glaciaires

Les débordements de lacs glaciaires sont des inondations catastrophiques dues avant tout à la fonte des glaciers.

Depuis un demi-siècle, le réchauffement de la planète a entraîné un recul accéléré des glaciers et un agrandissement de plusieurs lacs glaciaires dans l'Hindu Kush et dans l'Himalaya du Tibet. Au Bhoutan par exemple, certains glaciers reculent de 20 à 30 mètres par an. De nombreux lacs de glaciers sont fermés par des moraines instables. Il arrive que ces digues naturelles se brisent et qu'une importante quantité d'eau stockée dans le lac dévale, causant de graves inondations dans la vallée. Ces eaux emportent des débris importants qui peuvent provoquer des dégâts considérables, souvent très loin de la source ; au Pakistan, il est arrivé que ces ruptures de digues provoquent des dommages à 1 300 km en aval. Ces inondations subites sont fréquentes dans des pays comme le Bhoutan, la Chine (Tibet), l'Inde, le Népal et le Pakistan.

Au Népal, ces événements se produisent une fois tous les trois à dix ans. Depuis quelques décennies, au moins douze d'entre eux ont provoqué des dommages importants aux infrastructures. Par exemple, le lac de Dig Tsho au Bhoutan a débordé le 4 août 1985, faisant de nombreux morts et détruisant la centrale hydroélectrique de Namche qui était presque terminée et 14 ponts.

Sources : WECS, 1987 ; Watanabe et Rothacher, 1996

projections, la population urbaine de la planète devrait augmenter de 1 milliard de personnes d'ici à 2010 et il est probable que la plupart s'installeront dans des villes de pays en développement qui ont déjà de graves problèmes : pénurie de logements, d'infrastructures, d'eau potable, insuffisance des réseaux d'assainissement et de transport et pollution. Les pauvres des villes, qui n'ont pas le choix, sont souvent contraints de vivre dans les zones où les équipements urbains sont les moins développés et où l'environnement est malsain, et sont exposés à des risques multiples et accrus, leur vulnérabilité étant encore aggravée par le surpeuplement.

Le bassin du lac Victoria en Afrique : les multiples aspects de la vulnérabilité

On estime que 30 millions de personnes sont tributaires des eaux du lac Victoria, dont les ressources naturelles sont de plus en plus menacées. La population vivant sur les rives du lac a rapidement augmenté au cours du dernier siècle, ce qui a accru la demande de poissons et de produits agricoles. Après l'introduction de la pêche au filet par les colons européens au début du XX^e siècle, les populations d'espèces de poissons indigènes ont diminué. Une grande partie de ces poissons mangeaient des algues, des matières végétales en décomposition et les escargots qui sont le vecteur des larves de schistosomes, parasite qui provoque la bilharziose chez l'homme. Les eaux du lac se sont eutrophisées et la population est devenue plus exposée à la maladie.

Lorsque les prises ont diminué, on a introduit des espèces exotiques, ce qui a provoqué un stress supplémentaire pour les poissons indigènes. L'introduction qui a eu l'impact le plus important a été celle de la perche du Nil (*Lates niloticus*) dans les

années 60, pour l'élevage commercial de poissons d'eau douce. Cela a eu des répercussions sur l'économie de la pêche locale et sur la distribution des richesses. Les habitants de la région qui autrefois tiraient l'essentiel de leurs protéines du lac ont commencé à souffrir de sous-alimentation et de carences en protéines. Les éleveurs de poissons exportent 20 000 tonnes de poissons chaque année vers l'Europe et l'Asie, et la population locale est obligée de se contenter des têtes et des arêtes dont les filets ont été retirés.

Les marais qui entourent le lac ont été transformés pour la culture du riz, du coton et de la canne à sucre, et ils ne jouent plus leur rôle de filtre naturel des vases et nutriments. Les eaux de ruissellement transportent le sol et les nutriments en excès des zones cultivées vers le lac. Il en résulte une prolifération d'algues qui trouble l'eau de surface et réduit la disponibilité de l'oxygène, ce qui a des effets très négatifs sur l'habitat des espèces de poissons endémiques, lesquelles préfèrent les eaux

claires, tandis que la perche du Nil, qui est leur prédateur, s'accommode très bien d'eau boueuse. Cela aggrave encore l'insécurité alimentaire des communautés qui vivent au bord du lac.

Les apports de nutriments, qui proviennent en grande partie des eaux d'égout, ont stimulé la croissance de la jacinthe *Eichornia crassipes*, qui est une des plantes les plus invasives du monde. Cela a eu des répercussions graves sur le transport par bateau et a paralysé de nombreuses pêches locales. À la fin de 1997, le déclin de 70 % de l'activité économique du port de Kisumu était dû au fait que la jacinthe d'eau avait complètement envahi le port et les quais de débarquement du poisson. Le couvert dense de cette plante stimule aussi la croissance d'adventices secondaires et offre un habitat très propice à la prolifération des escargots et des moustiques, dans une région où l'incidence de la bilharziose et du paludisme est déjà la plus élevée du monde.

Source : Fuggie 2001.

Certaines communautés sont devenues plus vulnérables en raison de la rareté de ressources essentielles comme la terre, l'eau douce et les forêts, ce qui provoque des conflits. La pénurie de ces ressources ne cause généralement pas de guerre entre pays, mais elle peut susciter de graves tensions à l'intérieur d'un pays ou aux frontières, ce qui favorise l'apparition d'insurrections, de violences inter-ethniques ou de troubles dans les villes. Ces violences affectent particulièrement les sociétés en développement car celles-ci sont généralement plus tributaires des ressources environnementales et moins capables de se protéger contre les crises sociales que provoque la pénurie de ressources (Homer-Dixon, 1999).

Transformation de l'environnement

Deux des fonctions essentielles de l'environnement sont la fonction de production, qui permet la survie de millions de personnes tributaires des ressources

nappe, mais 221 900 nouveaux puits ont été forés. Le fait qu'on ait dû forer autant de puits montre que l'eau est de plus en plus rare (Brown, 2001).

La fonction d'absorption de l'environnement fait intervenir divers processus tels que le recyclage des nutriments, la décomposition et le filtrage naturel de l'air et de l'eau. Lorsque ces processus sont compromis, cela peut provoquer des risques pour la santé en raison de la contamination de l'eau de boisson, des problèmes d'assainissement, de la pollution de l'air à l'intérieur des logements, de la pollution de l'atmosphère urbaine et de la pollution agrochimique.

Les effets de la transformation de l'environnement sur l'homme

La transformation de l'environnement peut avoir des effets sur la santé, les logements et l'infrastructure, l'économie, la société et la culture, accroissant la vulnérabilité. Dans les sections qui suivent, nous examinerons trois de ces aspects : santé, sécurité alimentaire et effets économiques.

Santé

La santé humaine dépend de plus en plus de la situation de l'environnement (Rapport et autres, 1999 ; McMichael, 2001). Ainsi, d'après un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1997) :

- La dégradation de l'environnement est un des grands facteurs qui contribuent à la détérioration de la santé et de la qualité de la vie. Une gestion irrationnelle des ressources naturelles, la production excessive de déchets et les problèmes de pollution qui en résultent et affectent la santé sont un obstacle majeur au développement durable.
- Les populations paupérisées qui vivent dans les villes et leurs environs sont les plus exposées à la dégradation de l'environnement. Les effets cumulatifs de la précarité du logement, du surpeuplement, de l'absence de distribution d'eau et d'assainissement, de la consommation d'aliments peu sûrs, de la pollution de l'air et de l'eau et d'accidents très fréquents ont des répercussions graves sur la santé de ces populations vulnérables.
- Les problèmes d'environnement sont directement responsables d'environ 25 % de toutes les maladies évitables, les maladies diarrhéiques et les infections respiratoires aiguës venant en tête de liste.
- Deux tiers des cas de maladies évitables dues à l'environnement se produisent parmi les enfants.
- La pollution atmosphérique est un des facteurs importants de plusieurs maladies et réduit la qualité de la vie en général.

Gestion des bassins versants et inondations

De mauvaises pratiques d'utilisation des terres peuvent avoir des effets considérables sur les populations. En 1986, la déforestation des hauteurs du bassin de Yangtze en Chine avait considérablement réduit le couvert forestier, qui est tombé de 22 % de la superficie totale en 1957 à 10 % seulement. En conséquence, l'érosion en amont et l'envasement en aval s'étaient intensifiés. En 1998, l'inondation la plus grave de l'histoire de la Chine a frappé la vallée du Yangtze, affectant 223 millions de personnes et causant plus de 36 milliards de dollars de dégâts (Shougong, 1999).

En juillet 1997, une vaste zone située dans le sud de la Pologne, dans l'est de la République tchèque et dans l'ouest de la Slovaquie a subi une des inondations les plus catastrophiques de l'histoire lorsque l'Oder, l'Elbe, la Vistule et la Morava ont débordé de leur lit. En Pologne, l'inondation a couvert un quart de la superficie, affectant près de 1 400 bourgs et villages, détruisant 50 000 logements et provoquant l'évacuation de 162 000 personnes. Le montant total des dégâts était estimé à 4 milliards de dollars. La gravité des inondations a été imputée à la destruction des forêts et des zones humides, aux aménagements des principaux cours d'eau et affluents, et à l'élimination de plantes absorbant l'eau. Les inondations sont de plus en plus fréquentes depuis plus d'une décennie (AEE, 2001).

environnementales, et la fonction d'absorption de la pollution et de nettoyage indispensable pour la vie et le bien-être de l'être humain. Ces deux fonctions sont étroitement liées dans un cycle de production et de renouvellement, mais elles sont aussi de plus en plus entravées et dégradées par l'action de l'homme.

