

Avant le déluge

Crues et changement climatique



Voici le second rapport annuel d'International Rivers Network « Barrages, rivières et peuples ». Chaque année, il approfondit une question spécifique relative aux rivières et aux peuples qui en dépendent. Pour 2007, il aborde les crues et de leur gestion. Nous résumons aussi les évolutions importantes de l'année écoulée en ce qui concerne les barrages, et dévoilons les sujets importants de l'année à venir.

CONTENU

Introduction et messages clés	3
Avant le déluge - Crues et changement climatique	4
Grandes crues provoquées par les barrages	9
Une catastrophe due aux barrages	17
Les précurseurs : des avancées dans la gestion du risque de crue	21
Barrages, rivières et peuples en 2006 : tour d'horizon	23
Rivières : quoi de neuf en 2007	25
En bref	27

Copyright © 2007 - International Rivers Network

Imprimé aux Etats-Unis

ISBN-10 : 0-97188-585-0

ISBN-13 : 978-0-97188-585-1

Mention pour les citations : Patrick McCully, "Avant le déluge - Crues et changement climatique", rapport annuel d'IRN sur les barrages, les rivières et les peuples 2007, International Rivers Network, Berkeley, CA. Patrick McCully est directeur d'International Rivers Network, et auteur de *Silenced Rivers : The Ecology and Politics of Large Dams* (Zed Books).

Publié par International Rivers Network, 1847 Berkeley Way, Berkeley, California 94703, USA

Édition et secrétariat de rédaction : Lori Pottinger

Traduction de l'anglais : Marie Arnould; relecture Martin Arnould.

Maquette : Jeannette Madden

Photo de couverture : des victimes d'une crue au Mozambique tentent d'atteindre l'hélicoptère des sauveteurs, en 2002. Crédit : AP.

4e de couverture : la Nouvelle-Orléans inondée après la rupture des levées, en 2005. Crédit : FEMA/IllinoisPhotos.com

INTRODUCTION ET MESSAGES CLÉS

De toutes les catastrophes naturelles, les crues sont les plus dévastatrices, les plus fréquentes et les plus coûteuses. Des crues destructrices ont toujours ponctué l'histoire des hommes, mais leurs dégâts ont explosé ces dernières décennies, malgré les centaines de milliards d'euros dépensés pour les contrôler. Ceci est en partie dû au réchauffement climatique, qui provoque des tempêtes plus violentes, et en partie à l'augmentation des populations et des activités économiques dans les plaines inondables. Ce phénomène révèle aussi un échec : les technologies et les approches du contrôle des crues s'avèrent souvent contre-productives. Améliorer notre capacité à gérer les crues dans le climat actuel et celui du futur nécessite un ensemble de techniques plus sophistiquées : la "méthode douce" de la gestion du risque, qui vise à comprendre, s'adapter et travailler avec les forces de la nature.

Les méthodes conventionnelles de contrôle des crues – fondées sur les barrages et les endiguements – ne marchent pas. À cela, trois raisons principales. Premièrement, aucun système d'ingénierie complexe ne peut garantir un risque zéro. Deuxièmement, ces méthodes se fondent trop souvent sur une compréhension partielle du fonctionnement des rivières et des côtes. Troisièmement, elles encouragent le développement intensif de zones inondables, tout en décourageant les investissements dans d'autres mesures de prévention, notamment l'alerte en cas de crue. Certes, les mesures conventionnelles empêchent la plupart des crues "normales". Mais à la longue, elles tendent à augmenter les dégâts des crues exceptionnelles. Elles détériorent également l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème fluvial.

Les barrages et les digues modifient en profondeur la façon dont l'eau et les sédiments s'écoulent dans les bassins versants. Ceci peut augmenter les dégâts des crues, notamment parce que :

- le chenal d'écoulement de l'eau est réduit, à cause du colmatage du lit de la rivière ;
- lors d'une crue, le débit de l'eau est accéléré à cause de la rectification (et donc le raccourcissement) et la réduction de la largeur des rivières ;
- les sédiments s'écoulent moins bien, ce qui conduit à la disparition des deltas et à l'érosion des côtes.

Les ruptures de digues et de barrages (et les lâchers d'eau brutaux) provoquent des crues extrêmement destructrices, sous forme de vagues d'eau qui déferlent sans avertissement vers l'aval.

Avec le changement climatique, on s'attend à ce que les crues soient plus importantes et plus fréquentes. Le contrôle des crues par des infrastructures lourdes se fonde sur l'hypothèse d'un climat stable. Dans ce monde fictif, les ingénieurs peuvent calculer la probabilité d'une crue de n'importe quelle taille pour n'importe quelle année. Digués et barrages sont conçus pour résister à une crue d'un niveau défini à l'avance. Mais dans le monde réel, soumis à un climat qui se réchauffe, il devient impossible de calculer avec certitude le niveau des crues. Le manque de souplesse des méthodes conventionnelles de contrôle des crues est une faiblesse majeure, non seulement parce que le climat change, mais aussi parce que la fréquence et le niveau des crues changent au fil du temps, en fonction de l'urbanisation et autres modifications de l'usage des terres, et de divers processus géomorphologiques naturels.

La gestion du risque naturel de crues doit être flexible : elle vise à réduire les dégâts de toutes les crues, quel que soit leur niveau. Elle doit également s'adapter : elle cherche à réagir aux changements hydrologiques causés par les changements d'usage des terres et de morphologie de la rivière. La gestion du risque admet que des crues vont se produire, et que nous devons apprendre à vivre avec elles du mieux que nous pouvons. Ceci peut se faire en réduisant leur vitesse, leur niveau et leur durée là où c'est possible ; en évitant de construire dans les zones les plus à risque ; et en faisant le maximum pour protéger les biens les plus précieux. Cette gestion suppose que toute infrastructure de protection peut être mise en échec, et que cette possibilité doit être prise en compte. Elle est aussi fondée sur le principe que les crues ne sont pas mauvaises en soi – et justement, les crues sont essentielles pour le fonctionnement des écosystèmes fluviaux.

Avec un climat qui change, les clés de la gestion des crues sont notamment :

- 1. Ralentir la crue :** pour réduire la vitesse et la taille des crues, il faut notamment reculer les digues, restaurer les zones humides, les plaines d'inondation et les méandres, et ralentir les écoulements urbains. Ces mesures présentent aussi des avantages majeurs au niveau écologique et esthétique, ainsi que pour les loisirs.
- 2. Améliorer les procédures d'alerte :** les mesures les plus importantes pour sauver des vies sont évidemment l'amélioration des systèmes de prévision, d'alerte et d'évacuation. Il est également vital de mettre au point à l'avance des stratégies pour aider les habitants et les agglomérations à reprendre une vie normale après la crue.
- 3. Éviter de construire en zone inondable :** un moyen fondamental de réduire les dégâts, particulièrement dans des pays moins densément peuplés comme les États-Unis, est d'éviter d'encourager les gens à s'installer dans des zones vulnérables aux crues. Gérer les zones inondables, c'est notamment y empêcher de nouvelles installations et, pour les personnes qui vivent dans les zones les plus dangereuses, les inciter financièrement à déménager.
- 4. Protéger les immeubles et les zones les plus vulnérables :** des mesures structurelles sont à prévoir. Ainsi, il faut imposer des normes anticrue aux immeubles individuels (par exemple, surélévation sur pilotis ou sur remblai), ainsi qu'aux communes (par exemple, construction d'abris anticrue et protection des puits de captages d'eau) ; mettre en place des champs d'expansion des crues et des dispositifs de diversion des eaux (zones non constructibles où peuvent s'épancher les crues) ; et prévoir l'usage judicieux de digues bien entretenues pour les zones urbaines vulnérables.
- 5. Améliorer la gestion des barrages :** dans de nombreux pays, les barrages aggravent les crues lorsqu'ils sont submergés, rompent ou sont mal gérés (ainsi lorsqu'ils sont maintenus à leur niveau maximum pour optimiser la production hydroélectrique, ce qui laisse peu de réserve pour écrêter la crue). Des règles de gestion devraient être mises en place dans une démarche participative, rendues publiques, et strictement appliquées. L'évaluation de la sécurité des barrages existants est une autre problématique importante ; la priorité devrait aller au démantèlement des ouvrages peu sûrs. ■

Avant le déluge

Crues et changement climatique

Patrick McCully

Directeur d'International Rivers Network

La rupture des digues qui a dévasté la Nouvelle-Orléans après l'ouragan Katrina est le dernier indice en date qui montre que les mesures conventionnelles de protection ne protègent pas des crues. Ces systèmes sont en échec à travers le monde pour trois raisons principales : aucun système d'ingénierie complexe ne peut garantir le risque zéro, ils sont trop souvent fondés sur une compréhension incomplète du fonctionnement des rivières et des côtes, et ils encouragent le développement rapide des zones inondables. Pour réduire la vulnérabilité face aux crues sur le long terme, il faut choisir la "méthode douce" de la gestion du risque naturel de crues, qui vise à comprendre, s'adapter et travailler avec les forces de la nature. Avec l'augmentation de la fréquence et du niveau des crues, due au réchauffement climatique, le besoin d'une meilleure protection devient une nécessité urgente.

Au soir du dimanche 28 août 2005, le maire de la Nouvelle-Orléans, Ray Nagin, annonça solennellement qu'il fallait, pour la première fois de l'histoire de la ville, évacuer l'ensemble des résidents. « Nous devons faire face à l'ouragan que la plupart d'entre nous craignons depuis toujours, » déclara-t-il. « C'est très sérieux. Ce sera un événement sans précédent. » Le jour d'avant, Katrina s'était intensifié au-dessus du golfe du Mexique pour devenir l'un des ouragans les plus puissants jamais mesurés, avec des vents atteignant 269 kilomètres/heure. La tempête semblait se diriger directement sur la Nouvelle-Orléans.

Katrina s'abattit sur le continent tôt le lundi matin, à environ 80 kilomètres de la Nouvelle-Orléans. Pour de nombreux observateurs, la cité n'avait fait que sentir le vent du boulet. « Échappant de peu au KO, la Nouvelle-Orléans est meurtrie, mais s'en tire bien, » titrait le *New York Times* le mardi.

Rares sont ceux qui oseraient dire aujourd'hui que la Nouvelle-Orléans « s'en est bien tirée ». On estime que l'ouragan a tué plus de 1 200 personnes dans la cité et les communes voisines. Les quatre cinquièmes de la ville ont été inondés, certains quartiers se retrouvant sous plus de six mètres d'eau. Les dégâts directs sur les habitations et les infrastructures sont estimés à 28 milliards de dollars dans l'agglomération.¹ Dix-huit mois après la tempête, une grande partie des habitations est encore en ruine, de nombreuses écoles et cliniques restent fermées, et moins de la moitié des résidents sont revenus.²

Et pourtant, malgré ces pertes terribles, le *New York Times* avait raison : la cité avait bel et bien « échappé de peu au KO ». Ce qui a assommé la ville, ce ne sont pas les vents violents qui ont dévasté les côtes du golfe du Mexique, mais l'incapacité des infrastructures de protection contre les crues à résister comme prévu.³

Encerclée par des murs anticrue, la Nouvelle-Orléans est située

dans une dépression en forme de bol, coincée entre l'un des fleuves les plus puissants du monde, le Mississippi, et le lac Pontchartrain. Ce dernier se connecte au golfe du Mexique par un court détroit qui traverse des marécages. L'histoire des efforts menés depuis trois cents ans pour protéger la Nouvelle-Orléans des crues du Mississippi et des tempêtes du lac dit bien le danger de faire confiance à des infrastructures de protection pour empêcher des crues massives.

■

« Je pense que personne n'avait prévu que les levées ne tiendraient pas. »
Président George Bush lors de l'inondation de la Nouvelle-Orléans, le 1er septembre 2005

■

Le dispositif mis en place depuis quarante ans – mais resté inachevé – par le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis (US Army Corps of Engineers), était censé protéger contre un ouragan de classe 3. Et pourtant, lorsque Katrina a touché la Nouvelle-Orléans, l'ouragan était tout au plus dans cette catégorie, et s'était même peut-être encore affaibli. Une enquête de 6 000 pages du Corps a admis que le réseau de digues n'était « pas réellement un dispositif », et a endossé la responsabilité de l'échec, admettant que des erreurs d'ingénierie avaient joué un rôle majeur dans l'inondation.⁴ Nicolas

Pinter, professeur de géologie à l'université Southern Illinois, décrit l'inondation de la Nouvelle-Orléans comme la « catastrophe des levées : le résultat de digues insuffisamment hautes et protégeant des zones basses qui, tout au long de l'histoire de la ville, ont été considérées comme inhabitables. »⁵ (Le terme "levées" est le terme donné aux endiguements aux États-Unis. L'origine du mot vient des défenses en terre élevées par les fondateurs français de la Nouvelle-Orléans pour se protéger des crues.)

Les levées ont failli parce qu'elles étaient mal conçues et mal construites, et parce que la Nouvelle-Orléans et le delta du Mississippi s'enfoncent. Comme tous les deltas, celui du Mississippi s'est constitué au fil d'innombrables inondations, dont les sédiments se sont répartis par le biais de bras secondaires qui s'écartent en



Des équipes de secours patrouillent dans des quartiers inondés par l'ouragan Katrina et la rupture des levées. Photo : Jocelyn Augustino/FEMA;

éventail depuis le lit principal. Une partie de ces sédiments charriés par les embouchures des rivières sont par la suite ramenés par le ressac et participent à maintenir le niveau des barrières d'îles proches des côtes et des plages. Arrêtez les crues régulières, et les sols se compactent et s'enfoncent, tandis que la mer érode le rivage. L'étendue des levées tout au long du cours du Mississippi et l'assèchement des nombreux bras secondaires retiennent aujourd'hui les sédiments dans le lit majeur du Mississippi, avant de les rejeter directement en pleine mer, hors de portée des courants côtiers.

Les barrages jouent aussi un rôle dans le drame de la vulnérabilité de la Nouvelle-Orléans aux crues, parce que les immenses retenues du Missouri supérieur, l'affluent principal du Mississippi, bloquent environ la moitié des sédiments qui s'écoulaient autrefois dans le fleuve jusqu'à la mer.⁶

Le delta du Mississippi a arrêté de s'agrandir autour de 1900 et, depuis, n'a cessé de s'enfoncer et de se réduire régulièrement. Depuis les années 30, plus de 4 900 km² de zones humides côtières de la Louisiane – presque deux fois la taille du Luxembourg – ont été grignotés par les vagues du golfe du Mexique.⁷ Le Service géologique américain (US Geology Service) a calculé qu'actuellement, l'équivalent de deux terrains de football de zones humides disparaît toutes les heures.⁸ Sur une carte, les côtes de la Louisiane ressemblent plus à une dentelle trouée d'eau qu'à un paysage de terre ferme.

La disparition de zones humides côtières provoque des dégâts massifs aux économies et aux écosystèmes locaux. Ces zones humides et les barrières d'îles proches des côtes peuvent réduire de

façon significative la puissance et la hauteur des vagues lors des tempêtes. Leur disparition accroît donc aussi la vulnérabilité des habitants des côtes aux ouragans.

Le cycle infernal de la Nouvelle-Orléans – inondations, nouveaux investissements dans le contrôle des crues, urbanisation de zones censées être devenues non inondables, qui subissent à leur tour des crues dramatiques, d'où plus de contrôle des crues, à nouveau plus d'urbanisation, dégâts toujours plus importants lors de la crue suivante... – est malheureusement loin d'être unique. À travers le monde, les dommages causés par les crues ont augmenté en flèche, alors que les dépenses pour des projets d'ingénierie lourde se sont accrues régulièrement. Ceci à une époque où, outre les digues et barrages, de nombreux facteurs – et en particulier le réchauffement climatique – contribuent à l'augmentation de la gravité et de la fréquence des crues. Il est indiscutable que les partisans du contrôle des crues n'ont pas tenu leur coûteuse promesse de réduire les dommages des inondations.

CONTRÔLER LES CRUES : UNE PROMESSE NON TENUE

Oh, pleurer t'aidera pas, prier n'y fera rien

Quand les levées rompent, maman, c'est toi qui perds.