La dégradation des ressources naturelles telles que la terre, l'eau douce et l'eau de mer, les forêts et la diversité biologique menace les moyens d'existence de nombreuses personnes mais en particulier ceux des pauvres. Par exemple, dans les plaines du nord de la Chine le niveau des nappes phréatiques baisse rapidement. En 1997, près de 100 000 puits ont été abandonnés, apparemment à cause de l'assèchement dû à la baisse du niveau de la

Il y a des différences géographiques dans la façon dont la santé de l'homme est exposée à la dégradation de l'environnement. Ainsi, dans de nombreuses parties de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud, de l'Afrique centrale et de l'Asie, les communautés sont très exposées aux maladies transportées par l'eau ou des vecteurs. La pollution atmosphérique menace les grandes villes qui se trouvent pour la plupart dans des pays en développement. Les populations des pays développés sont plus exposées à des produits chimiques toxiques et à des accidents technologiques, mais ces accidents peuvent aussi se produire dans d'autres pays, par exemple la contamination par l'arsenic en Asie du Sud (voir encadré).

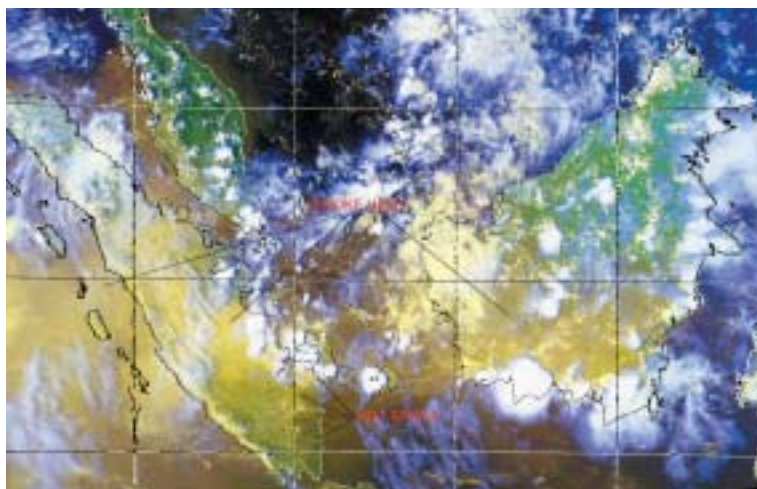
Globalement, on estime que 25 à 33 % des cas de maladies sont imputables à des facteurs environnementaux (Smith, Corvalán et Kjellström, 1999). D'après des estimations récentes, les décès prématurés et la morbidité liée à l'environnement représentent 18 % du nombre total de cas de maladies dans les pays en développement (Murray et Lopez, 1996). Sept pour cent seraient dus à l'insuffisance de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, 4 % à la pollution de l'air à l'intérieur des logements, 3 % à des maladies à vecteur, 2 % à la pollution atmosphérique urbaine et 1 % aux déchets agro-industriels. En Afrique subsaharienne, la proportion est encore plus élevée (26,5 %), ce qui est dû principalement à l'insuffisance de la distribution d'eau et de l'assainissement (10 %) et aux maladies à vecteur (9 %).

À l'échelle mondiale, 7 % des décès et maladies sont dus à des problèmes d'eau contaminée, d'insuffisance de l'assainissement et d'hygiène (PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI 1998). Environ 5 % des décès et maladies sont imputables à la pollution atmosphérique (Holdren et Smith, 2000). Tous les ans, la pollution et les autres problèmes environnementaux tuent 3 millions d'enfants de moins de 5 ans (OMS, 2002). D'après les estimations les plus récentes, 40 à 60 % de ces décès sont dus à des infections respiratoires aiguës provoquées par des facteurs environnementaux et notamment par les

La contamination par l'arsenic au Bangladesh

Au Bangladesh, l'arsenic qui se trouve dans les eaux de lixiviation des sédiments s'infiltre dans les nappes d'eau. Plus de 25 % des 4 millions de puits tubulaires qui sont la principale source d'eau de boisson ont une teneur en arsenic dangereuse. Près de 75 millions de personnes sont exposées à l'empoisonnement par l'arsenic, qui peut provoquer des cancers du sein, des maladies des reins et du foie, des problèmes respiratoires et la mort. Quelque 24 millions de personnes ont déjà été empoisonnées par l'arsenic. La contamination de l'eau par l'arsenic se répercute sur la production agricole dans une bande de 500 km de rizières et de bananeraies entre le Gange et la frontière indienne.

Sources : Karim, 2000 ; BICN, 2001a et 2001b ; UN Wire 2001.



émissions de particules dues à l'utilisation de combustibles solides (Smith, Corvalán et Kjellström, 1999). Aux États-Unis, lorsque la teneur en particules fines augmente de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la morbidité globale augmente de 4 %, la mortalité due à des maladies cardio-pulmonaires augmente de 6 % et la mortalité due au cancer du poumon augmente de 8 % (Arden-Pope et autres, 2002).

Dans l'immédiat, la morbidité due à la transformation de l'environnement touchera probablement davantage les pays en développement que les pays développés. Cela est dû en partie au fait que ces derniers ont déployé des efforts considérables pour réduire les risques de santé publique liés à l'eau contaminée, à l'insuffisance de l'assainissement et à l'utilisation de combustibles solides dans des foyers ouverts à l'intérieur des logements. Cela n'est pas le cas dans la plupart des pays en développement. En conséquence, l'exposition des non-fumeurs aux particules en suspension est plusieurs fois plus importante dans les pays en développement que dans les pays développés. À Helsinki par exemple, les principales particules en suspension sont des particules de poussière d'intérieur et de produits de nettoyage, ainsi que des particules émises par les véhicules automobiles et les autres moyens de transport (Koistinen et autres, 2002). Dans les pays en développement, la principale source d'exposition des non-fumeurs à la pollution par les particules, en particulier parmi les femmes et les enfants qui vivent dans les campagnes ou dans des taudis urbains, est l'utilisation de combustibles solides comme principale source d'énergie. Au cours des dix dernières années, les fumées dues aux feux de forêt sont aussi devenues une cause importante de maladies respiratoires (voir image). En outre, la plupart des pays en développement n'ont toujours pas les ressources nécessaires pour faire face aux graves problèmes de santé publique et se trouvent dans des régions où la

Cette image satellite montre la présence d'un immense nuage de fumée au-dessus de l'Indonésie et des pays voisins le 20 octobre 1997. Les points chauds correspondent probablement à des feux de forêt. Cette fumée a des effets graves sur la santé de la population d'une grande partie de l'Asie du Sud-Est.

Source :
Meteorological
Service of
Singapore, 2002.

prévalence de maladies transportées par l'eau ou de maladies à vecteur est élevée.

La contamination microbiologique de la mer due au déversement des eaux usées a provoqué une crise sanitaire massive à l'échelle mondiale. On estime que les bains dans les eaux de mer polluées provoquent chaque année quelque 250 millions de gastro-entérites et de maladies des voies respiratoires supérieures, dont le coût serait d'environ 1,6 milliard de dollars. Une partie des personnes touchées auront des séquelles durables, si bien qu'on peut penser que l'impact global de la pollution des mers est comparable à celui de la diphtérie ou de la lèpre (voir aussi page 181). La consommation de mollusques contaminés par les eaux d'égout provoque environ 2,5 millions de cas d'hépatite infectieuse par an, ce qui cause quelque 25 000 décès, tandis que 25 000 autres victimes subissent des séquelles durables dues aux lésions du foie. Le prix annuel pour la santé humaine est estimé à quelque 3,2 millions d'années de vie corrigées du facteur invalidité — ce qui est comparable à l'impact global de toutes les maladies des voies respiratoires et toutes les maladies dues à des vers intestinaux — et coûterait à la société mondiale quelque 10 milliards de dollars par an (GESAMP, 2001).

Sécurité alimentaire

Une frontière ténue sépare la mise en valeur durable des ressources environnementales pour obtenir les biens et services dont les gens ont besoin, et la surexploitation et la dégradation de ces ressources au point où la vie, la santé ou le bien-être des êtres humains sont menacés et où ils deviennent vulnérables.

La sécurité alimentaire, c'est la possibilité d'obtenir en

La sécurité alimentaire : la Révolution verte est-elle épuisée ?

Depuis son accession à l'indépendance jusqu'au milieu des années 70, l'Inde a souffert de pénuries alimentaires. La Révolution verte lancée au milieu des années 60 conjuguait l'emploi de nouvelles semences et d'engrais, une expansion sensible des superficies irriguées, le renforcement des infrastructures et la vulgarisation dans toutes les régions. Il en est résulté un accroissement sans précédent du rendement des principales céréales, telles que le blé et le riz, une baisse des coûts de production et, en conséquence, une baisse des prix qui a permis aux pauvres d'acheter du riz ou du blé. La production de céréales alimentaires est passée de 50,8 millions de tonnes en 1950-51 à 199,3 millions de tonnes en 1996-97. Au milieu des années 70, l'Inde produisait toutes les céréales alimentaires dont elle avait besoin.

Malgré les résultats remarquables obtenus dans les années 80, l'évolution de la croissance de la production globale commence à être très préoccupante. La production de céréales alimentaires a augmenté de 3,43 % par an en moyenne entre 1991-92 et 1996-97, mais l'objectif de 210 millions de tonnes n'a pas été atteint. En 1996-97, la récolte de riz a atteint 81,3 millions de tonnes, soit environ 9 % de moins que l'objectif de 88 millions de tonnes. Il faut comparer ces chiffres à l'augmentation importante de l'utilisation d'engrais et de pesticides. La consommation d'engrais (NPK), qui avait stagné aux alentours de 12 millions de tonnes entre 1990-91 et 1993-94, est montée jusqu'à 14,3 millions de tonnes en 1996-1997.

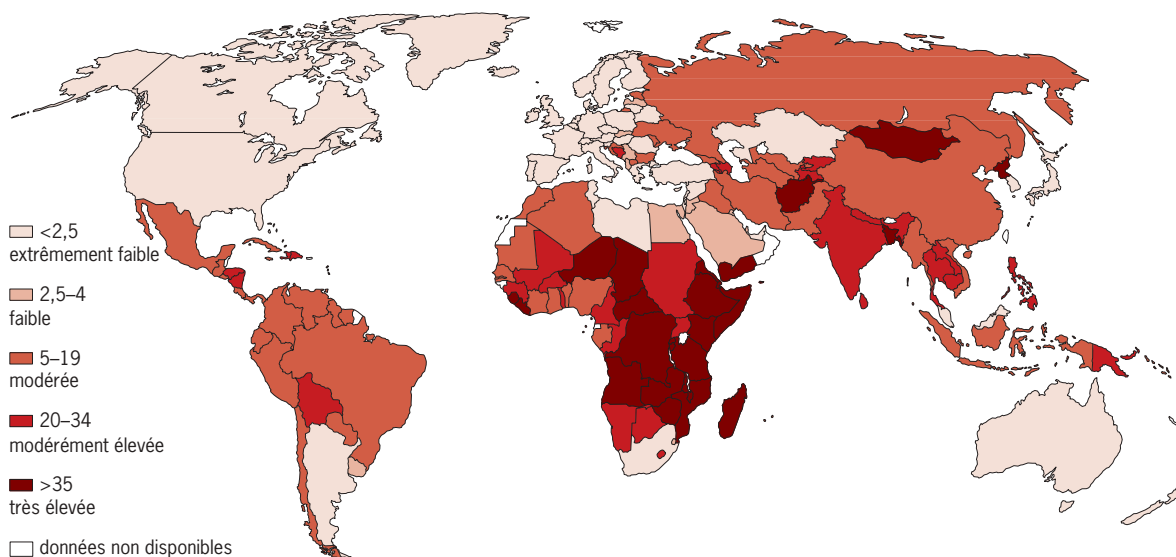
Source : Planning Commission of India 2001.

tout temps, grâce aux ressources locales autres que les aides d'urgence, une alimentation suffisante sur le plan nutritionnel et acceptable sur le plan culturel. Pour cela, il faut à la fois avoir une production vivrière suffisante ou

Cette carte de la situation mondiale de la sous-alimentation illustre la vulnérabilité alimentaire. Les personnes sous-alimentées ne parviennent pas à obtenir toute la nourriture dont elles ont besoin de leur production ou de leurs importations, soit parce que cette nourriture n'est pas disponible, soit parce qu'elle est trop chère.

Source : FAO, 2000.

Sous-alimentation par pays (% de la population sous-alimentée)



pouvoir importer suffisamment, et garantir aux ménages l'accès à l'alimentation à des conditions économiques acceptables, en tout temps de façon qu'ils puissent mener une vie saine et active (Vyas, 2000). Cette idée va bien au-delà de la conception traditionnelle fondée sur la notion de faim : elle correspond à une appréhension systématique des causes de la faim et des carences alimentaires dans une communauté (Umrani et Shah, 1999), tenant compte de la vulnérabilité tant physique qu'économique.

D'après les projections, la disponibilité alimentaire mondiale devrait être suffisante durant les prochaines décennies. Toutefois, les statistiques globales sont parfois trompeuses et ne reflètent pas la situation réelle sur le terrain. Par exemple, la production vivrière par habitant de l'Afrique a légèrement diminué au cours des 30 dernières années et elle a beaucoup diminué dans l'ex-Union soviétique depuis 1990 (PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI, 1998).

L'expansion de l'agriculture consécutive à la Révolution verte a aussi eu un impact sur l'environnement : épuisement des nutriments, salinisation et engorgement des sols, épuisement des eaux souterraines et rejet d'azote dans les cours d'eau (voir encadré page 310).

Pertes économiques

La vulnérabilité de l'homme face au changement de l'environnement a un aspect économique important. Le bien-être est inextricablement lié aux écosystèmes en raison des biens et des services qu'ils fournissent. Ces biens et services peuvent être marchands, comme les produits alimentaires ou forestiers, ou non marchands, comme la régulation des cours d'eau, si bien que toute réduction ou dégradation entraîne une perte de bien-être (voir encadré plus bas). Au Japon par exemple, on estime que les dégâts aux cultures causés par l'ozone troposphérique représentent 166,5 millions de dollars dans la seule région de Kanto (ECES, 2001).

Souvent, pour apprécier l'aspect économique de la vulnérabilité face à la transformation de l'environnement,

Le coût de la dégradation des ressources en Inde

Le développement économique a été le mot d'ordre de l'entrée de l'Inde dans le XXI^e siècle, mais selon une estimation basse, le coût des dommages causés à l'environnement dépassait 10 milliards de dollars par an, soit 4,5 % du PIB en 1992. Ces coûts estimatifs se répartissent de la façon suivante : pollution atmosphérique 1,3 milliard de dollars par an et frais médicaux liés à la dégradation de l'eau 5,7 milliards de dollars par an. La perte de productivité due à la dégradation des terres représente environ 2,4 milliards de dollars et le coût annuel de la déforestation est de 214 millions de dollars.

Source : Suchak 2002

Il ne s'agit pas pour l'humanité de préserver le monde naturel, mais plutôt de se préserver elle-même. La précarité de la nature est notre propre fragilité. » – Amartya Sen, Lauréat du prix Nobel

on se focalise sur l'impact des catastrophes naturelles ou d'autres événements extrêmes. Les pertes peuvent être plus importantes dans les pays développés où il existe des infrastructures coûteuses, mais l'impact économique est souvent plus grave dans les pays en développement. Par exemple, la sécheresse qui a frappé une grande partie de l'Afrique australe en 1991-92 a fait chuter de 62 % l'indice de la Bourse du Zimbabwe (Benson et Clay, 1994).

Les pertes économiques potentielles liées aux biens et services non marchands fournis par l'écosystème et leurs effets sur la vulnérabilité de l'homme sont probablement encore plus importants que les pertes causées aux biens et services marchands. De même, on néglige le coût économique élevé des détériorations progressives de l'environnement et de la perte du potentiel de production des ressources naturelles.

La réponse à la vulnérabilité de l'homme

L'accumulation d'éléments qui montrent que l'être humain est de plus en plus vulnérable face à la transformation de l'environnement appelle une réponse énergique et des actions sur plusieurs fronts. Souvent, la réponse sociale met l'accent sur des mesures palliatives conçues pour atténuer les souffrances et les autres effets de la transformation de l'environnement ou des catastrophes naturelles après coup, plutôt que sur des interventions visant à agir sur les causes fondamentales avant la crise. La mise en place des conditions qui aggravent les menaces et la vulnérabilité est souvent progressive et peu apparente. Trop souvent, les donateurs sont prêts à offrir des secours lorsqu'une catastrophe très visible telle qu'une famine ou une inondation se produit, mais ils sont moins enclins à financer des mesures de précaution. En général, les interventions en amont sont beaucoup plus économiques et il conviendrait de leur accorder un rang de priorité plus élevé.

Il faut évaluer plus régulièrement le niveau et l'évolution de la vulnérabilité des différentes catégories de la population afin de concevoir des mesures spécifiques pour réduire cette vulnérabilité et d'évaluer leurs effets. Il faut que les gouvernements évaluent et cartographient les menaces liées à la transformation de l'environnement au niveau national, en particulier lorsque ces menaces s'intensifient, et prennent des mesures d'alerte, d'atténuation et de réponse afin de réduire le coût humain et économique des catastrophes qui sont en

partie évitables. Il faut considérer la vulnérabilité comme un indicateur clé de la gravité des problèmes d'environnement tels que le réchauffement de la planète (Adger et autres, 2001). La vulnérabilité doit servir de référence pour élaborer des politiques visant à aider les gens à éviter les effets négatifs de la transformation de l'environnement ou à s'y adapter. Il est plus rationnel de prendre des mesures de prévention afin d'atténuer les catastrophes et de renforcer la capacité d'y faire face, ou de se préparer au changement, que d'intervenir après coup. Dans les sections qui suivent, nous examinerons quelques approches envisageables.