Extrait de "When the Levee Breaks", blues de Kansas Joe McCoy et Memphis Minnie, écrit après la grande inondation du Mississippi de 1927

Selon des études menées par la Compagnie munichoise de réassurance, entre les années 50 et les années 70, entre sept et neuf

“inondations majeures” se sont produites chaque année à travers le monde. Dans les années 80, ce nombre est passé à 20, puis à 34 dans les années 90. Cette augmentation rapide du nombre de crues s’est accompagnée d’une aggravation des dégâts exponentielle des inondations catastrophiques en Europe dans les dernières décennies est encore plus frappante. En Suisse, les dégâts ont quadruplé ces trente-cinq dernières années, malgré une augmentation importante des investissements pour contrôler les crues.⁹ En Inde, malgré la construction de 16 800 kilomètres de digues entre 1954 et 1998, la surface touchée par les inondations n’a pas diminué ; par contre, le nombre de victimes et de morts a clairement augmenté.¹⁰ La longueur des digues dans l’État indien de Bihar a été multipliée par 22 entre 1952 et 1998, mais les zones sujettes aux inondations ont été quasiment multipliées par trois.¹¹ Les dégâts annuels moyens (hors inflation) causés par les inondations dans cet État ont presque quadruplé entre les années 50 et les années 70.¹²

Depuis les années 20, le gouvernement américain a dépensé plus de 123 milliards pour contrôler les crues, principalement par le biais de barrages et levées. Et pourtant, sur la même période, le coût moyen annuel (hors inflation) des dégâts des crues a triplé, atteignant 6 milliards (sans prendre en compte les dommages matériels dus à Katrina, qui devraient se monter à 100 milliards au moins, voire peut-être le double).¹³

Le Corps des ingénieurs affirme que ses retenues et ses levées permettent d’économiser chaque année plus de 19 milliards de dollars de dommages.¹⁴ Cependant, la plupart de ces dégâts “évités” auraient touché des infrastructures qui n’auraient pas été construites dans des zones à risques si les barrages et les digues n’avaient pas existé. De même, comme on l’explique plus loin, de nombreuses crues auraient été plus lentes et moins hautes, et donc potentiellement moins destructrices, si les ouvrages n’avaient pas été construits.¹⁵

Les systèmes conventionnels de contrôle des crues échouent en partie parce qu’aucun système d’ingénierie complexe ne peut garantir un risque zéro, et en partie parce qu’ils sont fondés trop souvent sur une compréhension très incomplète des réalités hydrologiques et géomorphologiques des rivières et des côtes. Ils échouent également parce qu’ils encouragent le développement intensif de zones qui, de façon presque inévitable, seront finalement inondées.

Le concept même de contrôle strict des crues est fondé sur l’idée que l’homme peut s’opposer à la nature, la contraindre, la forcer à se plier à sa volonté. Ses partisans croient que les rivières sauvages devraient – et peuvent – être domptées en les endiguant derrière des barrages et en relâchant progressivement leurs eaux dans des couloirs de béton. Mais l’expérience montre qu’une telle approche provoque des dommages importants aux écosystèmes des rivières et, à long terme, ne fait qu’accroître la vulnérabilité aux crues importantes.

Réduire la vulnérabilité aux crues sur le long terme nécessite des techniques plus sophistiquées – la “méthode douce” de la gestion du risque naturel de crues, qui vise à comprendre, s’adapter et travailler avec les forces de la nature. Les gestionnaires com-

prennent que les crues prennent de nombreuses formes différentes – crues soudaines pour les rivières urbaines, inondations lentes pour les fleuves, vagues déclenchées par des cyclones, ruptures de barrages ou de levées, tsunamis, bishyaris (ruptures d’un barrage naturel en raison d’un glissement de terrain) et débâcles de lacs glaciaires, ne sont que quelques exemples. Une telle diversité de cas – et la diversité des contextes socioéconomiques et culturels des hommes qui en sont victimes – nécessite de prévoir des cas de figures multiples.

La gestion du risque admet que des crues vont se produire et que nous devons apprendre à vivre avec du mieux que nous pouvons, en réduisant leur vitesse, leur taille et leur durée là où c’est possible, en nous éloignant du danger et en optimisant la protection de nos biens les plus précieux. Cette gestion admet aussi que toutes les infrastructures de protection contre les crues peuvent être mises en échec, et que l’on doit prévoir ces échecs. Elle admet également, ce qui est important, qu’une crue n’est pas mauvaise en soi, et qu’elle est même essentielle pour l’écosystème.

Les partisans de la gestion du risque de crue soulignent l’importance vitale de mesures non structurelles, en particulier de meilleures procédures d’alerte et d’évacuation, et des zonages qui découragent l’urbanisation des zones les plus vulnérables. Parmi les mesures structurelles à prévoir, il faut imposer des normes anticrue aux immeubles individuels (par exemple leur surélévation), ainsi qu’aux communes (construction d’abris anticrue et protection des puits de captage d’eau) ; mettre en place des champs d’expansion des crues et des dispositifs de diversion des eaux (zones non constructibles où peuvent être évacuées et stockées les crues) ; et prévoir l’usage judicieux de digues bien entretenues là où elles sont la seule option viable, notamment les zones urbaines les plus vulnérables.

La gestion du risque de crue inclut aussi des mesures pour réduire la vitesse et la taille des crues, en reculant notamment les digues de la rivière, en restaurant les zones humides, en recréant des méandres sur les rivières canalisées et en ralentissant les écoulements urbains.

Contraindre ou laisser un espace de liberté ?

La controverse entre tenants d’un contrôle strict et partisans de la gestion du risque naturel de crue ne date pas d’hier. En Chine, les débats entre les aménageurs confucianistes – qui estimaient que les rivières devaient être contraintes entre de hautes digues proches des rives – et les “expansionnistes” taoïstes – qui militaient pour des digues basses, loin de la rivière, permettant aux inondations de s’étaler – remontent à plus de vingt siècles.¹⁶ Les aménageurs ont largement gagné la bataille en Chine, et l’on peut se demander si le pays aurait subi autant de crues catastrophiques si cela n’avait pas été le cas (les catastrophes naturelles les plus dramatiques de l’histoire du monde sont les crues du fleuve Jaune de 1887 et 1931 qui ont, à elles deux, tué plus de 6 millions de personnes). Hors de Chine, l’approche dure a aussi dominé le débat sur la maîtrise des crues (avec quelques exemples éparés où les “expansionnistes” ont eu de brèves périodes d’influence).¹⁷ Cependant, ces dernières

■
Le concept même de contrôle strict des crues est fondé sur l’idée que l’homme peut s’opposer à la nature, la contraindre et la forcer à se plier à sa volonté
■

décennies, et en particulier aux États-Unis et en Europe depuis les inondations massives du Mississippi en 1993 et du Rhin en 1994, les “expansionnistes” gagnent du terrain de façon croissante.

Si la gestion du risque naturel de crue fait aujourd’hui partie des mesures de bon sens pour la plupart des experts, les vieilles habitudes des ingénieurs, des hommes politiques et des institutions mettent du temps à disparaître. Et divers groupements dans l’industrie de la construction et de l’ingénierie ont des motifs évidents de maintenir ces habitudes. À certains endroits (comme la Kissimmee en Floride, Sun Valley et Napa en Californie), le Corps des ingénieurs revient sur certaines erreurs passées et essaie de nouvelles techniques.¹⁸ Cependant, ailleurs aux États-Unis, le Corps – encouragé par ses alliés au Congrès qui adorent ramener de l’argent fédéral dans leur circonscription grâce à de gros projets de gestion de rivières – continue à dépenser des milliards de dollars dans des techniques désuètes, comme la surélévation de barrages et de digues, le creusement du lit du fleuve et le pompage.

Les activités du Corps des ingénieurs – pas seulement celles de contrôle des crues, mais aussi tous ses projets connexes de creusement, d’assèchement, de canalisation et de production hydroélectrique – sont depuis longtemps vivement critiquées par des militants écologistes, des universitaires, des journalistes, des experts et quelques hommes politiques. Le secrétaire de l’Intérieur du président Franklin Roosevelt maudissait le « comportement imprudent et dépensier » d’un corps « insubordonné et égoïste ».¹⁹ En 1974, Jimmy Carter, alors gouverneur de Géorgie, réprimandait le Corps pour ses « fausses justifications » et ses analyses « grossièrement déformées » des coûts et avantages de projets de barrages.²⁰

En 2000, le *Washington Post* a consacré une importante série d’articles aux dysfonctionnements et aux abus de pouvoir du Corps. Six ans plus tard, après l’ouragan Katrina, son auteur Michael Grunwald a écrit un éditorial assassin dans le *Post*, où il estime que, malgré les critiques et les études, le Corps continue à surestimer les avantages, sous-estimer les coûts, présenter les impacts environnementaux sous un faux jour et, de façon générale, à justifier des projets « qui occupent ses employés et satisfont ses clients du Congrès ».²¹

Et pourtant, malgré sa réputation salie aux États-Unis, le Corps continue à promouvoir son concept de contrôle des crues comme un modèle pour le reste du monde. Un cadre du Corps est au conseil d’administration du Partenariat global de l’eau, un organisme influent, et ses généraux et employés civils sont des intervenants réguliers lors de grandes conférences internationales sur l’eau. Le discours de synthèse de la Banque mondiale lors du Forum mondial de l’eau de Mexico en 2006 louait non seulement les avantages économiques du contrôle des crues mis en place par le Corps, mais soulignait aussi l’efficacité de ses dispositifs lors des ouragans qui ont ravagé la Floride en 2004 – tout en omettant tout bonnement de mentionner l’échec dévastateur de leur programme le plus ambitieux, le “dispositif” de protection antiouragan de la Nouvelle-Orléans.²²

Peut-être en partie parce qu’aucun organisme qui promeut à l’échelon international la “méthode douce” de la gestion du risque de crue n’a le poids politique de la Banque mondiale ou du Corps, la vieille mentalité du contrôle des crues reste dominante dans les gouvernements et parmi les hommes politiques dans la plupart des régions du monde. La réponse standard à une crue catastrophique

dans la plupart des pays est de réclamer plus de digues et de barrages – quels que soient les échecs de ces technologies pour éviter ou, tout au moins, éviter d’aggraver les désastres.

La demande pour de nouvelles infrastructures de contrôle des crues s’est même renforcée récemment. Une campagne de lobbying menée par le département Eau de la Banque mondiale met en avant les impacts positifs des techniques conventionnelles aux États-Unis et en Europe afin de convaincre que les projets de grands barrages sont indispensables pour réduire la pauvreté dans les pays en voie de développement. La Banque mondiale et diverses associations de l’industrie des barrages soulignent également qu’il faudra plus de barrages et de digues pour s’adapter au changement climatique. Ce message est répété lors de nombreuses conférences internationales (souvent sponsorisées par la Banque mondiale), et dans les rapports et les études de la Banque.

Un mauvais modèle lorsque le climat se réchauffe

Il ne fait aucun doute que le changement climatique va aggraver les crues. L’ONU estime qu’en 2050, avec le changement climatique, l’augmentation de la population, la déforestation et d’autres formes de dégradation des terres, deux milliards de personnes pourront être affectées par des crues potentiellement dévastatrices, soit le double qu’actuellement.²³ La hausse du niveau de la mer (ainsi que l’enfoncement des deltas et l’érosion des côtes) va sans aucun doute exacerber les inondations côtières et les dommages dus aux vagues provoquées par les ouragans et les typhons. On observe déjà une augmentation de l’intensité et de la fréquence des épisodes météo extrêmes (vents et pluies), et le phénomène doit s’accélérer. La fonte des glaciers et, en montagne, le remplacement de la neige par la pluie, aggraveront probablement les inondations dans les immenses zones où coulent des rivières alimentées par les glaciers et la fonte des neiges.²⁴

Le vieux débat entre gestion et contrôle n’a donc jamais été aussi important qu’aujourd’hui. Tandis que les tenants du contrôle estiment que le réchauffement climatique soutient leur point de vue, on peut raisonnablement argumenter que la gestion du risque est essentielle si nous voulons réduire les dégâts des super-inondations qui risquent inévitablement de se produire. Surtout, le contrôle des crues a échoué dans le passé et dans le présent. C’est une raison suffisante pour écarter cette solution lorsqu’il faut s’adapter au climat futur.

Les ingénieurs conçoivent des barrages et leurs vannes pour faire face à des crues extrêmes qu’ils prévoient en fonction de précipitations et de débits annuels passés. Mais l’hypothèse selon laquelle nous vivons dans un climat stable ne tient plus.

Le contrôle structurel des crues peut faire face à des crues jusqu’à un certain niveau. Lorsque la crue est supérieure à la crue maximale envisagée lors de la construction des digues ou des barrages, on peut être presque sûr que ces ouvrages vont céder. Contrairement au contrôle des crues, la gestion du risque naturel d’inondation est flexible, car elle cherche à réduire les dégâts de n’importe quelle taille de crue. De même, elle s’adapte car elle cherche à réagir aux changements hydrologiques induits par les modifications apportées à l’utilisation des terres et à la morphologie de la rivière.

Selon Colin Green, du laboratoire de recherche sur les risques de crue de l’université du Middlesex, en Angleterre, « il est nécessaire de prévoir comment réagir avant, pendant et après



Diverses raisons peuvent être à l'origine de la rupture des levées. Haut : une rupture soudaine dans la vallée centrale de Californie, en 2004, a provoqué des dégâts de 90 millions de dollars ; la raison exacte reste inconnue, mais un mauvais entretien pourrait être en cause (photo : département de l'Eau de Californie). Bas : un glissement de terrain massif en Louisiane en 1983.

toutes les crues, plutôt que de construire simplement une solution d'ingénieurs, qui protège jusqu'à un certain niveau standard de crue. » La gestion des crues doit prévoir ce qu'il faut faire si l'un ou l'autre des éléments de la stratégie échoue. « Nous devons créer des dispositifs qui pardonnent les erreurs, et dont les échecs ne provoquent pas des catastrophes, » poursuit Green.

Les mesures de gestion douce du risque de crue – notamment la réparation des dommages causés aux rivières et aux bassins versants par le contrôle strict des crues – seront importantes dans l'adaptation au changement climatique. Ce sont en général des mesures positives car elles permettent de réduire les dégâts des crues et de restaurer les écosystèmes même si le climat reste stable.

S'adapter efficacement nécessite d'améliorer la résilience des particuliers, villages, villes, pays et régions, pour faire face aux chocs climatiques. Ce sont les populations et les pays les plus pauvres qui sont les plus affectés par les catastrophes naturelles, de même ce seront les pauvres qui seront les plus vulnérables au changement climatique (alors que, cruellement, ce sont les moins responsables !). Des programmes pour réduire la pauvreté sont donc un élément clé de l'adaptation, et notamment l'adaptation à des crues qui s'aggravent.

DIGUES ET RETENUES : L'ATTIRANCE FATALE

« La nature... a toujours raison et les erreurs sont toujours celles de l'homme. »

Goethe

Le géographe Graham Tobin, de l'université du Minnesota, décrit l'histoire du contrôle des crues aux États-Unis comme une « histoire d'amour qui n'en finit pas avec les levées. »²⁵ Plus de 40 000 kilomètres de levées séparent les rivières américaines de leurs plaines inondables. Il est facile de comprendre pourquoi elles ont été si attirantes. Elles sont, dans la plupart des cas, relativement peu chères et faciles à construire. Il semble logique qu'une haute barrière le long de la rivière gardera les crues derrière elle, et de fait, dans la majorité des cas, une digue permet de garder les zones qu'elle protège au sec. Les levées sont donc souvent populaires au niveau politique. Mais sur le long terme, un système de protection contre les crues qui s'appuie sur l'usage extensif des digues sera voué à l'échec, pour un certain nombre de raisons.

Premièrement, les digues rompent. Ainsi, environ un tiers des crues catastrophiques aux États-Unis sont dues à des ruptures de digues.²⁶ Comme l'a reconnu en 1982 une commission de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, « il est illusoire de penser que les endiguements, même les plus sûrs, peuvent être sans risques ». ²⁷ Les digues rompent parce qu'elles sont mal conçues, mal construites, mal entretenues, ou parce qu'elles deviennent moins efficaces car le lit de la rivière s'est rehaussé avec le dépôt de sédiments. Parfois, on y ouvre des brèches délibérément pour soulager la pression sur les digues de l'autre rive ou en aval, ou, comme c'est souvent le cas dans l'État indien de Bihar, pour réduire les dommages aux riverains.

Les digues peuvent aussi rompre parce qu'une crue est supérieure au niveau maximum qu'elles peuvent contenir. C'est une limite inhérente aux infrastructures de contrôle conventionnel des crues : les ingénieurs doivent fixer, de façon finalement arbitraire, le niveau de protection maximale qu'offrira l'infrastructure. Toute crue supérieure à ce niveau, ce qui peut être rare mais risque d'arriver au final, submergera la digue. Théoriquement, les digues pourraient être construites pour résister à la "crue maximum possible", la crue la plus sévère que les hydrologues considèrent comme possible (parfois corrélée à une crue arrivant tous les 10 000 ans). Mais les réalités économiques et techniques font que les digues sont construites pour résister à des crues qui ne sont pas quasiment improbables.