Réduction de la vulnérabilité

En matière de vulnérabilité, il y a un écart important qui se creuse entre les gens relativement prospères, dont la capacité de réponse globale est plus grande et qui deviennent progressivement moins vulnérables, et les pauvres qui le deviennent de plus en plus. Il est essentiel pour le développement durable de chercher à réduire ce fossé, ainsi que la vulnérabilité elle-même. Pour les améliorations les plus importantes, il faut donner la priorité aux politiques qui réduisent la vulnérabilité des pauvres, dans le cadre de stratégies générales de réduction de la pauvreté. Cela est conforme au fait de donner la priorité globale à la lutte contre la pauvreté, condition essentielle du développement durable.

L'aggravation de la vulnérabilité est un phénomène dont on commence seulement à se rendre compte, si bien qu'il y a peu de politiques visant expressément à y remédier. Toutefois, un certain nombre d'études, de programmes et de projets visent à réduire certains aspects de la vulnérabilité de l'homme et ils ont déjà fourni des enseignements précieux pour l'orientation

future des politiques. Deux types de réponse sont possibles : réduction de la menace au moyen de mesures de prévention et de préparation et renforcement de la capacité de résistance des groupes vulnérables.

Mesures préventives

On peut limiter le risque découlant d'une menace en réduisant la probabilité des dommages. En théorie, il est toujours possible de réduire le risque en déplaçant les populations qui vivent dans des endroits exposés, mais en pratique cela n'est pas toujours possible. La prévision des catastrophes est encore une science très imparfaite. Les gens ne quitteront pas leurs logements et leurs entreprises sans nécessité absolue, et après quelques fausses alertes ils sont blasés.

On peut aussi réduire les dégâts potentiels en renforçant les infrastructures, par exemple en modernisant le code de la construction, en améliorant la gestion des inondations, en plantant des arbres pour stabiliser le sol ou prévenir les avalanches et en créant des refuges. Bon nombre de ces mesures exigent un important investissement à long terme.

L'amélioration de la gestion de l'environnement et des politiques de protection des écosystèmes et la restauration de l'environnement peuvent être des moyens efficaces et concrets de réduire la vulnérabilité. À long terme, tout effort visant à assurer une utilisation plus durable des ressources naturelles, à réduire la production de déchets et les émissions polluantes et à rétablir l'équilibre entre la société et l'environnement local et mondial devrait réduire la vulnérabilité. Un des principaux objectifs de la planification intégrée de l'environnement devrait être l'intégration d'une évaluation et d'une réduction de la vulnérabilité.

De nombreux systèmes naturels ont évolué en réponse à des menaces environnementales spécifiques et sont capables de les absorber. La végétation stabilise les rives des cours d'eau, freine le ruissellement et prévient l'érosion. Les plages absorbent l'énergie des vagues et protègent les côtes. Les menaces environnementales risquent fort de s'aggraver lorsqu'on détruit ces défenses naturelles. La meilleure réponse au problème consiste à les rétablir, car cela est généralement moins coûteux et plus durable que des ouvrages de protection artificiels qui ne font parfois que déplacer le risque. De nombreux ouvrages visant à maîtriser les inondations ont aggravé les problèmes sur d'autres segments des cours d'eau et, aujourd'hui, on essaie systématiquement de revenir à l'état antérieur.

Renforcement des capacités d'intervention

Le renforcement des capacités d'intervention des groupes les plus exposés peut beaucoup contribuer à réduire les dommages causés par des événements extrêmes ou par la

Si l'on cherche à conserver l'eau en amont, on ne fait souvent que déplacer le problème vers l'aval — la restauration des défenses naturelles est fréquemment la meilleure façon de réduire la vulnérabilité globale.

Source : PNUE, John L. Perret, Topham Picturepoint.



dégradation de l'environnement. Être capable de faire face à une menace, c'est notamment être capable d'en absorber les effets par des mesures de protection ou d'adaptation. C'est aussi se préparer pour couvrir le coût des dommages potentiels, par exemple par l'assurance, l'épargne ou la constitution de stocks de précaution.

Pour faire face au changement, les gens peuvent employer des actifs tant corporels qu'incorporels, qui permettent de réduire la probabilité et l'ampleur des dégâts (Chambers, 1997). On peut les aider à définir les ressources nécessaires et à les mobiliser au moment où ils en ont besoin, et ces interventions peuvent jouer un rôle décisif dans la prévention des dégâts. Les ressources concernées sont les biens économiques, les structures sociales et politiques, les ressources écologiques, les infrastructures et les capacités personnelles. Les stratégies qui tiennent compte des actifs dont disposent les groupes vulnérables et de leurs besoins probables peuvent aussi contribuer à atténuer les dommages dus à des événements ou catastrophes inévitables. Parfois, tout ce qu'il faut faire pour ramener les souffrances à un niveau supportable c'est de répondre rapidement aux catastrophes par des mesures de secours, d'aide et de remise en état (par exemple fourniture d'eau propre, soins médicaux, abris et nourriture), pour aider les populations touchées à reconstituer les biens perdus ou endommagés.

Les interventions institutionnelles — et notamment la préparation des services publics, privés et sociaux — est un aspect important de la réponse aux catastrophes (Adger et autres, 2001). La préparation des institutions peut contribuer de façon décisive à la réduction de la vulnérabilité. Ainsi, le débordement de l'Oder en 1997 a causé moins de dégâts sur la rive allemande que sur la rive polonaise (GACGC, 2000) car les Allemands étaient mieux préparés. Il faut que les personnes qui vivent dans des zones vulnérables prennent des dispositions institutionnelles pour répondre aux crises éventuelles. Cela exige un minimum de prévoyance, mais ne coûte souvent pas grand-chose. Le mécanisme APELL du PNUE (sensibilisation et préparation aux situations d'urgence au niveau local) est un bon exemple de programme de préparation institutionnelle pour faire face aux dangers environnementaux (PNUE, 2002).

Adaptation à la menace

Lorsqu'une menace ne peut pas être réduite ou éliminée, il peut être efficace de s'adapter. On entend par adaptation aussi bien les aménagements physiques ou les mesures techniques (comme la construction d'une digue de protection plus élevée) que la modification des comportements, des activités économiques et de l'organisation sociale, de façon à ce qu'ils soient plus compatibles avec la situation ou les menaces existantes.

La destruction des mécanismes traditionnels d'adaptation : les éleveurs nomades du Kenya

Pour faire face à la sécheresse, les éleveurs nomades recourent à des mesures telles que les migrations vers des zones où il y a de l'eau et des pâturages, la mise en réserve de pâturages secs et la subdivision des troupeaux. Autrefois, les éleveurs nomades étaient moins nombreux et ils possédaient d'importants troupeaux qui leur permettaient de survivre à la sécheresse. Durant des périodes de sécheresse extrême, les animaux pouvaient brouter dans les marécages inexploités, les forêts et les zones éloignées des points d'eau. Toutefois, ces réponses traditionnelles ne sont souvent plus possibles, parce que la terre a été vendue ou parce que des agriculteurs, des éleveurs, des industries et des habitants des villes ont érigé des obstacles. D'autres réponses traditionnelles, comme le pillage des troupeaux voisins ou la chasse, peuvent être illégales et ne sont plus appropriées.

En 2000, le Kenya a subi une sécheresse qu'il n'avait pas connue depuis 40 ans. Ses effets ont été aigus pour les raisons suivantes :

- impossibilité de recourir aux réponses traditionnelles ;
- intensification de la pression démographique due à la mise en valeur de terres autrefois employées comme pâturages en saison sèche ;
- mode de faire-valoir qui restreint l'accès aux ressources essentielles ;
- extension de la sécheresse à des zones généralement indemnes ;
- insécurité, en particulier dans les zones arides et semi-arides, qui limite les mouvements des animaux et des hommes ;
- insuffisance de la préparation due à l'ignorance des prévisions météorologiques ;
- scepticisme au sujet des systèmes d'alerte rapide et des prévisions météorologiques ;
- absence d'un réseau efficace de commercialisation des animaux d'élevage.

Source : PNUE et Gouvernement kényen 2000.

Cela exige une capacité d'adaptation et notamment l'aptitude à élaborer de nouvelles options et à les mettre en œuvre parmi les populations vulnérables.

Certaines transformations de l'environnement, comme le réchauffement de la planète que l'on prévoit, ont des périodes de latence telles qu'elles sont en partie inévitables, même si l'on prend rapidement des mesures pour y remédier. Il peut donc être essentiel de prendre aussi des mesures d'adaptation. La prévision des effets probables du changement climatique devrait aider à déterminer les mesures d'adaptation nécessaires et le calendrier de leur mise en œuvre.

Suite aux progrès des systèmes d'alerte, on a fait différents investissements pour renforcer les capacités d'adaptation. Plusieurs pays ont essayé de modifier les pratiques agricoles de façon à ce que des plantes plus adaptées aux variations périodiques des conditions de croissance puissent être cultivées les années affectées par les fluctuations climatiques liées aux phénomènes El Niño et La Niña (voir encadré). Le risque de perte des récoltes est ainsi réduit.

Alerte rapide

Une des réponses les plus efficaces aux transformations de l'environnement consiste à renforcer les mécanismes d'alerte rapide. Si l'on est averti à temps, on peut prendre de nombreuses mesures pour protéger les vies

De l'intérêt de la prévision : El Niño

La prévision du phénomène El Niño peut aider les pays à élaborer des plans stratégiques pour garantir la sécurité dans des domaines comme l'agriculture, la pêche, la gestion des ressources hydriques, la lutte contre les inondations et la distribution d'électricité, ce qui réduit la vulnérabilité de la population et du pays. Le réseau TAO (Tropical Atmospheric-Ocean) de bouées d'observation océanique, qui mesure la température de l'eau de mer en surface, permet de prévoir le phénomène El Niño six à neuf mois à l'avance. Plusieurs institutions péruviennes, notamment l'*Instituto Geofísico*, collaborent pour améliorer la prévision au moyen de modèles statistiques. Ces prévisions de chutes de pluie et de réchauffement ou de refroidissement aident les agriculteurs à mieux planifier l'utilisation des réserves d'eau d'irrigation et les pêcheurs à mieux se préparer aux variations des stocks de poissons. Le Pérou diffuse tous les ans en novembre une prévision pour la prochaine saison des pluies, et ensuite les représentants des agriculteurs et des fonctionnaires se réunissent pour déterminer la combinaison optimale de culture. Si l'on prévoit l'apparition du phénomène El Niño et le temps qui y correspond, on recommandera de cultiver des plantes qui prospèrent dans un climat humide, comme le riz, et d'éviter les plantes de climat sec. L'Australie, le Brésil, l'Éthiopie et l'Inde notamment ont pris des initiatives similaires.

Source : NOAA/PMEL/TAO, 1998 ; COI, 1998 ; CNA Pérou, 2001

et les biens. Certaines catastrophes sont imprévisibles, mais beaucoup de celles qui sont dues à la dégradation ou à la mauvaise gestion de l'environnement, ainsi qu'à l'activité de l'homme, peuvent aujourd'hui être prévues avec une certaine précision. Les progrès techniques de l'observation et de l'évaluation de l'environnement et des communications entraînent une amélioration constante des capacités d'alerte. Ainsi, l'Inde et Maurice ont mis en place des systèmes d'alerte aux cyclones.

Par convention, on entend par alerte rapide une information urgente d'un danger imminent (Secrétariat de

l'ISDR, 2001). Il faut des systèmes d'alerte aussi bien pour les catastrophes subites telles que les tempêtes tropicales et les inondations, que pour la diffusion de renseignements au sujet de catastrophes qui peuvent être progressives, comme la famine et la sécheresse.

L'expression « alerte rapide » est souvent confondue avec une prédiction, alors qu'en fait de nombreux événements et catastrophes menaçants sont imprévisibles. L'alerte rapide signifie simplement qu'un événement est imminent et que c'est tout de suite qu'il faut prendre des mesures pour fuir ou se prémunir. Les renseignements nécessaires pour l'alerte rapide peuvent être obtenus dans le cadre d'un processus plus général d'évaluation de la vulnérabilité, englobant la production et la communication de prévisions et l'intégration de ces informations dans les décisions des personnes concernées.

Pour être efficace, un système d'alerte rapide doit être capable de susciter une réponse avant l'événement. Il doit définir qui sont les personnes concernées et déterminer les moyens les plus efficaces de leur faire parvenir une information crédible afin de les aider à prendre les bonnes décisions. Il doit ensuite traduire les données pertinentes en indicateurs d'alerte rapide faciles à interpréter et à employer pour les responsables.

En définitive, le facteur le plus important qui incitera les gouvernements à tenir compte des systèmes et informations d'alerte rapide dans leurs décisions est la volonté politique d'investir dans de tels systèmes, tant à l'échelle nationale que sur le plan international

Le Réseau du système d'alerte rapide aux risques de famine (FEWS NET)

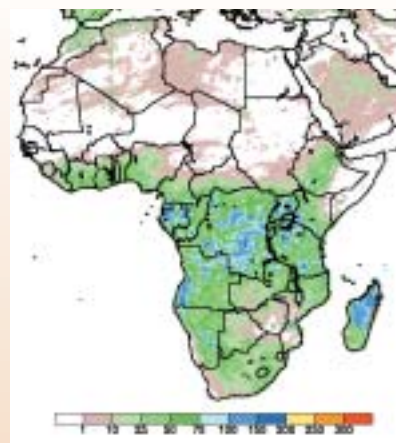
Le Réseau FEWS NET est un partenariat financé par l'USAID qui vise à accroître la sécurité alimentaire dans 17 pays d'Afrique exposés à la sécheresse, au moyen de systèmes de planification de l'intervention et de la sécurité alimentaire, pilotés par les pays d'Afrique, qui réduisent la vulnérabilité des populations exposées. FEWS NET, qui doit fonctionner jusqu'en 2005, succède à FEWS, qui a été lancé en 1985. Son objectif est de renforcer les capacités des pays et organisations régionales d'Afrique de limiter les menaces visant la sécurité alimentaire au moyen d'une alerte rapide et de renseignements sur la vulnérabilité. Ses réalisations sont notamment les suivantes :

- étroite collaboration avec les organisations régionales et les gouvernements de la région pour élaborer des plans d'urgence et de réponse au phénomène El Niño en 1997 ;
- cofinancement de prévisions régionales des pluies saisonnières et diffusion généralisée de ces prévisions ;
- progrès de l'interprétation des images satellites

réalisée par les partenaires de FEWS NET ;

- prévisions de la qualité des récoltes dans le Sahel ;
- renforcement des capacités par détachement de météorologues FEWS NET/USGS auprès de centres spécialisés à Nairobi (Kenya), Harare (Zimbabwe) et Niamey (Niger) ;
- alerte rapide lors d'une crise alimentaire imminente en Éthiopie en 2000 ;
- collaboration étroite avec les réseaux nationaux et les institutions régionales pour élaborer des méthodes communes d'évaluation de la vulnérabilité ;
- combinaison d'interventions et de programmes à court et à long terme mettant l'accent sur la protection des moyens d'existence ;
- étude des liens entre stress environnemental, insécurité alimentaire et conflits ;
- collaboration avec les gouvernements et leurs partenaires pour réduire le délai entre l'alerte rapide et l'intervention.

Source : FEWS 2002



Prévision des pluies à dix jours fournie par le réseau FEWS (période 1^{er}-10 mars 2002)

Source : NOAA 2002.

(Buchanan-Smith, 2001). Le système d'alerte rapide aux risques de famine mis en place pour l'Afrique est un exemple de système d'alerte rapide opérationnel qui a permis d'obtenir de tels résultats (voir encadré p. 312).

Évaluation et mesure de la vulnérabilité

L'évaluation de la vulnérabilité consiste à mesurer la gravité des menaces potentielles, sur la base des risques connus et du niveau de vulnérabilité des sociétés et des individus. Elle peut être employée pour traduire les renseignements d'alerte rapide en mesures préventives (IDNDR, 1999) et elle est un élément nécessaire pour la préparation préalable et l'alerte rapide. Idéalement, il faudrait que ces résultats soient directement intégrés dans la planification à long terme des institutions et des gouvernements et qu'ils suscitent une réponse des institutions en cas d'aggravation de la vulnérabilité, ainsi que des mesures de préparation aux catastrophes et d'atténuation de leurs effets. Les évaluations de la vulnérabilité sont largement appliquées et employées dans les domaines du changement climatique et de la gestion des catastrophes naturelles, pour lesquels elles fournissent les éléments nécessaires pour un système d'alerte rapide efficace.

On peut faire une évaluation de la vulnérabilité tant pour les populations que pour les systèmes environnementaux qui fournissent des biens et des services. Cette évaluation doit déterminer où se trouvent les populations vulnérables, quelles sont les menaces pour leur bien-être et quel est le degré de leur

vulnérabilité ; les risques qui pourraient empêcher l'environnement de fournir les biens et les services ; et les mesures préventives qui peuvent être prises pour améliorer la situation de l'environnement et réduire l'impact négatif de l'action de l'homme sur l'environnement. Toutes ces informations sont ensuite rassemblées dans une base de connaissances accessible, scientifiquement fiable et facile d'emploi, qui peut aider les responsables et les planificateurs à formuler des réponses appropriées (voir encadré plus bas).

L'évaluation de la capacité d'intervention serait un outil utile pour comprendre comment et pourquoi la dégradation de l'environnement est inégalement répartie sur la planète, et pourquoi tel ou tel événement peut avoir des effets plus ou moins catastrophiques selon la capacité d'intervention de la population touchée. Dans le cas des maladies, comme le choléra, il est probable que les gouvernements des pays riches chercheront à éviter une épidémie au moyen de programmes coûteux de prévention et d'alerte rapide, tels qu'un programme de surveillance du choléra. Malheureusement, ces réponses sont trop coûteuses pour de nombreux autres pays.