Aux États-Unis, les levées sont construites le plus souvent pour résister à des crues centennales. Une crue centennale a une chance sur cent de se produire chaque année. Si une ville vient d'être touchée par une crue centennale, cela ne veut pas dire qu'il se passera 99 ans avant qu'une autre crue de même type ne la frappe. Cela signifie que, l'année suivante, et pour toutes les autres années à venir, il y a à nouveau une chance sur cent qu'elle soit touchée par une crue d'une telle ampleur.²⁸

Dans la plupart des régions du monde, les relevés de débits ne sont pas suffisamment anciens pour estimer précisément une crue centennale. Même si c'est le cas, l'urbanisation et d'autres modifications de l'utilisation des terres dans les bassins versants (notamment la canalisation des rivières, la déforestation, l'enfoncement du lit du fleuve et autres) peuvent conduire à une probabilité de

GRANDES CRUES PROVOQUÉES PAR LES BARRAGES

Italie, octobre 1963 : le remplissage du barrage de Vaiont, l'un des plus hauts du monde, a causé des secousses sismiques dès les premières mises en eau. L'une d'elles a provoqué un glissement de terrain qui, s'affaissant dans la retenue, a créé une énorme vague, haute de 110 mètres, qui a franchi le mur du barrage. Environ deux minutes plus tard, la ville de Longarone était réduite à néant et ses 2 000 habitants presque tous tués.

Chine, août 1975 : près de 230 000 personnes sont mortes à cause de ruptures en chaîne de barrages sur le fleuve Huai He – environ 85 000 en raison des vagues de crues, et les autres d'épidémies et de famines subséquentes. La catastrophe avait commencé par la rupture du barrage de Banqiao, due à un typhon, qui a provoqué la rupture en chaîne de 62 plus petits barrages en aval.

Pakistan, septembre 1992 : les gestionnaires du barrage de Mangla ont ouvert les vannes sans prévenir. Un mur d'eau, décrit par certains témoins comme haut de sept mètres, s'est abattu sur les villages et les garnisons de l'armée en aval de l'ouvrage, tuant 500 personnes et anéantissant des communes entières. Quatorze ans plus tard, une commission gouvernementale a établi que les gestionnaires auraient pu éviter la tragédie s'ils avaient relâché l'eau plus lentement, et a demandé au gouvernement de dédommager les familles des victimes. Le gouvernement a refusé.

Canada, juillet 1996 : l'inondation de la vallée du Saguenay au Québec a tué sept personnes et provoqué l'évacuation de près de 16 000 habitants. Causant 1,5 million de dollars canadiens de dégâts, c'est la crue la plus chère de l'histoire du Canada. Une commission gouvernementale a conclu que l'inondation avait été aggravée par une mauvaise gestion et par des ruptures de barrages et d'endiguements. Sur la Chicoutimi et la rivière Aux-Sables, cinq barrages sur sept ont lâché.

Nigéria, septembre/octobre 1999 : les gestionnaires des barrages de Kainji, Jebba et Shiroro ont ouvert les vannes, provoquant des crues importantes sur le Niger et la rivière Kaduna. Des rapports mentionnent jusqu'à 1 000 morts et 300 000 victimes.

Ouzbékistan, Kirghizstan, février 2002 : des lâchers d'eau brutaux du barrage de Toktogul, sur le Syr Daria au Kirghizstan, auraient causé 700 millions de dollars de dégâts à l'aval, en Ouzbékistan.

Mexique, août 2002 : la rupture de deux barrages le même jour, l'un dans l'État de San Luis Potosí et l'autre dans l'État voisin de Zacatecas, a causé la mort de 21 personnes et forcé à évacuer plus de 3 000 personnes.

Cameroun/Nigéria, septembre 2003 : des lâchers importants du barrage de Lagdo au Cameroun ont provoqué des inondations importantes le long de la rivière Bénoué au Nigéria, tuant 28 personnes et détruisant plus de 200 maisons.

Chine, mai 2004 : dix-huit personnes sont mortes lorsque des pluies diluviennes ont provoqué la rupture d'un batardeau temporaire, pendant la construction du barrage de Dalongtan, sur la rivière Qingjiang, dans la province de Hubei.

Brésil, juin 2004 : dans l'État du Paraíba, le barrage de Camará, vieux de deux ans, a rompu et inondé les villes d'Alagoa Grande et de Mulungu. Cinq morts et 800 familles sans abri.

Pakistan, février 2005 : cinq barrages ont rompu après des pluies torrentielles. Le plus grand – celui de Shadikor, haut de 35 mètres – a tué au moins 80 personnes, en blessant beaucoup d'autres et laissant plus de 4 000 familles sans abri. Le barrage de Shadikor n'avait que deux ans.

Afghanistan, mars 2005 : des pluies diluviennes ont provoqué la rupture du barrage de Band-e Sultan, tuant six personnes et inondant des milliers d'hectares.

Inde, avril 2005 : dans l'État du Madhya Pradesh, au moins 62 personnes ont été tuées lors d'une crue éclair provoquée par un barrage sur la Narmada. Une foule de pèlerins hindous se pressait sur les rives du fleuve. La tragédie a été provoquée par l'ouverture sans avertissement des vannes du barrage d'Indira Sagar, 100 kilomètres en amont.

Inde, mars 2006 : dans l'État du Madhya Pradesh, au moins 39 personnes traversant à pied la rivière Sind lors d'une cérémonie religieuse ont été emportées par des lâchers d'eau soudains du barrage de Manikheda.



La rupture d'un barrage dans la vallée du Saguenay, au Québec, en 1996.

crue centennale plus forte. De plus, toutes ces statistiques sont fondées sur un climat invariable, ce qui devient obsolète.

Les conséquences de la rupture d'une digue peuvent être sévères, et provoquent en général des inondations pires que si la digue n'avait pas été construite. Les crues dues aux ruptures sont imprévisibles, soudaines et puissantes. De telles crues ne laissent pratiquement pas de délai pour évacuer les populations, peuvent provoquer des dégâts majeurs aux infrastructures, voire emporter d'importants bâtiments.²⁹ Les inondations dues aux ruptures d'une digue (ou d'un barrage, moins fréquentes) peuvent provoquer une érosion massive des sols de la plaine inondable, et endommager d'autres zones en y déposant d'importantes quantités de sédiments lourds. Les crues naturelles, elles, ont tendance à transporter des sédiments plus fins, riches en nutriments, qui bénéficient aux zones inondées.

Tant que les digues remplissent leur fonction et gardent une rivière "en place", elles empêchent les sédiments transportés par le cours d'eau de se répandre dans la plaine inondable. Au contraire, certains sédiments se déposent sur le lit de la rivière, le rehaussant progressivement. Ce qui nécessite de rehausser la digue à son tour. À l'extérieur de la levée, les sols sont privés de sédiments et souvent, en particulier sur les sols tourbeux communs aux deltas, ils s'enfoncent.

Au fil du temps, le lit de la rivière s'élève et la plaine alluviale s'enfonce. Du coup, le lit d'une rivière riche en sédiments peut devenir "suspendu", plus haut que les paysages environnants. Le fleuve Jaune, en Chine, est l'exemple le plus connu d'un cours d'eau suspendu. À certains endroits, il est plus haut de 20 mètres que les terres adjacentes – soit la hauteur d'un immeuble de six étages.³⁰ Selon le témoignage de l'État du Bengale occidental devant la Commission nationale des crues du gouvernement central indien, « lorsqu'un fleuve transporte une charge importante en sédiments, c'est un cycle vicieux qui commence entre la surélévation du lit et celle des digues, et ces dernières n'ont pas la moindre chance de gagner. »³¹

Lorsqu'une digue d'un cours d'eau suspendu se rompt, la crue qui en découle peut être catastrophique. Pas seulement parce qu'elle peut être exceptionnellement rapide et puissante, mais aussi parce que les eaux ne pourront pas s'écouler naturellement à nouveau vers la rivière, et pourront stagner des semaines, voire des mois après la crue initiale.

Une digue bien construite et entretenue protège les zones situées derrière elle contre les crues qui ne dépassent pas la cote maximale prévue. Cette protection a un prix : elle augmente les dégâts dans les zones non protégées. Lorsqu'une rivière en crue arrive dans une zone endiguée, son écoulement se voit immédiatement restreint, ce qui provoque des inondations en amont. Lorsque les eaux de crue coulent entre les digues, elles s'accroissent et gagnent en pouvoir d'érosion. L'eau sort de la zone endiguée avec un potentiel destructeur plus important que s'il n'y a pas de digue.³² Des analyses montrent que, pendant les crues géantes de 1993, les digues de l'amont ont augmenté le pic de crue d'un mètre en aval de Saint-Louis, au cœur du bassin versant du Mississippi. Si les endiguements n'avaient pas subi d'importantes brèches et submersions, qui ont permis au fleuve d'inonder les plaines alluviales de l'amont, le fleuve aurait été encore plus haut de 50 centimètres.³³

Les plaines densément peuplées de l'État indien de Bihar sont traversées par de nombreuses et larges rivières qui coulent depuis

l'Himalaya jusqu'au Gange. Leurs méandres et leurs tresses changent constamment. Leurs charges importantes en sédiments et leur nature dynamique les rendent particulièrement impropres à la camisole de force des endiguements. Pourtant, elles sont bordées par l'un des réseaux de digues les plus denses du monde. Des brèches y apparaissent régulièrement, ce qui provoque des centaines de milliers, voire parfois des millions de victimes.³⁴

De fait, ces brèches réduisent les dégâts causés aux deux millions de personnes qui vivent toujours à l'intérieur des digues, et sont à la merci de crues extrêmement destructrices.³⁵ Depuis que la construction à grande échelle des digues a commencé dans les années 50, les promesses de réinstallation et de compensations, faites à ces "victimes des endiguements", n'ont pas été respectées.³⁶ On estime d'ailleurs, ce qui n'est pas surprenant, que nombre de ces brèches sont provoquées délibérément par ces populations piégées entre les digues – provoquant ainsi plus de victimes à l'extérieur des digues et causant des conflits violents entre les deux groupes.³⁷

Comme les populations qui vivent en aval de nouveaux endiguements subissent des dégâts plus importants, elles demandent fréquemment à être protégées elles aussi. C'est ainsi qu'un cycle vicieux se crée : les digues nécessitent d'autres digues. Un phénomène similaire se produit sur les affluents. La surélévation du lit d'un fleuve provoque des inondations autour de la confluence. Du coup, la pression politique est forte pour endiguer les affluents à leur tour. Ainsi, à grand renfort d'argent public, les endiguements s'étendent comme un cancer à travers le bassin versant, procurant une impression injustifiée de sécurité aux populations qui vivent derrière eux, et aggravant les dégâts causés à ceux qui vivent dans des zones non "protégées".

Une autre conséquence de la prolifération des endiguements est l'augmentation vertigineuse des coûts de leur surveillance et de leur entretien. Là où les digues provoquent la surélévation du lit de la rivière ou l'enfoncement des plaines inondables, elles doivent être constamment rehaussées. Au fur et à mesure qu'elles gagnent en hauteur (et qu'elles vieillissent), leurs coûts d'entretien explosent. Or allouer des fonds suffisants pour la maintenance n'est souvent pas une priorité politique, sauf juste après les crues importantes. Les levées se détériorent donc lentement.

En même temps que les digues se multiplient, viennent les efforts pour "améliorer" le cours de la rivière, de façon à ce que cette dernière contienne plus d'eau, coule plus vite et aille plus directement à la mer. Ainsi, le Mississippi a perdu plus de 300 ki-



Un exemple extrême d'ingénierie hydraulique : la rivière de Los Angeles a été réduite à un chenal de béton.

lomètres de sa longueur originelle à cause de la rectification de ses méandres naturels, et le Rhin 80 kilomètres.³⁸ Par endroits, la rectification et l'endiguement du Rhin l'ont radicalement transformé. Le fleuve, large de 12 kilomètres, qui tressait ses chenaux et ses bras secondaires ponctués d'îles – tout un milieu propice à la faune sauvage –, a été transformé en un chenal de 250 mètres de large.³⁹

De telles “améliorations” ont non seulement dévasté les écosystèmes ripariens, mais ont aggravé la capacité destructrice des crues à l'aval. Une rivière rectifiée, plus courte et plus étroite, avec moins de végétation le long de ses rives, est une rivière plus en pente, qui coule plus vite, et qui a souvent une capacité moindre à absorber des débits importants. Le temps qu'il faut à une crue du haut Rhin pour aller de Bâle, à la frontière suisse, à Karlsruhe, en Allemagne, a été réduit de moitié. Cette accélération accroît le potentiel destructeur des crues et réduit les délais pour évacuer les populations. Elle aggrave aussi les inondations en synchronisant le pic de crue du Rhin avec les pics de crues de ses affluents les plus importants.⁴⁰

Dans les zones urbaines, le lit des rivières est souvent creusé pour accroître leur capacité. On nettoie leurs berges de la végétation et on artificialise les rives en les bétonnant ou en créant des enrochements pour accroître la vitesse de l'eau lors d'une crue. Ces altérations peuvent s'avérer contreproductives (tout en détruisant la valeur écologique et esthétique du cours d'eau). En temps normal, le débit s'écoulera moins vite dans le chenal agrandi et y déposera plus de sédiments, ramenant finalement le chenal à sa capacité et à son régime d'écoulement d'origine. Un exemple par l'absurde d'“amélioration” d'une rivière est celle de Los Angeles, dont seuls 10 kilomètres sur 80 ne sont pas corsetés dans un chenal cimenté.⁴¹

Les barrages, un instrument émoussé

Jeffrey Mount, géologue de l'université de Californie à Davis, et l'une des autorités en matière de rivières et d'inondations aux États-Unis, décrit les barrages comme un « instrument émoussé » pour contrôler les crues.⁴² Les barrages partagent avec les digues bien des points communs quand il s'agit de minimiser les dégâts des inondations. Ils ont certes empêché d'innombrables crues potentielles à travers le monde (tout en annihilant aussi les avantages écologiques des crues “normales”). Mais en même temps, ils ont provoqué des crues et aggravé la gravité d'inondations qui se seraient déroulées de toute façon. En faisant croire à la protection contre les crues, ils ont encouragé le développement en aval, et ainsi aggravé les dégâts.

De même que pour les digues, les données ne sont pas disponibles pour réaliser une étude globale permettant de voir si l'impact général des barrages a été de réduire ou d'augmenter les dégâts des crues. Mais il est clair que les barrages peuvent provoquer des dégâts très importants en cas de crues, et que les centaines de milliards de dollars dépensés pour les construire n'ont pas réussi à arrêter l'augmentation continue des coûts des inondations. Il est également clair que les barrages ont noyé de façon permanente des zones immenses – on estime que toutes les retenues du monde, additionnées, atteignent 260 000 kilomètres carrés, soit un peu plus que la taille du Royaume-Uni.⁴³

Même pour un cas individuel, il peut être très difficile d'estimer l'impact global d'un barrage sur les crues. Pourquoi ? Notam-

ment parce qu'il incite à construire en aval, modifie les processus d'érosion et de sédimentation, et parce qu'il est difficile de déterminer l'impact d'un barrage et celui d'autres changements dans le bassin versant, tels que la déforestation, l'urbanisation, et la construction de routes et voies de chemin de fer, qui imperméabilisent les sols. Et aussi, tout particulièrement, parce qu'il est difficile d'obtenir des gestionnaires des données fiables sur les débits qui entrent et sortent de leurs ouvrages.

Questions de gestion : un barrage peut écrêter les crues en aval, si la retenue a la capacité d'absorber une proportion significative du débit qui y pénètre. Cette eau peut ensuite être relâchée sur des semaines, voire des mois. On calcule que les immenses retenues du Missouri supérieur ont écrêté la grande crue du Mississippi de 1993 d'environ 1,5 mètre à Saint-Louis, évitant à de nombreux endiguements d'être submergés, et réduisant les pertes de façon significative.⁴⁴

Cependant, afin qu'un barrage fonctionne de cette façon, il faut que son gestionnaire maintienne une cote basse afin de parer à une crue importante, et qu'il ait la certitude que les débits entrants ne seront pas supérieurs à la capacité de l'ouvrage, de façon à pouvoir opérer des lâchers lents et réguliers. Des milliers de vies ont été perdues parce que les gestionnaires s'étaient trompés sur les débits entrants, et qu'ils ont dû ouvrir les vannes brutalement de peur de voir l'ouvrage submergé, ce qui pouvait conduire à une rupture catastrophique.