Pour mesurer la vulnérabilité, il faut tenir compte de l'échelle géographique. Un indice national peut cacher de nombreux écarts importants. Dans le cas des pays à revenu élevé, il est probable que l'indice global montrera une faible vulnérabilité, mais que certaines catégories de la population soient néanmoins très vulnérables. Par exemple, tel pays pourra être moins exposé à des

La vulnérabilité des petits États insulaires en développement

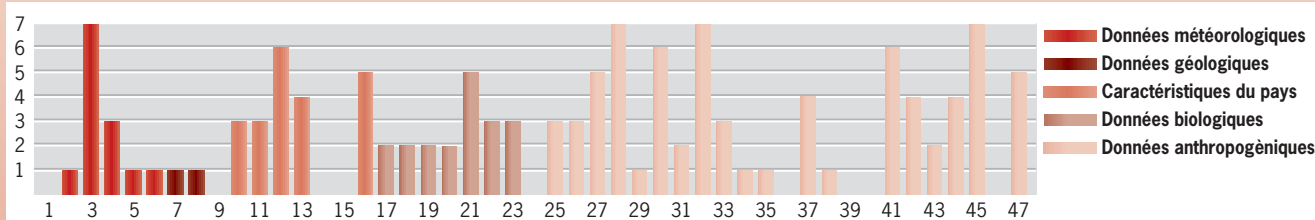
La Commission du Pacifique Sud pour les géosciences appliquées (PACSU) est en train de mettre au point un indicateur de vulnérabilité de l'environnement face aux risques naturels ou dus à l'action de l'homme. Elle a défini trois aspects de la vulnérabilité de l'environnement : le niveau des risques (ou des pressions) pour l'environnement ; la résistance de l'environnement à ces pressions ou vulnérabilité intrinsèque ; et le niveau de dégradation des écosystèmes, ou vulnérabilité extrinsèque. Elle emploie au total 47 indicateurs : 26 indicateurs de risque, 7 indicateurs de résistance et 14 indicateurs de dégradation. Ces indicateurs sont répartis en différentes catégories : données météorologiques, données géologiques, données biologiques, données anthropogéniques et caractéristiques intrinsèques du pays. Des données ont été recueillies pour cinq pays (Fidji, Samoa, Tuvalu, Vanuatu et Australie) pour une première expérimentation. La vulnérabilité des petits États insulaires en développement sur le plan environnemental est due à l'interaction de différents facteurs tels que l'éloignement, la dispersion géographique, la fragilité, l'ouverture de l'économie et l'étroitesse du marché intérieur et le fait que les ressources naturelles sont limitées. L'objectif du projet est de promouvoir la prise en considération des facteurs de vulnérabilité de l'environnement dans la planification du développement national, afin d'encourager un développement durable. L'indice de vulnérabilité

environnementale est un moyen rapide et relativement peu coûteux d'évaluer la vulnérabilité des systèmes naturels à l'échelon d'une région, d'un pays, d'une province ou d'une île. La figure ci-dessous donne le niveau des 47 indicateurs qui composent l'indice de vulnérabilité pour Fidji. Cette figure permet de voir d'un coup d'œil les principales causes de vulnérabilité, ce qui pourrait conduire à une meilleure gestion et permettre éventuellement de réduire l'indice de vulnérabilité. L'indice est noté de 1 à 7, du moins vulnérable au plus vulnérable.

environnementale est un moyen rapide et relativement peu coûteux d'évaluer la vulnérabilité des systèmes naturels à l'échelon d'une région, d'un pays, d'une province ou d'une île.

La figure ci-dessous donne le niveau des 47 indicateurs qui composent l'indice de vulnérabilité pour Fidji. Cette figure permet de voir d'un coup d'œil les principales causes de vulnérabilité, ce qui pourrait conduire à une meilleure gestion et permettre éventuellement de réduire l'indice de vulnérabilité. L'indice est noté de 1 à 7, du moins vulnérable au plus vulnérable.

Sources : PACSU, 1999 et 2000 ; Kaly et Craig, 2000



épidémies de maladies à vecteur provoquées par le changement climatique que tel autre, car son système médical est capable d'y faire face, mais les habitants de ce pays qui n'ont pas d'assurance maladie resteront néanmoins très vulnérables. De plus, des sociétés bien équipées pour faire face à leurs risques actuels n'auront pas nécessairement l'expérience ou la technologie nécessaires pour faire face aux risques nouveaux.

Conclusions

Les niveaux de risque et le degré de vulnérabilité correspondant de l'être humain évoluent. Dans une société solide, moyennant des interventions appropriées, on peut, par des mesures de redressement et de prévention, ramener le degré de vulnérabilité à un niveau antérieur ou même à un niveau inférieur à celui-ci ; cependant, si l'évolution est trop rapide, il se peut que les capacités d'adaptation de la société soient dépassées. Comme la transformation de l'environnement est un phénomène de longue durée, il peut être tout aussi important de tenir compte de la vulnérabilité future que de la vulnérabilité actuelle. La capacité d'adaptation à long terme peut être plus importante que la capacité de faire face à des situations critiques actuelles.

Le degré et l'étendue de la vulnérabilité semblent augmenter en raison de différents facteurs tels que l'accroissement de l'impact des activités humaines sur l'environnement, la dégradation du fonctionnement des écosystèmes, la réduction de la capacité de fourniture de biens et services de l'environnement, l'augmentation et la concentration géographique des populations et le peuplement de zones à haut risque. Plus les effets de l'activité de l'homme sur l'environnement augmentent, plus l'éventail des options se limite. Ainsi, même si dans de nombreux cas les moyens de faire face sont suffisants, l'homme devient plus vulnérable face à la transformation de l'environnement.

Les évaluations aident à prendre des décisions en connaissance de cause pour la préparation, les mesures d'atténuation des effets des catastrophes, les secours et le redressement, mais elles prennent du temps et le moment optimal pour intervenir risque d'être dépassé. L'écart entre le rythme de la dégradation de l'environnement et celui plus lent de la réponse sociale se creuse. Cet écart risque d'épuiser l'environnement et de rétrécir l'éventail des options offertes aux générations futures, ainsi que d'accroître le coût du remplacement des ressources disparues (Kasperson et autres, 1999). Il faut donc donner la priorité à l'évaluation rapide de la vulnérabilité et à la conception de mesures de protection initiales, telles que les systèmes d'alerte rapide, en attendant que des mesures correctives à long terme soient mises en œuvre. Par conséquent, la restauration de l'environnement, et de son

potentiel de réduction de la vulnérabilité, deviendra un élément de plus en plus important du développement durable.

En raison de la complexité des transformations, l'évaluation et la mesure de la vulnérabilité de l'être humain face à la transformation à long terme ou à la transformation future de l'environnement sont très spéculatives et il est difficile de déterminer quel genre d'investissement permettrait le plus efficacement de parer aux menaces qui y sont associées. Il faut mieux comprendre l'interaction des facteurs sociaux et physiques qui déterminent la vulnérabilité de l'homme de façon à pouvoir mieux atténuer l'impact négatif éventuel de la transformation de l'environnement. Il faut étudier les relations de cause à effet. Des méthodes de modélisation et d'analyse de sensibilité peuvent aider à déterminer quelles sont les mesures les plus économiques pour parer aux menaces, et le moment auquel il faut les prendre, lorsque l'incertitude est grande et que les interactions sont très complexes.

Souvent, si l'on diffère la réponse à une menace environnementale, c'est en raison de l'incertitude ou de l'insuffisance des connaissances. L'amélioration du processus d'évaluation peut régler ce dernier problème, mais, même lorsque les risques sont connus, les actions ne suivent pas toujours. Quoi qu'il en soit, des études faites à l'échelle régionale donnent à penser que l'inertie est due davantage au fait que les politiques publiques visent uniquement à stimuler la croissance, associée au manque de volonté politique et au fait que les gouvernements sont disposés à tolérer des dégâts dans les zones marginales et parmi les populations vulnérables, ainsi qu'à la corruption généralisée, qu'à l'apathie ou au manque de sensibilisation du public (Kasperson et autres, 1999). Ce sont autant d'obstacles qu'il faudra chercher à éliminer.

Dans l'histoire récente, les méthodes mises en œuvre pour réduire la vulnérabilité de l'homme ont évolué : autrefois on prenait des mesures isolées pour parer à une menace unique (par exemple la construction de digues pour maîtriser les inondations) alors qu'aujourd'hui on tend à élaborer un ensemble de mesures au service de différents objectifs (barrages ou digues polyvalents, systèmes d'alerte, assurance, zonage, gestion intégrée des bassins hydrographiques). Aujourd'hui, on analyse des questions dans le cadre encore plus large du développement durable (Mitchell, 2000). Pour appuyer cette nouvelle conception du problème, il faut intégrer encore davantage les différentes approches de façon à essayer de tenir compte de tous les aspects de la vulnérabilité de l'homme.

Dans un nombre croissant d'endroits, les dommages causés à l'environnement peuvent être irréversibles, ou la remise en état de l'environnement et la réduction de la menace peuvent exiger tellement de temps qu'il faudra s'accommoder de la situation en attendant que les mesures

Un cadre pour l'évaluation des risques

En 1987, la Commission mondiale pour l'environnement et le développement a préconisé quatre types d'interventions :

- recensement des menaces critiques pour la survie, la sécurité ou le bien-être de l'ensemble ou de la majorité d'une population, à l'échelle mondiale et régionale ;
- évaluation des causes et des conséquences humaines, économiques et écologiques probables de ces menaces, et publication périodique des constatations ;
- fourniture de conseils valables sur ce qu'il faut faire pour éviter ou réduire ces menaces ou s'y adapter ;
- mise en place d'une source supplémentaire de conseils aux gouvernements et aux organisations intergouvernementales en ce qui concerne les politiques et programmes à mettre en œuvre pour parer à ces menaces.

Depuis la publication du rapport de la Commission, le GIEC a créé une équipe spéciale chargée de la vulnérabilité et on a lancé le Système d'analyse, de recherche et de formation concernant le changement au niveau mondial (START) et le Projet concernant les zones environnementales critiques. Ces différentes études ont montré que la capacité de réponse des pays est très variable. Selon le GIEC, il y a une corrélation inverse entre la vulnérabilité et la capacité de réponse et des différences sociales à cet égard.

Sources : CMED, 1987 ; GIEC, 1996

prennent leur effet. Il faut donc compléter les mesures à court terme de prévention et de gestion des catastrophes par des mesures visant à aider les populations à s'adapter à ces situations, en particulier là où la transformation de l'environnement risque de s'accélérer. L'adaptation est essentielle là où les effets de la dégradation de l'environnement auxquels les populations sont exposées paraissent inévitables.

Pour réduire la vulnérabilité de l'homme, il importe de promouvoir la participation des différents intéressés, à la fois pour vérifier la capacité de résistance et pour améliorer

les perspectives de réussite en associant un éventail aussi large que possible de parties prenantes à la mise en œuvre des mécanismes de réponse (FICR, 1999). Il convient que les parties prenantes analysent et renforcent leurs capacités de préparation et d'atténuation des effets des catastrophes afin de pouvoir mieux y répondre, et soit associées à l'examen des initiatives prises après les catastrophes dans le but de réduire les pertes futures. Les communautés qui ont su élaborer des stratégies efficaces d'atténuation des effets des catastrophes pourraient rechercher des moyens d'aider d'autres populations exposées à des menaces similaires. Quoi qu'il en soit, l'évaluation de la situation des communautés doit fournir aux responsables tous les renseignements pertinents pour qu'ils puissent prendre des décisions stratégiques visant à réduire la vulnérabilité.

Cette analyse de la vulnérabilité de l'homme a montré que la perte continue de défenses environnementales et l'accélération du changement de l'environnement mondial font planer des menaces accrues sur le bien-être de l'homme et compromettent le développement durable. Les éléments dont on dispose donnent à penser que de nombreuses régions du monde sont engagées dans une impasse et qu'il reste peu de temps pour mettre en œuvre des réponses efficaces afin d'enrayer la détérioration de la situation (Kasperson et autres, 1999). Les gens sont de moins en moins des victimes sans défense de phénomènes naturels et de plus en plus victimes d'actions humaines. Toutefois, une meilleure compréhension des processus environnementaux et un renforcement des systèmes d'alerte rapide devraient aider à répertorier les risques et les menaces et à y réagir de la façon qui convient. Aujourd'hui, on dispose de meilleurs moyens pour prévenir et réduire les dommages causés aux personnes, à l'économie et aux communautés. Investir davantage dans la bonne gestion de l'environnement, la préparation des communautés et la réduction de la vulnérabilité permettra de réaliser des économies considérables à l'avenir.

Chapitre 3, vulnérabilité de l'homme face à la transformation de l'environnement. Références bibliographiques :

Adger, N., Kelly, M. et Bentham, G. (2001). *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. Paper presented at the International Workshop on Vulnerability and Global Environmental Change, Lila Nyagatan. Stockholm (Suède), 17 au 19 mai 2001

Arden Pope III, C., Burnett, T.R., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K. et Thurston, G.D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association*, 287, 9, 1132-1141

AEE (2001). *Sustainable Water Use in Europe. Part 3 : Extreme Hydrological Events : Floods and Droughts*. Environmental Issues Report No. 21. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement

Benson, C. et Clay, E. (1994). *The Impact of Drought on Sub-Saharan African Economies : A Preliminary Examination*. Working Paper 77. Londres (R.-U.), Overseas Development Institute

BICN (2001a). Over 20m people exposed to arsenic poisoning. *News From Bangladesh (NFB)* 22 May 2001. Bangladesh International Community News <http://bicn.com/acic/resources/infobank/nfb/2001-05-22-nv4n574.htm> [Geo-2-424]

BICN (2001b). Arsenic hits 24m in Bangladesh : WB. *News From Bangladesh (NFB)* 25 March 2001. Bangladesh International Community News <http://bicn.com/acic/resources/infobank/nfb/2001-03-25-nv4n520.htm> [Geo-2-425]

Braaf, R.R. (1999). Improving impact assessment methods : climate change and the health of indigenous Australians. *Global Environmental Change*, 9, 95-104

Brown, L. R. (2001) *Eco-economy*. New York, W.W. Norton

Buchanan-Smith, M. (2001). Role of Early Warning Systems in Decision Making Processes. In Wilhite, D.A., Sivakumar, M.V.K. et Wood, D.A. (dirs. de publ.), *Early Warning Systems for Drought Preparedness and Drought Management*. Genève (Suisse), Organisation météorologique mondiale http://drought.unl.edu/ndmc/center/ch2_Buchanan-Smith.pdf [Geo-2-426]