Les erreurs de gestion sont dues notamment au fait que les gestionnaires d'ouvrages n'ont pas accès en temps réel aux données sur les débits et la pluviométrie, ou à des prévisions météo fiables. Elles proviennent aussi de ce que les gestionnaires ne tirent aucun revenu de l'écrêtement des crues, alors qu'ils en tirent de leur capacité à stocker et à relarguer de l'eau pour l'irrigation et, tout particulièrement, pour la production hydroélectrique. La gestion des lâchers d'eau peut être influencée par les intérêts particuliers des bénéficiaires qui ont le plus de poids politique. Comme le concluait un rapport de la Banque mondiale : « Ce ne sont pas des règles d'optimisation qui dictent la gestion des barrages et des retenues, mais les luttes de groupes d'intérêt ». ⁴⁵ Ainsi, les retenues des barrages multifonctions sont souvent remplies tôt dans la saison des pluies, afin de garantir qu'elles disposeront de réserves d'eau suffisantes pendant la saison sèche, pour la production hydroélectrique et l'irrigation. Dans ces cas, lorsqu'une crue majeure se produit en fin de saison des pluies, il n'y a plus suffisamment de capacité de stockage.

Ruptures de barrages : Colin Green, du Centre sur les risques de crues, explique que « les barrages et les digues ont un inconvénient en commun, la discontinuité. Cela signifie que le temps de transition est très court entre le moment où tout va bien et celui où tout va mal. Du coup, le délai pour lancer l'alerte et ordonner l'évacuation est limité. » ⁴⁶ L'auteur Jacques Leslie dit la même chose de façon plus abrupte : « Les barrages sont des revolvers chargés, dont la cible est la rivière. » ⁴⁷ Les crues dues à des ruptures de barrages sont particulièrement catastrophiques parce qu'elles sont brusques, importantes et (en général) impossibles à prévoir.

De manière globale, les grands barrages sont sûrs, surtout ceux construits selon les standards modernes d'ingénierie. Cependant, si le risque de rupture d'un grand barrage en particulier est très faible, les conséquences d'une telle rupture, lorsqu'elle se produit,



La restauration de 73 hectares de zones humides le long d'un affluent principal de la rivière Neuse, en Caroline du Nord, participe à la restauration de la capacité du bassin versant à prévenir les crues et à autoépurer l'eau. La compagnie Restoration Systems, de Caroline du Nord, a comblé près de cinq kilomètres de canaux de drainage, supprimé des levées de terre et planté 50 000 arbres. La faune sauvage est revenue massivement. Photo : Restoration Systems.

peuvent être catastrophiques, provoquant des milliers, voire des centaines de milliers de morts (dans le cas des ruptures en chaîne de 1975, en Chine). Par ailleurs, certains ouvrages ne sont pas sûrs : ce sont les ouvrages les plus anciens et les plus petits, qui n'ont pas été construits selon des standards stricts et qui sont souvent peu surveillés et mal entretenus.

En 2005, il a suffi de deux orages puissants dans le Nord-Est des États-Unis pour que plus de 400 petits barrages soient submergés ou présentent des brèches.⁴⁸ La Société américaine des ingénieurs civils estime que 3 500 barrages américains, des petits ouvrages en général, sont susceptibles de provoquer des morts en cas de rupture, et nécessitent des réparations. L'investissement total pour amener les barrages américains aux standards actuels de sécurité, ou pour démanteler les ouvrages devenus obsolètes, est supérieur à 30 milliards de dollars, selon l'association des Commissions d'État pour la sécurité des barrages.⁴⁹

En 1998, des fonctionnaires chinois ont déclaré que des milliers d'ouvrages, à travers le pays, étaient des « bombes à retardement ». On estime que plus d'un tiers des 85 000 barrages chinois sont vieux, mal construits et nécessitent des réparations urgentes.⁵⁰

Géomorphologie et capacités en baisse : ce ne sont pas seulement les barrages construits n'importe comment, mal gérés ou mal entretenus qui peuvent accroître les dégâts des crues. Du fait de sa capacité à perturber les processus d'érosion et de dépôt des sédiments, même un barrage « en bon état » peut aggraver les

crues depuis la queue de sa retenue jusqu'aux côtes proches de l'embouchure du fleuve, parfois à plusieurs centaines de kilomètres en aval. Toutes les retenues piègent les sédiments charriés par la rivière, capturant souvent presque tous les sédiments qui lui parviennent. De cette façon, ils rehaussent le lit de la rivière lorsqu'elle entre dans la retenue, créant un « effet de reflux », qui accroît la surface de sols détremés et les crues en amont. On estime que le barrage de Sardar Sarovar, en Inde, va rehausser le lit de la Narmada de plus de 3,5 mètres en amont de la retenue, ce qui aggravera le risque d'inondation pour au moins vingt villages jusqu'ici épargnés, en cas de crue centennale.⁵¹

Au fil du temps, l'accumulation de sédiments réduit la capacité de stockage d'une retenue, et donc, à long terme, la possibilité pour elle d'écarter les crues. Ceci est particulièrement dangereux parce que – au moins pour les ouvrages qui n'effectuent pas régulièrement des lâchers d'eau – les zones en aval s'urbanisent dans les premières années de l'existence d'un barrage, car on s'attend à un contrôle de toutes les crues. La gestion de nombreux ouvrages construits au XX^e siècle sera sérieusement compromise par la sédimentation au XXI^e siècle. Certains types de retenues peuvent être gérés de façon à évacuer les sédiments lors des lâchers d'eau en période de crue. Mais si l'objectif d'une retenue est de retenir les crues, alors elle retiendra inévitablement les sédiments, puisque la grande majorité des charges annuelles en sédiments est transportée pendant les crues les plus importantes.

En aval, l'impact d'un barrage sur la dynamique du transport des sédiments peut aggraver les crues par le biais de plusieurs mécanismes. L'un est l'érosion des côtes, causée par le manque de sédiments (voir ci-dessus le cas de la Louisiane). Les embouchures des fleuves sont particulièrement touchées par la disparition des sédiments. À cause des barrages et des systèmes de diversion des eaux en amont, les deltas du fleuve Jaune, de l'Indus, du Nil, du Yangtze, de l'Èbre en Espagne et de la Sacramento-San Joaquin en Californie, notamment, souffrent d'une érosion majeure et de l'enfoncement des sols, et donc de risques accrus en cas d'inondation et de vagues dues aux tempêtes.⁵²

Tandis que la disparition des sédiments accroît le risque de crue près de l'embouchure des fleuves, ailleurs, un barrage peut provoquer une inondation en provoquant l'accumulation de trop de sédiments. Parce qu'elle a laissé sa charge en sédiments derrière elle, dans la retenue, l'eau qui sort d'un barrage est en général claire, avec un fort potentiel érosif. Cette eau va collecter des sédiments sur le lit et les berges immédiatement en dessous du barrage, pour les redéposer en aval. Mais lorsque les crues modérées ont été éliminées de la rivière, elle n'aura pas la force de charrier ces sédiments vers l'aval. Ils vont donc s'accumuler au fond du lit, rehaussant le niveau de ce dernier, et réduisant sa capacité à laisser passer des crues importantes lorsqu'elles se produisent.

Le barrage d'Elephant Butte, au Nouveau-Mexique, a été construit pour contenir et détourner quasiment la totalité du débit moyen annuel du Rio Grande. Depuis sa construction en 1916, les 250 kilomètres du Rio Grande en aval ont peu à peu perdu leur chenal originel, qui s'est comblé de sédiments, la plupart en provenance de ses affluents et d'autres arrachés du lit de la rivière, immédiatement en aval du barrage. « La rivière s'étouffe complètement, ce n'est pas bon du tout, » commente un agriculteur du coin.⁵³

La conséquence d'une rivière "qui s'étouffe", c'est que des débits relativement bas ont causé des dégâts très importants à la ville frontière d'El Paso en 1942 et 1987.⁵⁴ La capacité d'écoulement réduite du Rio Grande a aussi contribué à aggraver les crues causées par des pluies diluviennes à El Paso en août 2006, qui ont provoqué 100 millions de dollars de dégâts.⁵⁵ En février 2007, l'agence fédérale de la Gestion d'urgence a annoncé qu'en raison de l'accumulation de sédiments et du mauvais état des digues de la ville, il faudrait changer le zonage d'El Paso : il

faut inscrire une majorité de la ville dans la catégorie des zones soumises à un risque de crue centennale.⁵⁶

VIVRE AVEC LES CRUES

Les crues ne devraient pas automatiquement être considérées comme un problème à résoudre. Les crues "normales" sont essentielles au maintien des écosystèmes des rives et des plaines inondables. De nombreuses espèces dépendent des signaux saisonniers que leur donnent les nutriments ou l'eau pour entamer la reproduction, la couvaison, la migration ou d'autres étapes importantes de leur cycle de vie. Les crues annuelles réalimentent les zones humides, non seulement en eau, mais aussi en nutriments. On considère que les crues annuelles des rivières tropicales permettent une ressource piscicole cent fois plus importante que celle des rivières sans plaine inondable.⁵⁷ Ces bénéfices écologiques se traduisent directement en bénéfices pour les hommes : des pêches importantes, des terres cultivables enrichies en nutriments, des forêts alluviales et des zones humides riches en gibier.

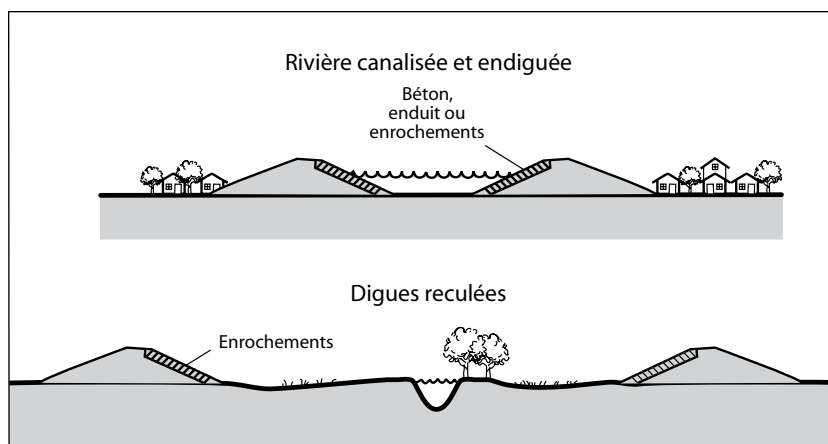
Au Bangladesh, la langue bengalie est née dans l'immense plaine alluviale où trois des plus grands fleuves du monde – le Meghna, le Brahmapoutre et le Gange – se rencontrent, pour repartir en éventail vers la mer. Les Bengalis font la distinction entre les crues anormales, sévères, appelées bonna, et les crues plus fréquentes lors de la saison des pluies, ou barsha, qu'ils ne considèrent pas comme une menace, « mais plutôt comme une nécessité pour survivre ».⁵⁸

La gestion du risque de crue permet, là où c'est possible, aux bonnes barsha de se produire. Désireuse de maintenir la valeur écologique des rivières, la gestion des crues participe à un autre aspect important de l'adaptation au climat, qui est d'essayer de permettre aux écosystèmes naturels de s'adapter au changement climatique.⁵⁹ Cela nécessite de préserver ou de restaurer du mieux possible la diversité des habitats, vers lesquels les animaux et les plantes pourront migrer lorsqu'ils ne pourront plus vivre dans leur ancien habitat.

La "méthode douce" de la gestion du risque naturel de crue propose un éventail varié de pratiques et de technologies, dont certaines sont décrites ci-dessous. La gestion des crues peut être techniquement complexe, mais ce sont souvent les questions d'institutions et de gouvernance qui sont les plus difficiles à résoudre, particulièrement lorsqu'elles impliquent de redéfinir les relations existantes entre les intérêts politiques et économiques.

Se tenir prêt : pour se préparer à une crue, il faut améliorer la prévision, définir des stratégies pour l'alerte, l'évacuation et les transports, ainsi que pour la gestion de l'après-crise. Ces stratégies nécessitent d'améliorer la capacité des individus et des communes à faire face à la crue. Cette capacité peut être améliorée grâce à des campagnes d'information et des exercices d'entraînement. Impliquer les communes peut améliorer l'efficacité et l'acceptabilité des décisions par le public, et améliorer la capacité des communes à faire face.⁶⁰

Ralentir la crue : les crues au débit important et violent sont celles que les gestionnaires redoutent le plus. Elles laissent peu de temps pour donner l'alerte et organiser les évacuations, et sont les plus



Reculer les digues permet de redonner à la rivière une plus grande plaine inondable. Les levées sont aussi plus petites et ont tendance à coûter moins cher.

destructrices. La gestion du risque cherche à ralentir et réduire leur taille. Elle tente aussi de détourner le plus d'eau possible hors des zones urbanisées, et à améliorer le drainage dans les zones inondables, en partie comme une mesure préventive, et en partie pour réduire le temps pendant lequel les bâtiments et les récoltes seront noyés pendant l'inondation.

Alors que le contrôle des crues s'est souvent focalisé sur la suppression de toute inondation des terres (sauf celles noyées par les retenues), la gestion de la plaine inondable cherche à permettre l'inondation de certaines zones vulnérables à faible valeur économique (mais à haute valeur naturelle). Ceci peut écrieter la crue – et réduire les dégâts – dans les zones plus urbanisées. Reculer les levées, restaurer les méandres, laisser les zones humides de la plaine inondable jouer leur rôle d'éponge qui absorbe les eaux, et créer des champs d'expansion des crues le long des rivières, tous ces éléments aident à atténuer la vitesse et la taille de la crue en aval. À l'opposé des retenues, les champs d'expansion peuvent être utilisés pour l'agriculture (ou, dans les zones urbaines, comme terrains de sport ou comme parcs) en dehors des périodes de fortes crues.⁶¹

Des canaux de diversion des crues sont depuis longtemps utilisés pour détourner les flots des zones urbaines (l'un d'eux fut construit autour de Tokyo en 1621).⁶² Le canal de 47 kilomètres autour de Winnipeg au Canada, qui détourne la Red River lors des crues, a été utilisé plus de vingt fois depuis qu'il a été construit, il y a quarante ans. On estime que les 63 millions de dollars dépensés pour le construire – à l'époque de sa construction, on estimait que l'ouvrage était le projet de ce type le plus cher jamais construit – ont permis d'économiser plus de 8 milliards de dollars de dégâts.⁶³

Désimperméabiliser les villes : l'urbanisation aggrave le risque de crue car les rues, les parkings et les toits imperméabilisent des zones immenses. La pluie s'écoule rapidement sur ces surfaces dans les égouts et les canalisations. Dans des zones non urbanisées, seulement un cinquième des eaux de pluie, voire moins, se jette directement dans les cours d'eau. En ville, les canalisations peuvent transporter à toute vitesse les quatre cinquièmes des ruissellements dans les cours d'eau locaux. Si les canalisations sont bouchées ou inadaptées, des inondations sérieuses peuvent se produire ponctuellement ; si les canalisations fonctionnent correctement, elles peuvent provoquer des crues éclair là où elles débouchent. L'inadaptation des canalisations de Mumbai, vieilles d'un siècle, et le fait qu'elles aient été bouchées par des ordures, en particulier des sacs en plastique, ont contribué à aggraver les dommages causés par les inondations de juillet 2005, qui ont tué 1 100 personnes dans cette capitale commerciale de l'Inde.⁶⁴

De nombreuses techniques existent pour limiter le volume et la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement urbaines, notamment de nouveaux revêtements perméables qui peuvent être utilisés sur les routes, les parkings et les aires de jeu ; des corridors de végétation (arbustes et arbres) le long des rues et des trottoirs ; et des dépressions herbeuses qui collectent les écoulements et leur permettent de s'infiltrer dans le sol. De nombreuses villes américaines ont des programmes incitant les propriétaires à faire déboucher les chéneaux des immeubles sur les gazons ou d'autres zones non imperméabilisées plutôt que dans les égouts, ou à collecter les eaux de pluie dans des citernes. Ces dispositifs de diversion des eaux pluviales ont permis de réduire jusqu'à

62 % des flux dans les égouts lors d'orages.⁶⁵ Ces techniques non seulement réduisent les risques de crue, mais réalimentent les eaux souterraines et réduisent les pollutions dues aux écoulements urbains dans les rivières et les baies. Le nouvel hôtel de ville de Seattle détourne les eaux pluviales dans une citerne de 1 000 m³ située au sous-sol. L'eau est utilisée pour les toilettes et l'arrosage des jardins adjacents. Le système réduit jusqu'à 75 % des écoulements d'eau en cas d'orage (et réduit de 30 % l'utilisation d'eau potable).⁶⁶

S'écarter du danger : une façon importante de réduire les dégâts est de dissuader les gens d'habiter dans les zones les plus vulnérables de la plaine inondable (bien que cela soit peu pertinent dans des zones densément peuplées comme l'État de Bihar ou le Bangladesh). Pour gérer les zones inondables, il faut mettre en place des réglementations d'urbanisation pour décourager les nouvelles constructions, et inciter financièrement les gens qui habitent les zones les plus dangereuses à déménager à l'abri.