- Chambers, R. (1997). *Whose Reality Counts ?* Londres (R.-U.), Intermediate Technology Development Group
- Clark, E.G., Moser, C.S., Ratick, J.S., Kirstin, D., Meyer, B.W., Srinivas, E., Weigen, J., Kasperson, X.J., Kasperson, E.R. et Schwarz, E.H. (1998). Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms : the case of Revere, MA, USA. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 3, 59-82
- CMED (1987). *Notre avenir à tous*. New York (É.-U.), Oxford University Press
- CNA Pérou (2001). *GEO Peru 2000*. Lima, Consejo Nacional del Ambiente (Pérou)
- CNUEH (2001). *State of the World's Cities 2001*. Nairobi (Kenya), Centre des Nations Unies pour les établissements humains (Habitat)
- Cohen, S.J., Barret, R., Irlbacher, S., Kertland, P., Mortch, L., Pinter, L. et Zdan, T. (1997). Executive summary. In Cohen, S.J. (dir. de publ.), *The Mackenzie Basin Impact Study (MBIS) Final Report*. Ottawa (Canada), Environnement Canada
- COI (1998). GOOS et El Niño forecasting. In IOC (dir. de publ.), *Intergovernmental Oceanographic Commission Annual Report 1998*. Paris (France), Commission océanographique intergouvernementale
- CSE (1999). *State of India's Environment, The Citizen's Fifth Report. Part 1 : National Overview*. New Delhi (Inde), Centre for Science and Environment
- Downing, T. et Bakker, K. (2000). *Drought Discourse and Vulnerability*. In Wilhite, D. (dir. de publ.), *Drought : a global assessment, Vol. 2*. Londres (R.-U.), Routledge
- ECES (2001). Documenting the Collapse of a Dying Planet. Air Pollution. Earth Crash Earth Spirit
<http://www.eces.org/ec/pollution/air.shtml> [Geo-2-427]
- EPA (1998). *Stay Healthy in the Sun*. Washington (É.-U.), Environmental Protection Agency
<http://www.epa.gov/ozzone/uvindex/stayheal.html> [Geo-2-442]
- ETE (2000). *Living with the Virunga Volcanoes*. Classroom of the Future
www.cotf.edu/ete/modules/mgorilla/mgvolcanoes.html
- FAO (2000). *Crops and Drops*. Rome (Italie), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
<http://www.fao.org/landandwater/aglw/oldocsw.asp> [Geo-2-429]
- Ferlay, J., Bray, F., Pisani, P. et Parkin, D.M. (2001). *GLOBOCAN 2000 : Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide, Version 1.0*. IARC Cancer Base No. 5. Lyon (France), IARC Press
- FEWS (2002). *Home Page Réseau du système d'alerte rapide aux risques de famine*
<http://www.fews.net/about/index.cfm> [Geo-2-428]
- FICR (1999). *Vulnerability and Capacity Assessment : An International Federation Guide*. Genève (Suisse), Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge
- Fuggle, R.F. (2001). *Lake Victoria : a case study of complex interrelationships*. Nairobi (Kenya), Programme des Nations Unies pour l'environnement
- GACGC (2000). *World in Transition : strategies for managing global environmental risks*. Groupe consultatif allemand sur les mutations dans le monde, rapport annuel 1998. Berlin (Allemagne), Springer-Verlag
- GESAMP (2001). *Protecting the Oceans from Land-Based Activities. Land-based Sources and Activities Affecting the Quality and Uses of the Marine, Coastal and Associated Freshwater Environment*. GESAMP Reports and Studies No 71. Nairobi (Kenya), Programme des Nations Unies pour l'environnement
<http://gesamp.imo.org/no71/index.htm> [Geo-2-238]
- GIEC (1996). *Climate Change 1995 : Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change : Scientific-Technical Analysis*. Contribution du Groupe de travail II au deuxième rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge (R.-U.) et New York (É.-U.), Cambridge University Press
- GIEC (2001). *IPCC Third Assessment Report — Climate Change 2001. Working Group I : The Scientific Basis. Summary for Policy Makers*. Genève (Suisse), Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement
- Guardian (2000). Baby born in a tree — mother and child saved by helicopter crew, *The Guardian*, 3 mars 2000
- Holdren, J.P. et Smith, K.R. (2001). Energy, the environment and health. In Goldemberg, J. (dir. de publ.), *World Energy Assessment : Energy and the Challenge of Sustainability*. New York (É.-U.), Programme des Nations Unies pour le développement
- Homer-Dixon, T.F. (1999). *Environment, Scarcity and Violence*. Princeton (É.-U.), Princeton University Press
- IATFDR (2001). *Updated and Expanded Terminology of Disaster Reduction : First Draft Compilation*. Doc. # TF3/5, Groupe de travail interinstitutions sur la prévention des catastrophes, troisième réunion, Genève (Suisse), 3 et 4 mai 2001
- IDNDR (1999). *Early Warning Programme Action Plan for the Future (1998 –1999)*. Genève (Suisse), Secrétariat de la Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles
- Kaly, U. et Craig, P. (2000). *Environmental Vulnerability Index : Development and provisional indices and profiles for Fiji, Samoa, Tuvalu and Vanuatu*. PACSU, Rapport technique 306
<http://www.sopac.org.fj/Projects/Evi/Files/EVI%20Report%20Phase%20II.pdf> [Geo-2-431]
- Karim, R. N. (2001). *Arsenic the Silent Killer*. Bangladesh Centre for Advanced Studies
<http://www.bcas.net/arsenic/articles/2001/arsenic-May.htm> [Geo-2-432]
- Kasperson, R., Kasperson, J. et Turner II, B.L. (1999). Risk and Criticality : trajectories of regional environmental degradation. *Ambio* 28, 6, 562- 568
- Koistinen, K.J., Edwards, R.D., Mathys, P., Ruuskanen, J., Kuenzli, N. et Jantunen, M.J. (2002). Sources of PM_{2.5} In Personal Exposures and Residential Indoor, Outdoor and Workplace Microenvironments In EXPOLIS-Helsinki, Finland. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 28, Supplement 3, Multidisciplinary Research on Urban Air Particles in Finland (SYTTY programme)
- McMichael, A.J. (2001). *Human Frontiers, Environments and Disease : Past Patterns, Uncertain Futures*. Cambridge (R.-U.), Cambridge University Press
- Met Office (2002). *The Great Smog of 1952*
<http://www.met-office.gov.uk/education/historic/smog.html> [Geo-2-433]
- Meteorological Service of Singapore (2002). *Monitoring of Smoke Haze and Forest Fires in Southeast Asia*
<http://www.gov.sg/metsin/hazed.html> [Geo-2-434]
- Mitchell, J.K. (2000). Urban metabolism and disaster vulnerability in an era. In Schellnhuber H.-J. et Wenzel, V. (dirs. de publ.), *Earth System Analysis : Integrating Science for Sustainability*. Berlin (Allemagne), Springer-Verlag
- Murray, C.J.L. et Lopez, A.D. (1996). *The Global Burden of Disease*, Cambridge (É.-U.), Harvard University Press
- NOAA (2002). NOAA Climate Prediction Center. Famine Early Warning System Network
http://www.cpc.noaa.gov/products/fews/10day_prcip.html [Geo-2-435]
- NOAA/PMEL/TAO (1998). *Impacts of El Niño and Benefits of El Niño Prediction*. Seattle, NOAA/PMEL/TOA Project Office
- OMS (1997). *Health and Environment : Five Years after the Earth Summit*. Genève (Suisse), Organisation mondiale de la santé
- OMS (2002). *Environmental Hazards Kill at least 3 Million Children aged under 5 Every Year*.
<http://www.who.int/inf/en/pr-2002-12.html>
- PACSU (1999). *Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarize national environmental vulnerability profiles*. Rapport final. Commission du Pacifique Sud pour les géosciences appliquées
<http://www.sopac.org.fj/Projects/Evi/archive.html#documents> [Geo-2-437]
- Planning Commission of India. (2001). *Mid Term Review, Ninth Five Year Plan (1997-2002)*. New Delhi (Inde), Gouvernement indien
- PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (1998). *World Resources 1998-1999*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales
- PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales
- PNUE (2000). *Assessing Human Vulnerability due to Environmental Change : Concepts, Issues, Methods and Case Studies*. PNUE/DEWA/TR, Nairobi (Kenya)
- PNUE (2002). *APELL — Awareness and Preparedness for Emergencies at a Local Level*
<http://www.uneptie.org/pc/apell/> [Geo-2-441]
- PNUE et Gouvernement kényen (2000). *Devastating Drought in Kenya : Environmental Impacts and Responses*. Nairobi (Kenya), Programme des Nations Unies pour l'environnement

- Pratt, C., Koshy, R., Kaly, U., Pal, R. et Sale-Mario, E. (2001). Environmental Vulnerability Index (EVI) Project ; Progress Towards a Global EVI. Commission du Pacifique Sud pour les géosciences appliquées, Progress Report 405
[http ://www.sopac.org.fj/Projects/Evi/archive.html# \[Geo-2-436\]](http://www.sopac.org.fj/Projects/Evi/archive.html#Geo-2-436)
- Rapport, D.J., Christensen, N., Karr, J.R. et Patil, G.P. (1999). The centrality of ecosystem health in achieving sustainability in the 21 st century. In Hayne, D.M. (dir. de publ.), *Concepts and New Approaches to Environmental Management*. Transactions of the Royal Society of Canada, Series VI, v. IX, 3-40. Toronto (Canada), University of Toronto Press
- Secrétariat de l'ISDR (2001). *Early Warning Issues : A Discussion Paper*. Rapport présenté à la troisième réunion du Groupe de travail, Stratégie internationale de prévention des catastrophes, Genève (Suisse), 3 et 4 mai 2001
- Shougong, Z. (1999). Catastrophic Flood Disaster in 1998 and the Post Factum Ecological and Environmental Reconstruction in China. Paper presented at Natural Disasters and Policy Response in Asia : Implications for Food Security, Harvard University Asia Center, 30 avril au 1^{er} mai 1999
- Smith, K.R., Corvalán, C.F. et Kiehlström, T. (1999). How much global ill health is attributable to environmental factors ? *Journal of Epidemiology* 10, 5, 573-584
[http ://www.who.int/environmental_information/Disburden/Articles/smith.pdf](http://www.who.int/environmental_information/Disburden/Articles/smith.pdf) [Geo-2-426]
- Stoddard, E. (2000). Mozambique floods worsened by wetlands loss. *Reuters*, 14 mars 2000
- Suchak, Y.K. (2002). Development and Environment Issues with Special Reference to Gandhian Perspective. Gandhian Institution, Bombay Sarvodaya Mandal
[http ://www.mkgandhi-sarvodaya.org/kavita_suchak.htm](http://www.mkgandhi-sarvodaya.org/kavita_suchak.htm) [Geo-2-438]
- Umrani, A.P. et Ali Shah, S. (1999). *Food Security and Environment. Special Report*. Sustainable Livestock and Agriculture Production Bimonthly-Newsletter May & June 1999 of Progressive Agriculturist & Pastoralist Association. Pakistan, Shahnaz.Palijo
[http ://csf.colorado.edu/bioregional/apr99/0064.html](http://csf.colorado.edu/bioregional/apr99/0064.html) [Geo-2-439]
- UN Wire (2001). *Arsenic : Contaminated Water in Asia Puts Millions At Risk*. *UN Wire*, 10 mai 2001. Fondation pour les Nations Unies
[http ://www.unfoundation.org/unwire/util/display_stories.asp?objid=14683](http://www.unfoundation.org/unwire/util/display_stories.asp?objid=14683) [Geo-2-440]
- USAID (2002). *Democratic Republic of the Congo-Volcano*. Fact Sheet 12 (FY 2002). Washington (É.-U.), Agency for International Development des États-Unis
- Vyas, V.S. (2000). *Presidential Address*, 3rd Annual Conference of Asian Society of Agricultural Economics, Jaipur (Inde), 18 au 20 octobre 2000
- Watanabe, T. et Rothacher, D. (1996). The 1994 Lugge Tsho glacial lake outburst flood, Bhutan Himalayas. *Mountain Research and Development* 16, 1, 77-81
- WECS (1987). *Study of Glacier Lake Outburst Floods in the Nepal Himalayas*. Phase I, Interim Report, May 1997, WECS Report No.4/1/200587/1/1, Seq. No. 251. Kathmandou (Népal), Water and Energy Commission Secretariat
- Woodward, A., Hales, S. et Weinstein, P. (1998). Climate change and human health in the Asia Pacific : who will be most vulnerable ? *Climate Research* 11, 1, 31-39