À la suite de la grande inondation du Mississippi en 1993, un groupe de travail du gouvernement fédéral a émis la recommandation suivante : la stratégie optimale pour limiter les dégâts des crues est de restreindre l'urbanisation dans les plaines inondables. Depuis 1993, le gouvernement a acheté près de 7 700 propriétés riveraines dans les deux États les plus touchés, l'Illinois et le Missouri.⁶⁷ Malheureusement, cette réaction de bon sens n'a pas duré ; les partisans du contrôle des crues et de l'urbanisation des zones inondables semblent avoir regagné du terrain, au moins dans certaines parties du Mississippi. En 2005, plus de 28 000 nouvelles maisons avaient été construites sur des terres inondées en 1993, la plupart étant censées bénéficier de la protection de nouvelles digues, plus élevées.⁶⁸

Suite à une loi votée en 1995, les communes françaises doivent établir des Plans de prévention des risques d'inondation pour contenir l'urbanisation des zones inondables. Malheureusement, les progrès sont lents : en 2004, seulement un tiers des 10 000 communes à risque les avaient établis.⁶⁹ En général, les codes d'urbanisation sont largement oubliés dans de nombreux pays, et les décisions de zonage souvent sujettes à corruption. Tenter d'imposer la gestion des zones inondables est particulièrement difficile dans les pays en voie de développement, un grand nombre de gens vit dans des bidonvilles – souvent dans des zones où le risque de crue est extrêmement important. Colin Green, de l'université du Middlesex a malheureusement raison lorsqu'il dit que « le contrôle de l'utilisation des terres marche le mieux là où on en a le moins besoin : il échoue là où les pressions d'urbanisation sont les plus fortes ». ⁷⁰ Malgré tout, la planification est un élément important pour le gestionnaire de risque de crue.

Bien sûr, une part importante des infrastructures va rester où elle est, vulnérable, en zone inondable. Les endiguements qui protègent les zones urbaines devront être entretenus et renforcés. Certains bâtiments peuvent être mis aux normes grâce à des mesures structurelles : les placer sur pilotis (comme c'est le cas le long de la Russian River en Californie, dans de nombreux styles architecturaux traditionnels et dans les régions où les inondations et les tsunamis sont réguliers) ou sur des remblais (comme dans l'État du Manitoba, au Canada). Les immeubles peuvent aussi être entourés de petites digues en anneau.⁷¹

Dans l'État de Bihar, les maisons "pakka", construites en briques et en ciment, résistent mieux aux crues que la majorité

des maisons, construites en terre et autres matériaux locaux. Ce qui est important, c'est qu'une maison "pakka" non seulement résiste mieux au déferlement des eaux, mais qu'elle présente un toit solide et plat, qui peut servir de refuge et de lieu de stockage pendant l'inondation. Dans cet État, un autre moyen de se protéger des crues est de construire les maisons, voire même des villages entiers, sur des remblais. Surélever les pompes à eau manuelles est également vital pour assurer l'approvisionnement en eau potable pendant les inondations.⁷² Dans la province hollandaise de Zélande, on avait l'habitude d'ériger des remblais de terre, qui servaient de refuge lors des ruptures de digues.⁷³

Un meilleur moyen

Malgré des retours en arrière et les efforts des lobbies de la construction et de l'ingénierie hydraulique, on constate dans de nombreuses régions une tendance à remplacer le contrôle des crues par la gestion du risque. L'un des cas positifs de la dernière décennie du XX^e siècle a été le Plan d'action contre les crues du Bangladesh. Dans sa forme originelle, ce projet, coordonné par la Banque mondiale, était un programme classique de contrôle des crues, avec plusieurs milliers de kilomètres d'endiguements. Mais son coût très critiqué, le déplacement de millions de personnes, les dommages aux ressources piscicoles vitales et le manque de prise en compte des effets positifs des crues de mousson sur l'agriculture vivrière, ont forcé à une refonte profonde du programme. Lequel n'a, finalement, recommandé aucun projet de grande ampleur, et s'est changé en un processus qui privilégie la gestion du risque, fondé sur la participation du public et la reconnaissance des bénéfices environnementaux des inondations "normales".⁷⁴

Un autre changement remarquable dans l'attitude vis-à-vis des crues s'est produit aux Pays-Bas dans les années 90. Les Hollandais doivent l'existence de leur pays à des siècles d'efforts pour assécher les terres, endiguer les rivières et faire reculer la mer. En 1995, le pays a frôlé la catastrophe lorsque 250 000 personnes ont dû être évacuées après que la Meuse et les divers bras de l'embouchure du Rhin eurent quasiment rompu leurs digues. Cette crise a permis aux gestionnaires hollandais de réaliser qu'ils ne pouvaient plus tenter d'éradiquer les crues par les bonnes vieilles méthodes des ingénieurs. Une politique nationale a été lancée deux ans plus tard, intitulée "De l'espace pour les fleuves", selon laquelle rehausser les digues n'est plus la principale méthode pour se protéger des crues, mais le dernier recours. Selon W. van Leussen du département des Travaux publics et de la Gestion de l'eau : « Maintenant, on préconise de restaurer les processus naturels, et en particulier de redonner de l'espace aux fleuves. Ceci signifie que les plaines inondables ne devraient être utilisées que pour des activités indispensables liées aux rivières, tandis que des mesures devraient être prises pour leur redonner plus d'espace de liberté. »⁷⁵

Évidemment, l'ouragan Katrina a provoqué de nombreux débats sur la meilleure façon de protéger la Nouvelle-Orléans. L'une des conséquences positives de ces débats est que des investissements significatifs ont été réalisés pour réduire la disparition des zones humides côtières. Le Corps des ingénieurs s'est lancé dans l'achèvement d'un dispositif de protection de la ville correspondant à un risque d'ouragan de classe 3. Cependant, de nombreux habitants refusent – on les comprend – cette échelle de protection, et réclament des mesures pour des ouragans de

classe 5. On estime que de telles mesures de protection coûteraient environ 32 milliards de dollars et prendraient des années à mettre en place.⁷⁶ Pourtant, la clé de voûte de l'économie de la Nouvelle-Orléans, son important port en eau profonde, pourrait ne pas survivre dans les décennies à venir. Le port dépend du Mississippi pour son approvisionnement en eau relativement peu chargée en sédiments. Mais, à une date que seul le fleuve décidera, le Mississippi, pour des raisons géomorphologiques, changera son cours en amont de la Nouvelle-Orléans et prendra une route plus courte et plus en pente pour rejoindre la mer, probablement le long de la rivière Atchafalaya.

Richard Sparks, directeur de recherche au Centre national de recherche et d'éducation sur les grands fleuves, dans l'Illinois, est convaincu qu'il faut travailler avec les forces de la nature plutôt que contre elles, et qu'il faut donc construire, dans les prochaines décennies, un nouveau port et une "nouvelle" Nouvelle-Orléans sur des terres plus élevées, vers l'embouchure de l'Atchafalaya. Le processus naturel de sédimentation autour du "lobe" où l'Atchafalaya rencontre le golfe du Mexique serait encouragé, car cette zone offre une meilleure protection contre l'enfoncement des terres et les vagues des tempêtes. Les parties les plus hautes de la "vieille" Nouvelle-Orléans seraient conservées comme un trésor culturel pour le tourisme et les conventions, mais les parties les plus basses seraient converties en parcs et en zones naturelles.⁷⁷

Une telle vision d'envergure a bien peu de chances d'être mise en œuvre de manière délibérée. Et pourtant, sans une approche radicalement nouvelle, les réalités gênantes de la géologie, de l'hydrologie, du changement climatique et les limites inhérentes du contrôle conventionnel des crues (et des institutions et structures politiques) signifient qu'il y a de bonnes chances, malheureusement, pour que la Nouvelle-Orléans vive à nouveau une catastrophe similaire à Katrina dans les prochaines décennies.

La Nouvelle-Orléans est loin d'être le seul endroit où une refonte radicale de notre manière de faire face aux inondations est essentielle. Heureusement, nous connaissons déjà nombre d'approches et de technologies qui peuvent nous permettre de mieux vivre avec les crues, et même les supercrues auxquelles nous devons nous attendre avec le réchauffement climatique. Le principal défi aujourd'hui est de générer la volonté politique qui instaurera et développera une bonne gestion du risque, et reléguera le contrôle conventionnel des crues au rôle mineur qu'il mérite. ■

- 1 US Army Corps of Engineers, "IPET Report Summaries : vol. VII. The Consequences", 2006.
- 2 Greater New Orleans Community Data Center, "The Katrina Index", mars 2007. www.gnocdc.org
- 3 Pour en savoir plus, voir le documentaire de Spike Lee *When the Levees Broke : A Requiem in Four Acts (Quand les digues ont rompu : un requiem en quatre actes)*, 2006.
- 4 J. Mc Quaid, "Katrina's Assault on New Orleans," *Worldwatch*, septembre-octobre 2006.
- 5 N. Pinter, "New Orleans revival recipes", *Issues in Science and Technology*, printemps 2006.
- 6 R.E. Sparks, "Rethinking, then Rebuilding New Orleans", *Issues in Science and Technology*, hiver 2006.
- 7 A. Simon, "Mission 2010 New Orleans." Accessible le 3 mars 2007 sur <http://web.mit.edu/12.000/www/m2010/finalwebsite/solutions/longterm/wetlands.html>.
- 8 T.J. Graff et P. Harrison, "New and broader role needed for Army Corps of Engineers," *San Francisco Chronicle*, 4 mars 2007. L'érosion des zones humides de Louisiane est sérieusement aggravée par les 13 000 km² de canaux creusés dans les marécages pour l'exploration pétrolière et la navigation. Ces canaux aggravent l'érosion et permettent à l'eau salée de s'infiltrer à l'intérieur des terres, tuant la végétation (J. Bourne, "The Louisiana bayou, hardest working marsh in America, is in big trouble—with dire consequences for residents, the nearby city of New Orleans, and seafood lovers everywhere", *National Geographic*, mars 2004).
- 9 H.P. Willi, "Meeting the Challenge of Flood Protection", *EAWAG News*, novembre 2006.
- 10 K. Prasad ne note "aucune tendance à long terme" dans les dégâts des crues (*Manual on Community Approach to Flood Management in India*, WMO/GWP Associated Program on Flood Management, Delhi, 2005, p. 34). D'autres sources citent des augmentations évidentes (notamment R. D'Souza, "The Problem," *Seminar* (New Delhi) 478, 1999).
- 11 Commentaires de H. Thakker à propos de C.H. Green, D.J. Parker et S.M. Tunstall, "Assessment of Flood Control and Management Options", *World Commission on Dams Thematic Review IV.4*, 2000, p.149.
- 12 H. Thakker, "What, who, how and when of Experiencing Floods as a Disaster," *SANDRP*, Delhi, novembre 2006.
- 13 S. Ellis, "Strengthening the Nation's Water Infrastructure : The Army Corps of Engineers' Planning Priorities", *Taxpayers for Common Sense* (contribuables pour le bon sens), témoignage devant la commission parlementaire des États-Unis sur la réforme gouvernementale, sous-commission à l'énergie et aux ressources, 15 mars 2006.
- 14 "President's FY 2000 Civil Works Budget Proposes \$4.2 Billion Program", *USACE Release*, 1er février 1999.
- 15 Voir notamment N. Pinter, "One Step Forward, Two Steps Back on U.S. Floodplains," *Science*, 8 avril 2005.
- 16 J. Needham, *Science and Civilization in China*, vol. 4. part III., Cambridge University Press, 1971, p. 235.
- 17 Les "expansionnistes" ont eu une brève influence, par exemple, sur le Mississippi au milieu du XIX^e siècle et en Inde au début du XX^e siècle (voir P.W. Williams, "Flood Control vs Flood Management," *Seminar* (New Delhi) 478, 1999 ; D'Souza, 1999).
- 18 L. Pottinger, "Holistic Watershed Approaches Take Some US Cities by Storm," *World Rivers Review*, avril 1999 ; www.napaflooddistrict.org/Flood.asp?LID=535.
- 19 M. Grunwald, "Par for the Corps : A Flood of Bad Projects," *Washington Post*, 14 mai 2006.
- 20 Cité dans T. Palmer, *Stanislaus : The Struggle for a River*, UC Press, Berkeley, 1982, p. 102.
- 21 Grunwald, 2006.
- 22 A. Grey et C. Sadoff "Water for Growth and Development : A Framework for Analysis. A Baseline Document for the 4th World Water Forum," Banque mondiale, 2006, p.6.
- 23 "Two Billion Vulnerable to Floods by 2050 ; Number Expected to Double or More in Two Generations," communiqué de presse de l'université des Nations-Unies, 13 juin.
- 24 GIEC "Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Summary for Policymakers", contribution au groupe de travail I du quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007.
- 25 G.A. Tobin, "The Levee Love Affair: A Stormy Relationship", *Water Resources Bulletin* 31:3, 1995.
- 26 National Research Council, *Levee Policy for the National Flood Insurance Program*. National Academy Press, Washington, DC, 1982.
- 27 Ibid.
- 28 J.F. Mount, *California Rivers and Streams*, UC Press, Berkeley, 1995, p. 274.
- 29 Mount, 1995, p. 308.
- 30 M. Giordano et al., "Water Management in the Yellow River Basin: Background, Current Critical Issues and Future Research Needs," *Comprehensive Assessment Research Report 3*, Comprehensive Assessment Secretariat, Colombo, Sri Lanka, 2004, p. 23.
- 31 Thakker, 2006.
- 32 Voir notamment Mount, 1995, p. 303-307.
- 33 Tobin, 1995.
- 34 M. Moench et A. Dixit, *Adaptive Capacity and Livelihood Resilience : Adaptive Strategies for Responding to Floods and Droughts in South Asia*, Institute for Social and Environmental Transition, Boulder/Nepal, 2004, p. 61.
- 35 Thakker, 2006, p. 8.
- 36 D.K. Mishra, "Abandoned victims of the Kosi embankments," *Infochange features*, janvier 2005.
- 37 D'Souza, 1999.
- 38 D. Merritts, "The effects of variable river flow on human communities", in E.E. Wohl, *Inland Flood Hazards : Human, Riparian and Aquatic Communities*, Cambridge University Press, 2000 ; M. Arnould, "Pour le XXI^e siècle, réapprendre à vivre avec les crues", WWF France, 2006.
- 39 Arnould, 2006.
- 40 Arnould, 2006, op. cit.
- 41 Voir www.folar.org et <http://seriss.com/people/erco/fovicks/>.
- 42 Mount, 1995, p. 192.
- 43 Les estimations crédibles de la surface globale des retenues varient de 260,000 km² (J.A. Downing et al., "The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments," *Limnology and Oceanography* 51:5, 2006) à 400 000 km² (I.A. Shiklomanov, "World Fresh Water Resources," in P.H. Gleick, *Water in Crisis : A Guide to the World's Fresh Water Resources*, OUP, 1993, p. 14), voire à 1 500 000 km² (V.L. St. Louis et al., "Reservoir Surfaces as Sources of Greenhouse Gases to the Atmosphere: A global estimate," *BioScience* 50:9, 2000).
- 44 Interagency Floodplain Management Review Committee, *Sharing the Challenge : Floodplain Management into the 21st Century*, Bureau exécutif du président, Washington, DC, 1994, p. 48.
- 45 Banque mondiale, "The World Bank and Irrigation", Département d'évaluation des opérations 1995, p. 94.
- 46 Green et al., 2000, p. 94.
- 47 J. Leslie, *Deep Water : The Epic Struggle Over Dams, Displaced People, and the Environment*, Farrar, Straus and Giroux, New York, 2005.
- 48 J. Leslie, "Before the Flood", *New York Times*, 22 janvier 2007.
- 49 American Society of Civil Engineers, "Report Card for America's Infrastructure", 2005.
- 50 D. Hewitt, "Chinese dams damned : Last year's floods highlighted the need for secure dams", *BBC News Online*, 23 mars 1999.
- 51 Z. Wang et C. Hu, "Interactions between fluvial systems and large scale hydro-projects", actes du 9^e Symposium international sur la sédimentation des rivières, 18-21 octobre 2004, Yiching, China ; H. Thakkar, communication personnelle.
- 52 Voir notamment S.L. Yang et al., "Drastic decrease in sediment supply from the Yangtze River and its challenge to coastal wetland management", *Geophysical Research Letters* 33, 2006 ; Wang et Hu, 2004, op. cit.
- 53 M. Collier, R.H. Webb, et J.C. Schmidt, *Dams and Rivers : Primer on the Downstream Effects of Dams*, US Geological Survey, 1996, p. 33.
- 54 Ibid.
- 55 "Flooding subsides after record rain swamps El Paso", *Associated Press*, 7 août 2006.
- 56 "FEMA Map Would Place El Paso Neighborhoods in Flood Zone", *Associated Press*, 20 février 2007.
- 57 P.B. Bayley, "The Flood Pulse Advantage and the Restoration of River-Floodplain Systems", *Regulated Rivers : Research and Management*, vol. 6, 1991.
- 58 J.K. Boyce, "Birth of a Megaproject : Political Economy of Flood Control in Bangladesh", *Environmental Management* 14:4, 1990.
- 59 Voir notamment P.E. Hulme, "Adapting to Climate Change : is there scope for ecological management in the face of a global threat?", *Journal of Applied Ecology* 42, 2005.
- 60 Green et al., 2006, p. 73.
- 61 Green et al., 2000, p. 60.
- 62 Green et al., 2000, p. 61.
- 63 www.floodwayauthority.mb.ca
- 64 Duryog Nivaran, *Tackling the Tides and Tremors : South Asia Disaster Report 2005*. Duryog Nivaran, Rawalpindi.
- 65 Green et al., 2000, p. 58.
- 66 Pottinger, 2003 ; A. Accetturo, "Seattle Highlights Rainwater Harvesting at ARCSA 2005." www.harvesth2o.com/seattle.shtml
- 67 Pinter, 2005.
- 68 Pinter, 2005.
- 69 Arnould, 2006.
- 70 Green et al., 2000, p. 67.
- 71 Natural Resources Canada, "Geoscientific insights into the Red River and its flood problem in Manitoba : Images of the Red River", http://gsc.nrcan.gc.ca/floods/redriver/images_e.php
- 72 Moench et Dixit, 2004, op. cit. p. 153.
- 73 Green et al., 2000, op. cit. p. 79.
- 74 Voir notamment L. Sklar, "Technical Review of the Bangladesh Flood Action Plan", *IRN Working Paper No. 1*, Berkeley, 1992 ; H. Wiebe, "Flood Action Plan in Bangladesh", article écrit pour la WCD Thematic Review IV.4 "Assessment of Flood Control and Management Options", 2000 ; F. Thomalla et al., "Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Coastal Bangladesh by building Civil Society Alliances", dans les actes de la conférence Solutions to Coastal Disasters, 2005.
- 75 W. van Leussen, G. Kater et P.P.M. van Meel, "Multi-Level Approach to Flood Control in the Dutch Part of the River Meuse", in A.J.M. Smits, P.H. Nienhuis, et R.S.E.W. Leuven *New Approaches to River Management*, Backhuys, Leiden, 2000 ; M.A. Wiering et B.J.M. Arts "Discursive Shifts in Dutch River Management : 'Deep' Institutional Change or Adaptation Strategy?", *Hydrobiologia* 565, 2006.
- 76 J. Schwartz, "Full Flood Safety in New Orleans Could Take Billions and Decades", *New York Times*, 29 novembre 2005.
- 77 Sparks, 2006, op. cit.

Une catastrophe due aux barrages

Comment les grands barrages et les digues ont aggravé les crues en Inde

Himanshu Thakkar

Coordinateur du Réseau sud-asiatique sur les barrages, les rivières et les peuples (SANDRP)

En Inde, les dégâts des crues ont augmenté en même temps que la surface totale censée être protégée par des grands projets hydrauliques. Dans de trop nombreux cas, ces solutions ont aggravé les inondations. Et pourtant, le gouvernement fédéral et les autorités des États poussent toujours dans ce sens. La société civile, elle, propose des mesures de bon sens pour gérer le risque naturel de crue.

Les moussons indiennes sont légendaires. De très fortes pluies s'abattent sur des périodes concentrées, rendant les écoulements particulièrement difficiles à gérer avec les solutions traditionnelles d'ingénierie hydraulique. Cela n'a pas empêché le gouvernement indien d'utiliser les grands barrages, les endiguements et les murs anticrue pour contrôler les inondations. Lorsque ces efforts échouent, l'échec est catastrophique. Ceci est l'histoire de l'une de ces catastrophes.

En cette fin juillet 2006, cela faisait un mois que la saison des moussons s'était abattue sur le Gujarat du Sud. Dans cette région, les moussons durent chaque année trois à quatre mois. Le 2 juillet, on avait noté la première montée des eaux de la saison sur l'immense retenue d'Ukai. Ce barrage, situé environ 80 kilomètres en amont de la ville de Surat, avait été conçu avec une capacité de stockage adéquate (7 092 milliards de mètres cubes lorsqu'il avait été terminé en 1972) et une réserve confortable pour amortir les crues : la retenue ne devait être remplie qu'à 80 % jusqu'à la fin de la mousson, pour garder une capacité d'écrêtement de 1 332 milliards de mètres cubes. Les habitants de Surat – une ville dynamique, connue pour ses diamants, ses soieries et sa gastronomie – ne devaient pas avoir peur.

Mais la première semaine d'août, la crue la plus catastrophique de son histoire frappa la ville. Le soir du 8 août, le barrage se mit à relâcher deux fois plus d'eau que la rivière ne pouvait en charrier, sa capacité d'écoulement étant d'autant plus réduite que la marée était haute. Ces lâchers importants durèrent plus de quatre jours. Au moment où les eaux baissèrent, on comptait 120 morts, des centaines de disparus, plus de 4 000 têtes de bétail mortes, un nombre indéterminé de bêtes manquantes et des pertes économiques estimées à 49 millions de dollars par la Chambre de commerce du Gujarat.

Selon le *New York Times*, « alors que, selon les sources officielles, l'eau avait largement dépassé la cote de sécurité du barrage d'Ukai, haut de 107 mètres, et que la pluie ne semblait pas devoir se calmer, les ingénieurs ont apparemment ouvert les 21 vannes de

l'ouvrage. L'eau a alors fait ce qu'elle fait toujours. Elle a déferlé vers l'aval, engloutissant cette ville de trois millions d'habitants comme une bête affamée. Les rues de la capitale du diamant se sont transformées en un dédale de boue et de ruines. » Comme l'a révélé une étude menée par mon ONG, SANDRP (Réseau sud-asiatique sur les barrages, les rivières et les peuples), la catastrophe était entièrement due aux erreurs de gestion du barrage d'Ukai et aurait pu être évitée.

« Alors que l'eau avait largement dépassé la cote de sécurité sur le barrage d'Ukai, et que la pluie ne semblait pas devoir se calmer, les ingénieurs ont ouvert les vannes de l'ouvrage. L'eau a alors fait ce qu'elle fait toujours. Elle a déferlé vers l'aval, engloutissant cette ville de trois millions d'habitants comme une bête affamée. »

New York Times.

lièrement fortes venaient de frapper le bassin versant. Ils auraient pu redonner à la retenue une capacité d'écrêtement en commençant à faire des largages plus importants dès le 1^{er} août. Pourtant, les lâchers, même deux jours avant la crue, sont restés étonnamment bas. Pour couronner le tout, les autorités savaient que la capacité d'écrêtement était réduite par le colmatage de la retenue, et avaient recommandé une révision des procédures de gestion. Celle-ci aurait probablement conclu à la nécessité d'une plus grande capacité d'écrêtement. Mais rien n'avait été fait.

L'histoire du barrage d'Ukai s'est répétée à plusieurs reprises en Inde en 2006, notamment sur les bassins versants des rivières Mahi,

Que s'est-il passé ?

Les erreurs de gestion de l'ouvrage ont été énormes. Tout d'abord, les gestionnaires ont laissé la retenue se remplir au-delà de la cote prévue pour l'écrêtement des crues, et ils ont attendu trop longtemps avant de commencer les largages. Deuxièmement, des informations cruciales concernant la capacité d'écoulement de la rivière Tapi ne semblaient pas faire partie de l'équation utilisée pour calculer les lâchers d'eau. Troisièmement, le colmatage de la retenue par les sédiments avait réduit sa capacité de stockage. Ajoutez à ce cocktail dangereux le fait que, avant même que la mousson ne commence, la capacité utile de stockage était déjà utilisée à 21 %.

Lorsque nous avons comparé les cotes du barrage d'Ukai juste avant la mousson avec celles des années précédentes, nous nous sommes aperçus que c'étaient les plus hautes en quatre ans. Les jours précédant la crue, les gestionnaires savaient que des pluies particu-



La rupture de barrage qui a inondé la ville de Surat a provoqué la mort de 120 personnes, des milliers d'animaux, et causé des milliards de dollars de dégâts.

Sabarmati, Chambal, Narmada, Krishna, Godavari et Mahanadi. Partout, les lâchers brutaux de barrages (la plupart ayant des taux de remplissage importants avant la mousson) ont été la cause principale des dégâts. Et dans la plupart des cas, les crues se sont produites dans la première moitié de la saison des moussons.

Les inondations de 2006 sont loin d'être uniques. À de nombreuses reprises, ce sont les barrages qui ont provoqué des crues catastrophiques : Bhakra, Hirakud, Tawa-Bargi et Damodar, pour n'en citer que quelques uns. Au fil des ans, en Inde, les dégâts des crues ont augmenté en même temps que la surface totale censée être protégée par des grands projets d'ingénierie hydraulique. Il est à noter que la plupart de ces crues majeures se sont produites après la construction de ces projets.

Un certain nombre de facteurs contribuent à cette tendance alarmante. Passons en revue les questions principales.

Des modalités de gestion inexistantes

Le gouvernement indien affirme souvent que les 4 000 grands barrages du pays réduisent les crues. Pourtant, trop souvent, ils aggravent les dégâts, en général à cause d'erreurs de gestion. La gestion des ouvrages pour l'écrêtement des crues n'est pas sérieusement réglementée. Un rapport de la Commission nationale des crues du gouvernement indien (NCF) spécifiait en 1980 : « La plupart des retenues construites dans le pays n'ont pas de calendrier spécifique de gestion en terme d'écrêtement des crues. » Dans le bassin versant du Gange, le barrage de Kangsabati est censé garder une capacité d'écrêtement de plus d'un quart de sa capacité totale de stockage. Or le rapport note que « les gestionnaires de la retenue de Kang-

sabati n'ont toujours pas défini de modalités de gestion, ni évalué les avantages de l'écrêtement des crues ». Le rapport critique aussi la gestion des barrages sur la Damodar et sur d'autres cours d'eau.

On peut faire le même constat pour l'autre mesure phare de protection contre les crues, largement utilisée en Inde, à savoir les endiguements (que l'on appelle aussi levées). Les endiguements peuvent procurer une protection partielle pour des périodes limitées, mais lorsqu'ils se rompent – ce qui arrive –, les dégâts sont beaucoup plus marqués, les crues plus soudaines, et leur intensité et leur durée plus importantes. Un autre problème est le nombre de personnes qui vivent en deçà des endiguements ; le chiffre atteint des millions en Inde. Ces habitants sont menacés par des crues tous les ans, et comme rien d'autre ne leur a été proposé, ils n'ont pas d'autre option que de rester en deçà des digues pour cultiver leurs terres.

Changer la nature des crues

Les mesures de protection contre les crues à un endroit peuvent aggraver le problème dans une autre. La Commission nationale des crues note : « Les approches utilitaristes locales ou ponctuelles sont souvent en conflit avec les intérêts du bassin versant, de la région ou de la nation dans son ensemble. Par exemple, la construction de digues dans certaines zones peut aggraver les crues en aval et en amont. » Les endiguements sont fondamentalement des mécanismes de transfert : ils renvoient rapidement les crues d'une zone donnée vers l'aval. Les crues causées par des brèches dans les digues sont très différentes des crues naturelles. Ces crues sont soudaines, ont une capacité destructrice plus forte, charrient souvent une quantité

SUR LA "RIVIÈRE FOLLE", UN BARRAGE ÉCRÊTEUR DE CRUE AGGRAVERA LA SITUATION

Le gouvernement indien a donné son accord pour la construction du barrage de Pagladiya, à Assam, en 2001, citant le contrôle des crues comme un objectif majeur. Le barrage est en construction sur la rivière Pagladiya, un affluent du Brahmapoutre. Ce "barrage multifonctions" doit "protéger" 40 000 hectares contre les crues et irriguer 54 000 hectares. En 2001, on estimait son coût à 123 millions de dollars. Aujourd'hui, l'estimation a plus que doublé, atteignant 257 millions.

Le projet de Pagladiya a fait l'objet de vives critiques l'an dernier devant la Commission parlementaire permanente sur l'agriculture. Praful Bidwai, qui a été expert au ministère de l'Environnement sur les projets de gestion des fleuves entre 1996 et 1998, a déclaré : « Pagladiya veut dire littéralement "rivière folle", parce que son cours change subitement et de manière drastique. Ceci est dû principalement à des facteurs sismiques qui provoquent le déplacement de masses montagneuses, causant des glissements de terrain, une sédimentation énorme dans les rivières, et des crues. Ces phénomènes sont aggravés par la déforestation et d'autres facteurs dus à l'homme. Une minorité de membres de cette commission, dont moi-même, est opposée à ce projet car aucun ouvrage ne peut apporter une solution à ces crues ou au déplacement, en une seule fois, de la rivière sur plusieurs kilomètres. Un barrage large de 3 kilomètres serait inutile sur une rivière dont le lit se déplace de 30 kilomètres en quatre ans ! Nous soutenons que le projet est doublement irrationnel parce qu'au nom de l'"irrigation", il imbiberait d'eau les terres à certains endroits. » Malgré les critiques, le projet de barrage a été autorisé sous la pression du gouvernement et des lobbies de l'irrigation. Sa construction est actuellement en cours.

Le rapport de la Commission parlementaire sur l'agriculture précise que les grandes quantités de sable transportées par la rivière « se déposent sur son lit, rehaussant son niveau. En conséquence, elle déborde facilement de ses rives, ce qui provoque des dégâts catastrophiques. De même, en 2004, la Pagladiya a changé son cours et a rejoint une autre rivière. » Selon le comité des victimes du projet de Pagladiya, une association locale, le projet signerait la disparition de 33 villages au bénéfice de 37 villages plus au sud. D'autres associations ont organisé des manifestations pour demander l'abandon du projet, qui provoquerait de sérieux risques de crues dans une région dominée par des conflits interethniques. Les associations soulignent que de petits barrages écrêteurs de crues sur des affluents dans le district de Nalbari seraient une meilleure option, et qu'ils seraient également efficaces pour l'irrigation.

Himanshu Thakkar

énorme de sable, et l'eau stagne plus longtemps que s'il n'y avait pas de digues. Les brèches de grande ampleur ont été nombreuses dans certains des États les plus vulnérables aux crues.

La commission souligne qu'aucune évaluation sérieuse de la performance des endiguements n'a été entreprise. Selon elle, « les bienfaits annuels des endiguements sont donc, en général, une question d'opinion individuelle, qu'aucune donnée chiffrée ne confirme. Nous sommes donc réticents à tirer des conclusions de ces opinions ».

R. Rangachari, ancien n° 2 du ministère des Ressources en eau de l'Inde, a affirmé que « les endiguements sont associés à de nombreux problèmes. Malheureusement, peu d'évaluations scientifiques sont menées pour analyser leurs performances réelles sur différents types de cours d'eau, dans des régions représentatives ». De même, tandis que les barrages peuvent ou non réduire les crues en aval, ils conduisent à des phénomènes de submersion immédiatement en amont : la montée des eaux de la retenue peut engendrer l'inondation de nouvelles zones. De la même façon encore, la nature d'une crue due à l'ouverture des vannes d'un barrage est très différente de celle d'une crue naturelle. La crue causée par un barrage se produit très vite et sans avertissement. Elle est donc plus destructrice.

Une mauvaise gestion des plaines inondables

Selon une étude de l'université des Nations-Unis sur les évolutions des inondations au Bangladesh, « dans les études sur l'histoire et les causes des inondations, de plus en plus d'éléments démontrent que les influences humaines sur les plaines inondables contribuent de façon significative à l'augmentation des crues et de leurs dégâts. La construction de digues latérales ou la séparation du lit principal des bras secondaires isolent les fleuves des zones humides qui ser-

vaient de champs d'expansion des crues et stockaient naturellement le surplus d'eau. Ces zones sont converties peu à peu en terres agricoles. D'après une étude de M. Khan (1994), dans la seule plaine inondable du système fluvial Gange-Brahmapoutre, environ 2,1 millions d'hectares de zones humides ont été perdues à cause des mesures de contrôle des crues, de drainage et d'irrigation ».

Aller de l'avant

Aborder la gestion du risque naturel de crue de façon globale, c'est insister sur l'amélioration des mécanismes de gestion et de prévision de la crise. En Inde, certaines questions clés à résoudre concernent le maintien et l'amélioration de la capacité naturelle des écosystèmes à absorber les inondations ; l'amélioration de la gestion des barrages et la définition de modalités de gestion claires et transparentes, que les autorités doivent faire appliquer de façon stricte ; l'amélioration de l'entretien des infrastructures de contrôle des crues existantes plutôt que des dépenses nouvelles pour construire de nouveaux barrages et endiguements ; une évaluation sérieuse des infrastructures existantes, qui s'appuie sur une démarche participative, et le démantèlement des endiguements quand ils s'avèrent inefficaces ; enfin, la création de plans de gestion des catastrophes transparents, mis en œuvre de manière participative. Encore plus important peut-être, l'Inde doit évaluer les impacts potentiels du réchauffement climatique sur le régime des pluies et sur les performances des infrastructures de contrôle des crues, et doit commencer à prévoir les adaptations nécessaires à cette évolution.

De plus, les deux initiatives suivantes, toutes deux à l'essai en Inde, méritent d'être généralisées.

Prévoir les crues de manière participative : les Amis du bassin versant est un réseau d'individus et de plus de 300 associations du bassin versant du Gange-Brahmapoutre-Meghna. Les prévisions officielles des crues du gouvernement central sont souvent insuffisantes pour prévoir les impacts au niveau local, et les informations n'atteignent en général pas les habitants des zones vulnérables. Les Amis du bassin versant ont mis en place un mécanisme d'alerte précoce, qui prévient les habitants de l'amont vers l'aval, jusqu'au Bangladesh. Le réseau compte plus de 1 000 membres, travaillant dans différents domaines et vivant dans différentes parties du bassin. Chacun fait circuler les messages de prévision des crues depuis l'amont vers l'aval grâce au téléphone et aux mails. Un centre à Assam collecte les informations des différentes sources, tandis qu'à divers endroits en amont du bassin versant du Brahmapoutre, le réseau compile et analyse les données. Les messages d'alerte finaux sont formulés à un stade précoce de la crue, et dispatchés aux différentes zones vulnérables.

Ce système fonctionne efficacement depuis au moins trois ans. Une étude plus exhaustive de cette initiative remarquable devrait être entreprise, pour en tirer des enseignements pour d'autres régions.

Recharger les nappes alluviales pour gérer les crues : le bureau central de l'Inde pour les eaux souterraines estime qu'un quart des ruissellements d'eau de la mousson pourrait être capturé et stocké dans les aquifères. Sur 214 milliards de mètres cubes qui pourraient être stockés, les trois quarts environ pourraient être réutilisés pour irriguer 32 millions d'hectares.

Soustraire ne serait-ce qu'une fraction de ces 214 milliards de mètres cubes des rivières en temps de crue aurait un impact extraordinaire. À ce jour, aucune tentative n'a été faite pour concrétiser ce potentiel, mais le ministre des Finances de l'Inde a proposé, en février 2007, de consacrer 419 millions de dollars à un programme de recharge des nappes alluviales. Reste à voir comment ce programme sera formulé et mis en œuvre, et quels seront ses impacts.

En conclusion, les éléments s'accumulent pour démontrer que les mesures structurelles ont été en grande partie inefficaces pour contrôler les crues en Inde, et ont même aggravé les inondations dans de nombreuses régions du pays. Pourtant, le gouvernement fédéral et ceux des États – soutenus par des agences internationales comme la Banque mondiale, la Banque asiatique de développement et la Banque japonaise pour la coopération internationale – pressent toujours dans ce sens. Le rapport de la Commission mondiale des barrages avait représenté une opportunité de réviser les modalités de planification et de prise de décision pour les grands barrages. Mais cette occasion n'a pas été saisie par les gestionnaires de l'eau en Inde. Les populations, par contre, s'opposent au contrôle des crues dans de nombreux endroits. Un exemple à souligner est celui de l'opposition croissante à la construction d'endiguements dans l'État de Bihar. L'opposition se renforce aussi contre les projets de relier des bassins versants dans le pays. SANDRP a demandé une enquête nationale et indépendante sur les crues de la mousson de 2006, en particulier en ce qui concerne les lâchers soudains de barrages. Nous demandons plus de transparence dans la gestion des barrages, et une révision des procédures opérationnelles. Nous espérons que la pression publique de ces diverses campagnes, de même que les exemples de prévision participative des crues et de recharge des nappes souterraines, aideront l'Inde à aller vers une gestion plus sensée du risque de crue.

Himanshu Thakkar a réalisé de nombreuses recherches sur les grands barrages en Inde. Vous pouvez le joindre à ht.sandrp@gmail.com

Notes

http://www.sandrp.in/floods/dam_floods_0806_pr.pdf

2 La capacité utile de stockage est celle qui se situe au-delà de la cote minimum de vidange.

3 "Inondations au Bangladesh : repenser le rôle de l'Himalaya - histoire et dynamiques", de T. Hofer et B. Messerli, université des Nations-Unis de Tokyo, 2006.

4 Ministre fédéral des ressources en eau, devant la chambre basse du Parlement indien, le 10 décembre 2001.

ÉVALUER LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Malheureusement, il n'y a eu aucune évaluation systématique du changement climatique sur le régime hydrologique des rivières et sur les performances des infrastructures de gestion des fleuves en Inde. SANDRP a récemment demandé (en vertu de la loi d'accès à l'information indienne) à deux des agences principales du gouvernement indien, à savoir la Commission centrale de l'eau et l'Autorité centrale de l'électricité, si des études sur les impacts du changement climatique sur les infrastructures de gestion des fleuves avaient été menées. Les deux ont répondu par la négative.

Cependant, certains partisans des grands barrages militent pour une augmentation des capacités de stockage des grands barrages, sous le prétexte de réduire les impacts du changement climatique. Un tel aveuglement ne peut bénéficier à personne. Au contraire, une étude de la performance en matière de stockage démontre qu'en moyenne, chacune des dernières douze années, une capacité de stockage équivalente à 6,5 fois celle des retenues du barrage de Sardar Sarovar reste inutilisée. De même, une étude du colmatage des retenues existantes montre que l'Inde pourrait perdre 1,32 milliard de mètres cubes de capacité de stockage chaque année, alors même que, chaque année, on ajoute 1,98 milliard de mètres cubes de capacité de stockage en créant de nouvelles retenues. Ceci signifie que nous pourrions perdre les deux tiers de notre capacité de stockage à cause du colmatage. Rien de concret n'est fait pour stopper ce phénomène. Or le changement climatique risque de l'aggraver à cause de la fonte des glaciers et de la multiplication des événements climatiques extrêmes.

En se fondant sur les informations disponibles sur le changement climatique, les retenues de petite taille et le stockage dans les nappes souterraines ont plus de chances d'être efficaces, parce qu'ils sont moins vulnérables au risque de crue, et aux pertes dues à l'évaporation et au colmatage.

Himanshu Thakkar

Les précurseurs : des avancées dans la gestion du risque de crue

La “méthode douce” de la gestion du risque de crue, c’est en un arsenal sophistiqué d’approches destinées à réduire l’urbanisation en zone inondable, à s’adapter et travailler avec les forces de la nature et à améliorer le système de crise. Voici quelques exemples de lieux où ces approches sont expérimentées.



La Loire

Quitter la zone inondable : à la suite de la grande crue du Mississippi de 1993, les lois fédérales sur les catastrophes naturelles ont été changées afin de mettre de côté un pourcentage de financement pour l’expropriation, l’acquisition de terrains et autres dispositifs de réduction des risques. Depuis, dans le bassin versant du Mississippi, plus de 10 000 maisons individuelles et bureaux ont été déménagés des zones les plus dangereuses. La ville entière de Valmeyer, en Illinois, a été reconstruite sur des terres plus élevées. Certaines villes n’ont déménagé que leurs zones les plus inondables.

Bien que coûteux, le déménagement hors des zones inondables devient rentable lorsque se produit une autre crue. Le déménagement de 5 100 maisons et bureaux en Illinois et dans le Missouri a coûté 66 millions de dollars, mais ces structures avaient reçu auparavant 191 millions de remboursements d’assurance au cours de précédentes crues, selon l’association American Rivers.

Plan Loire Grandeur Nature : la Loire est le plus long fleuve de France, avec un bassin versant qui couvre un cinquième du pays. Elle a échappé à la plupart des aménagements qui ont tant dégradé les autres fleuves européens. Ses paysages magnifiques abritent encore une biodiversité remarquable. La justification principale d’un barrage programmé dans les années 80 était la protection contre les crues. En réaction, un collectif d’associations, Loire Vivante, a travaillé avec des hydrologues et des ingénieurs pour proposer une solution alternative. Cette solution comprenait l’amélioration du réseau d’alerte ; l’application des règles de non construction dans les zones les plus vulnérables ; la mise aux normes des bâtiments les plus menacés ; des travaux ponctuels pour enlever les obstacles à l’écoulement de l’eau dans le lit et sur les berges de la rivière ; enfin, la création d’un comité de résidents locaux, d’élus, d’ONG et de représentants du monde économique

pour superviser la mise en place du programme. En 1994, le gouvernement a abandonné le projet de barrage et adopté la stratégie de Loire Vivante en matière de gestion des crues. Cette stratégie s’inscrit dans un programme global, intitulé Plan Loire Grandeur Nature, dans lequel les autorités gouvernementales et locales travaillent avec les associations de protection de l’environnement et les propriétaires de terrains pour restaurer, protéger et gérer les écosystèmes du bassin de la Loire.

www.rivernet.org/loire/plgn.htm

Rendre des espaces de liberté au Rhin : depuis le début des années 90, les cinq pays traversés par le Rhin ont reconnu la nécessité de réduire les risques de crue en restaurant les écosystèmes des plaines inondables. « Nous avons imperméabilisé trop de prairies et rectifié trop de rivières, » a déclaré Josef Leinen, ministre allemand de l’Environnement, après les graves inondations de 1994. En 1998, la Commission internationale pour la protection du Rhin a adopté un plan d’action sur vingt ans pour la défense contre les crues. Les éléments clés de ce programme sont l’augmentation des champs d’expansion des crues en supprimant certains endiguements, et l’amélioration des dispositifs de zonage, d’information, d’alerte et d’évacuation. Le coût global du programme est estimé à au moins 12 milliards d’euros.

www.iksr.org

Napa, une rivière à nouveau vivante : un programme de 220 millions de dollars a été engagé sur dix ans pour réduire les crues de la Napa en Californie du Nord. Il doit notamment supprimer les levées et rendre environ 200 hectares de pâturages aux marais ; supprimer certains bâtiments des zones les plus inondables ; replanter des arbres et arbustes d’essences locaux pour réduire l’érosion des berges et la sédimentation, et reculer certaines levées pour redonner de l’espace à la rivière. Le plan a été conçu par une large coalition, et a finalement été adopté par le Corps des ingénieurs de l’armée américaine pour remplacer son propre programme qui prévoyait plus de murs anticrue, de levées et le creusement du lit de la rivière.

La restauration des zones humides du Yangtze : en 1998, une crue dans le bassin versant du Yangtze a rompu 2 000 endiguements, inondé 28 500 km² de terres agricoles et laissé 2,5 millions de personnes sans abri. La catastrophe a incité Pékin à voter une nouvelle loi qui se caractérise par l’adoption plus large de mesures non structurelles pour la protection contre les crues. Est ainsi prévue la restauration des lacs et des zones humides qui peuvent absorber les hautes eaux du fleuve dans son cours moyen. Géré par le WWF-Pékin et les autorités locales, ce plan sur cinq ans vise à restaurer 20 000 hectares de zones humides au centre de la Chine. En plus de la protection contre les crues, le programme améliorera les ressources piscicoles et les milieux propices aux oiseaux migrateurs. Les espèces

sauvages ont d'ailleurs déjà commencé à revenir dans les zones restaurées. Le programme prévoit des alternatives pour les cultivateurs de riz qui devront déménager de leurs terres dans le cadre du projet.

Restaurer les plaines inondables en Afrique : les zones humides des plaines inondables ont été sévèrement dégradées par la disparition des crues naturelles due aux barrages et aux dérivations à l'amont. Des lâchers d'eau artificiels sous les grands barrages sont testés pour gérer les zones humides dans un certain nombre de pays africains. Au Nigéria, les lâchers des barrages de Tiga et de Challawa Gorge ont été prometteurs ; s'ils sont poursuivis, ils pourraient aider à restaurer les écosystèmes du bassin du Komadugo Yobé. Des études ont montré que les plaines inondables le long du fleuve Sénégal à l'aval du barrage de Manantali pourraient être restaurées avec seulement une petite réduction de la production hydroélectrique. Le coût de cette perte de production serait largement compensé par les impacts économiques positifs sur l'agriculture et la pêche. La mise en œuvre de ces lâchers artificiels est difficile, car il faut contrecarrer le pouvoir politique des gestionnaires de barrages, qui n'ont aucun avantage à se priver d'un revenu au profit des agriculteurs et des pêcheurs de l'aval.

Dans le bassin versant du Zambèze, des études démontrent que des lâchers obligatoires sur le barrage de Cahora Bassa pourraient augmenter la production de crevettes, améliorer la qualité des pâturages pour la faune sauvage, restaurer les ressources piscicoles et engendrer d'autres avantages sociaux et écologiques. Ces impacts favorables pourraient générer des revenus se montant à plusieurs millions de dollars. Le scientifique Riche Beilfuss estime qu'un changement de la gestion du barrage réduirait aussi les impacts des grandes crues, comme celles qui ont frappé le Mozambique cette année. « Le barrage pourrait lâcher une crue artificielle tôt dans la saison humide, ce qui n'engendrerait qu'une petite réduction de la production hydroélectrique. Cette crue aurait non seulement des impacts favorables pour les populations et la faune sauvage en aval, mais réduirait aussi le risque d'une grande crue plus tard dans la saison des pluies, en augmentant la capacité de stockage pour l'écroulement, » dit-il. « Les lâchers seraient de taille modeste – d'une ampleur suffisante pour que les eaux s'étalent dans les plaines inondables du delta du Zambèze. Ils seraient programmés de façon à permettre des techniques de cultures de décrue, mais ne provoqueraient pas de grosses inondations dévastatrices. Il est important de noter que des crues extrêmes comme celle de 2001, bien que peu fréquentes, sont inévitables : même



La Napa dans son passage le plus urbanisé, en 2004. Ces bassins de rétention de déchets industriels se sont déversés à travers la ville à l'occasion de crues. Depuis, dans le cadre des travaux de restauration, les compagnies chimiques ont nettoyé et converti ces puits en zones de rétention des crues. Photo : Napa Flood and Water Conservation District.

des grands barrages comme ceux de Cahora Bassa et Kariba ne peuvent contenir entièrement le débit du Zambèze les années où la pluviométrie est très élevée sur la région. »

Étude sur le Zambèze : <http://tinyurl.com/274q8l>

Crues provoquées : <http://tinyurl.com/yo3xw8>



La Kissimmee lors de sa canalisation, en 1961.

Photo : South Florida Water Management District.

Restaurer les méandres en Floride : le projet de restauration de la Kissimmee, qui a débuté dans les années 90, restaurera plus de 10 000 hectares d'écosystèmes de la rivière et des plaines inondables, notamment 69 kilomètres de méandres. Le projet viendra compenser une partie des dégâts causés par un programme de contrôle des crues datant des années 60 : le Corps des ingénieurs de l'armée des États-Unis avait creusé un canal rectiligne à travers la plaine inondable. La restauration actuelle réhabilitera des habitats pour les oiseaux, les poissons et autres espèces sauvages.

www.sfwmd.gov/org/erd/krr/

Programme européen d'action contre les crues : entre 1998 et 2004, l'Europe a subi plus de 100 crues majeures, notamment celles, catastrophiques, du Danube et de l'Elbe à l'été 2002, et d'autres en 2005, elles aussi dévastatrices. Depuis 1998, les crues en Europe ont tué 700 personnes, provoqué l'évacuation d'environ 500 000 personnes et au moins 25 milliards d'euros de dommages. En janvier 2006, la Commission européenne a adopté une proposition pour aider les États membres à réduire les impacts des crues sur les fleuves transnationaux, grâce à la prévention et à la préparation. Ce plan volontaire comprend des recommandations pour restaurer la régulation naturelle, notamment les zones humides ; éviter de construire en zone inondable ; améliorer l'évaluation des risques de crue et le zonage ; améliorer l'information du public et soutenir de meilleures politiques et plans de gestion des risques.

La restauration de la Drava : l'un des plus importants projets européens de restauration de rivière est celui de la Drava, une rivière autrichienne, où l'on cherche à recréer une régulation naturelle des crues et à faire revenir la faune sauvage. La rivière a été rectifiée il y a des décennies pour contrôler les crues. Selon le WWF Autriche, le projet de restauration – d'un montant de 6,3 millions d'euros – a amélioré la rétention naturelle des inondations de 10 millions de m³, grâce à l'ouverture de 200 hectares de plaines inondables comme champs d'expansion des crues. On estime que le pic de crue met maintenant une heure de plus pour atteindre l'aval. Des espèces menacées ont maintenant un nouvel habitat, et les ressources piscicoles ont doublé. Le projet était moins cher que des méthodes de contrôle des crues conventionnelles.



Des millions de gens dépendent du lac Victoria pour leur subsistance. Le lac a rétréci, notamment à cause des barrages qui l'assèchent.

Des barrages assèchent le lac Victoria : le deuxième plus grand lac du monde a connu des étiages records en 2006, qui ont affecté des millions de gens au Kenya, en Tanzanie et en Ouganda. Le rapport d'un hydrologue indépendant, publié par IRN en février, a révélé que deux barrages sont les principaux responsables de la baisse du niveau de l'eau. L'ouvrage le plus en cause a été construit par la Banque mondiale, qui s'est fondée sur une estimation hautement optimiste – et très contestée – de la quantité d'eau du lac qui serait utilisée pour faire fonctionner les barrages.

Sardar Sarovar rehaussé : le 8 mars, les autorités indiennes ont décidé de rehausser de 12 mètres la taille du barrage de Sardar Sarovar, sur la Narmada. Cette décision viole des arrêts de la Cour suprême indienne, qui stipulent que toute augmentation de la taille d'un barrage doit être précédée de mesures compensatoires pour les populations. Cette hausse de la taille de l'ouvrage, mise en œuvre à la fin de l'année, a submergé les maisons de milliers de familles durant la mousson 2006.

La San Joaquin restaurée : selon un accord conclu devant une cour fédérale en 2006, l'eau reviendra enfin dans une section asséchée de la San Joaquin, en Californie, en 2009. Cet accord met fin à une bataille juridique de dix-huit ans sur la quantité d'eau qui doit être relâchée du barrage de Friant, pour aider à la restauration des populations de saumon. La San Joaquin est la deuxième rivière la plus longue de Californie. L'accord en restaurera 246 kilomètres – ce qui en fait l'un des plus gros projets de renaturation aux États-Unis.

Crédits carbone pour les grands barrages : en août, le barrage de Xiaogushan, en Chine, a été considéré comme éligible pour recevoir des crédits carbone selon le protocole de Kyoto. La Banque mondiale a convaincu le Mécanisme de développement propre des Nations-Unies d'approuver ce barrage, au motif qu'il avait besoin des revenus de la vente des crédits pour achever sa construction, alors qu'il était presque terminé. Les crédits sont censés être accordés à des projets qui ne peuvent aboutir sans cet apport financier. Ce n'est que l'un des derniers exemples de la façon dont il est possible de tricher avec le système des crédits carbone.

Barrages dangereux : le barrage privé de Kaloko à Hawaii a cédé le 14 mars, causant sept morts et des inondations massives. Un rapport de 2005 de la Société américaine des ingé-

nieurs civils a identifié 22 barrages à Hawaii qui posent des problèmes de sécurité, mais Kaloko n'était pas sur la liste des structures "à haut risque" qui pouvaient causer des morts et des dégâts significatifs. D'autres barrages ont rompu au sud de l'Autriche, dans la province de Shaanxi en Chine, et à Gusau (Nigéria) durant l'année. En juillet, l'effondrement d'un tunnel de diversion a entraîné la vidange incontrôlée de la nouvelle retenue de Campos Novos, au Brésil. Ce barrage en enrochement à surface de béton est le troisième plus gros ouvrage de ce type au monde.

Des crues records du Danube ont touché plusieurs pays d'Europe centrale en avril. La vallée du Zambèze au Mozambique a été ravagée par des crues majeures en février. Des inondations ont aussi affecté le nord de la Thaïlande, certaines régions de Chine, la Corée du Nord, l'Éthiopie, les États du Jammu et du Kashmir en Inde, la Turquie, la Malaisie et la corne de l'Afrique. Plus tôt en 2006, la corne de l'Afrique a été touchée par une sécheresse dévastatrice. Des sécheresses records ont aussi atteint l'Australie, le Royaume-Uni et certaines parties des États-Unis.

Droits de l'homme bafoués : le 22 avril, des milices employées par les autorités du barrage de Merowe, au Soudan, ont réprimé des habitants qui résistaient à leur déplacement forcé vers des sites désertiques. Bilan : 3 morts et 47 blessés. Ce massacre n'est qu'une des nombreuses exactions sur des militants antibarrages en 2006. Andres Arroyo Segura, un opposant au projet de Baba, a été tué en Équateur. Rafael Markus "Markoy" Bangit et Alice Omengan, deux militants pour les droits des populations indigènes, qui luttaient également contre des projets de barrages, ont été tués dans des incidents séparés, dans la région de la Cordillère aux Philippines. Le mari d'Alice Omengan, Constacio "Chandu" Claver, a été blessé lors de l'une des attaques. En Chine, Fu Xiancai, qui militait pour les droits des populations déplacées par le barrage des Trois-Gorges, a été attaqué et sévèrement blessé.



La procession funéraire d'Eduardo Maya Manrique, un militant qui a été assassiné l'an dernier au Mexique pour son opposition au barrage de La Parota.

Les Trois-Gorges, un symbole : le 20 mai, la Chine a terminé la construction du mur principal du barrage des Trois-Gorges, le plus grand ouvrage hydroélectrique du monde. Un million de personnes ont été déplacées par le projet, et les autorités ont

annoncé le déplacement de 300 000 personnes supplémentaires. Pendant ce temps, la construction de barrages en Chine continue au même rythme. En 2006, les travaux ont commencé sur l'ouvrage de Laxiwa sur le fleuve Jaune (1,8 milliard de dollars, 4 200 mégawatts), et sur le barrage de Xiangjiaba sur le Yangtze (3,7 milliards de dollars et 6 000 mégawatts).

Fin de la construction du barrage de Tehri : l'usine hydroélectrique de Tehri, en Inde, a commencé à générer de l'électricité en juillet. Situé dans une zone sismique, dans les piémonts de l'Himalaya, le barrage (1,2 milliard de dollars) a noyé une ville de 14 000 habitants et 112 villages, totalement ou partiellement.

Des failles sur un projet au Pakistan : le 31 octobre, la Banque mondiale a examiné les conclusions d'un rapport du Panel d'inspection – l'organe indépendant qui analyse les plaintes sur les projets financés par la Banque – sur le Programme national de drainage du Pakistan. Le rapport du panel a conclu que le programme aurait des impacts graves sur l'environnement du pays et sur les populations locales, et qu'il violait six recommandations obligatoires de la Banque mondiale. Le programme a contribué à aggraver des crues mortelles en 2003.

Un cas de corruption puni : en novembre, après des années d'atermoiements, la Banque mondiale a exclu la firme d'ingénierie allemande Lahmeyer de la liste de ses prestataires, pour avoir corrompu le fonctionnaire responsable du Lesotho Highlands Water Project. Cette exclusion a été prononcée pour sept ans au maximum. La Banque européenne de reconstruction et de développement a suivi le mouvement. C'est le premier cas où une mesure d'exclusion commune est prise par ces institutions.

L'hydroélectricité se met au développement durable : en 2006, l'International Hydropower Association a engagé une stratégie de promotion de ce qu'elle appelle l'"hydroélectricité durable", avec un nouveau programme plus durable, un site Internet, et des recommandations (non obligatoires) pour évaluer le caractère environnemental des projets. Les recommandations sont fondées sur des autoévaluations, et les questions posées aux constructeurs prennent clairement parti pour l'hydroélectricité. Ce groupe de pression de l'industrie demande que ses propres recommandations remplacent celles du rapport final de la Commission mondiale des barrages.

Les énergies renouvelables explosent : des avancées dans le solaire, l'éolien, la géothermie et l'énergie marémotrice permettent d'entrevoir un futur alimenté par les énergies vertes. La Californie a adopté une loi "Un million de toits solaires" pour augmenter de façon spectaculaire cette énergie. L'Allemagne est le leader mondial pour le nombre d'installations photovoltaïques. Parmi les énergies renouvelables, l'éolien est le secteur qui croît le plus vite. Certaines éoliennes produisent aujourd'hui jusqu'à 6 mégawatts par unité. Les cellules solaires continuent à devenir plus efficaces et moins chères, et l'on a assisté au décollage d'unités de production solaire de grande taille, avec des projets en Espagne et aux États-Unis, et l'émergence d'un projet de 150 MW en Égypte. Quant à l'énergie marémotrice, des projets pilotes de divers types sont en cours de développement, et l'Angleterre et le Portugal ont adopté de nouvelles politiques visant à encourager son essor.

La pauvreté alimente la crise de l'eau : le rapport humain du développement du Programme des Nations-Unies pour le développement (Pnud) a été consacré à l'eau en 2006. Ce rapport affirme, contrairement aux positions de la Banque mondiale et des représentants de l'industrie, que la crise globale de l'eau « s'enracine dans le pouvoir, la pauvreté et l'inégalité, et non pas dans la disponibilité de la ressource ». Publié en novembre, le rapport développe une analyse similaire à celle qu'IRN avait rendue publique lors du 4^e Forum mondial de l'eau à Mexico, en mars.

L'IFC soutient une usine de pâte à papier : en novembre, la Société financière internationale (IFC, institution de la Banque mondiale chargée des opérations avec le secteur privé), a approuvé un financement de 200 millions de dollars pour la construction, par la firme Botnia, d'une usine de pâte à papier de 1,2 milliard de dollars sur les rives du fleuve Uruguay. L'usine aura des impacts énormes sur la qualité de l'air et de l'eau, et engendre un conflit politique entre l'Argentine et l'Uruguay. Des opposants au projet ont bloqué un pont entre ces deux pays pendant plusieurs mois.

Arrêt des barrages sur la rivière Madeira : des experts indépendants ont noté des manques graves dans les études d'impact sur l'environnement des projets de barrages de Santo Antônio et Jirau, sur la rivière Madeira au Brésil. A la suite de ces conclusions, le gouvernement bolivien a protesté officiellement contre la construction de ces ouvrages. La Madeira, l'un des affluents principaux de l'Amazone, est un trésor de biodiversité, abritant notamment 33 espèces de mammifères en voie de disparition. Les barrages auraient une capacité totale de 6 450 mégawatts, et leur mise en eau pourrait inonder des forêts en Bolivie voisine.

Un lac sacré épargné : début novembre, les autorités locales de Chine ont abandonné le projet de barrage de Megoe Tso, pour le remplacer par des programmes de développement du tourisme. Le projet de Megoe Tso (connu aussi sous le nom de barrage de Mugecuo) aurait eu des impacts graves sur un lac sacré, réservoir de biodiversité importante dans l'est du Tibet.



Le lac de Megoe Tso au Tibet a été sauvé grâce à l'abandon d'un projet de barrage.



Amérique du Nord

1. Démantèlement de barrages sur la rivière Klamath : en janvier 2007, le gouvernement des États-Unis a ordonné au gestionnaire d'installer des échelles à saumon sur quatre grands barrages de la rivière Klamath, dans le nord-ouest du pays. Or démanteler ces ouvrages coûterait moins cher que les modifier. La décision gouvernementale pourrait donc aboutir au plus grand programme de démantèlement jamais mis en œuvre.

2. Nouveaux projets de barrages : le gouverneur de Californie Arnold Schwarzenegger va demander

aux électeurs d'investir 4 milliards de dollars dans deux nouveaux ouvrages dans cet État où les barrages sont déjà nombreux. Schwarzenegger justifie son projet par l'augmentation de la population et le changement climatique. Les opposants estiment qu'une meilleure solution serait d'investir plus dans les économies et le recyclage de l'eau.

Amérique Latine

3. L'Amazone transformée en usine hydroélectrique : des études sont en cours pour le projet de Belo Monte, un barrage de 11 200 mégawatts (MW), premier d'une série de nouveaux ouvrages prévue

sur la rivière Xingu, dans le bassin de l'Amazone au Brésil. Le gouvernement brésilien prévoit de construire au moins 60 nouveaux barrages dans le bassin de l'Amazone, et a indiqué qu'il modifierait les lois sur la protection de l'environnement et sur les droits des indigènes pour faciliter la mise en œuvre des projets.

4. Projets en Patagonie : la compagnie espagnole Endesa a récemment lancé les études d'impact environnemental pour une série de quatre barrages sur les rivières Baker et Pascua, en Patagonie chilienne. Les barrages auraient une capacité hydroélectrique de 2 400 MW, et nécessiteraient

la construction d'une ligne à haute tension de 1 900 kilomètres à travers des écosystèmes vierges, pour transporter l'électricité jusqu'aux centres industriels du nord du Chili.

Afrique

5. Le plus grand barrage du monde : les gouvernements africains étudient actuellement la possibilité de construire un complexe énorme de barrages en République démocratique du Congo (RDC), qui détournerait l'ensemble du fleuve Congo. D'une capacité de 40 000 MW et d'un coût estimé à 50 à 80 milliards de dollars, le projet de Grand Inga serait le plus



rage d'Illisu en Turquie, en mars 2007. Le barrage d'Illisu affectera au moins 50 000 personnes et violera les recommandations de l'OCDE sur les "approches communes" concernant l'environnement et les crédits à l'exportation. Les opposants notent un hiatus important entre les conclusions des études officielles du projet et le potentiel pour des violations des droits de l'homme dans la région kurde où l'ouvrage doit être construit.

Asie

10. Grand barrage au Pakistan : les travaux préliminaires ont commencé sur le projet de Bhasha (3 300 mégawatts), dans le nord du Pakistan. Le barrage serait situé dans une région sismique et noierait 32 villages, déplaçant jusqu'à 100 000 personnes. Le financement de ce projet de 7 milliards de dollars n'est pas encore bouclé.

11. Début des travaux sur un barrage au nord-est de l'Inde : début 2007, les travaux ont commencé sur le site de l'énorme projet de Tipaimukh, dans l'état du Manipur, au nord-est de l'Inde. Si l'ouvrage est construit, la retenue noiera 311 km² et 90 villages. Les populations ethniques du Manipur et le Bangladesh, en aval, s'y opposent fortement.

12. Adieu Yangtze : le gouvernement chinois prévoit de construire 100 nouveaux barrages sur le Yangtze. L'un d'eux, dont la construction doit commencer en 2008, noierait les gorges du Saut du Tigre, spectaculaires et sacrées, et déplacerait 100 000 personnes.

13. Course aux barrages sur le Mékong : des complexes hydroélectriques majeurs sont à l'étude sur la Sesan et la Srepok au Vietnam, et sur la Sékong au Laos, des affluents du Mékong. Les populations de l'aval, au Cambodge, seraient particulièrement touchées et demandent un moratoire jusqu'à ce que les impacts hors des frontières des pays concernés soient analysés. Depuis que la Thaïlande a renouvelé son intérêt pour s'approvisionner en électricité au Laos, le gouvernement laotien a signé des accords avec des investisseurs malaisiens, thaïlandais, chinois, russes et vietnamiens pour construire plus de 13 barrages sur des affluents du Mékong.

grand projet hydroélectrique du monde. L'électricité générée alimenterait les centres urbains et industriels, délaissant les ruraux pauvres.

6. Le Nil barré : la construction du barrage de Bujagali sur le Nil, soutenue par la Banque mondiale, doit commencer en 2007. Les ONG d'Ouganda estiment que le projet viole les réglementations de la Banque mondiale, et ont déposé une plainte auprès du Panel d'inspection, l'organe de la Banque qui gère les différends sur les projets qu'elle finance. Bujagali serait le troisième barrage situé à quelques kilomètres du lac Victoria ; les deux barrages existants sont

impliqués dans l'assèchement du lac.

7. Boom des barrages en Éthiopie : l'Éthiopie est devenue le pays d'Afrique où l'on construit le plus de barrages, avec trois ouvrages hydroélectriques en cours d'édification. Le gouvernement espère que l'exportation de l'électricité à ses voisins générera des millions de dollars de devises. Sont actuellement en construction le barrage de Tekeze (300 MW), celui de Gilgel-Gibé II (420 MW) et Taba Belesse (435 MW). Le gouvernement prévoit aussi de construire le barrage de Gilgel-Gibé III, haut de 240 mètres, sur l'Omo-Gibé. Pour l'instant, aucun financement n'a été trouvé.

8. La Chine s'engage dans les barrages :

en mai 2007, la Banque africaine de développement a organisé sa réunion annuelle à Shanghai. La réunion reflète le rôle croissant de la Chine comme financeur d'infrastructures en Afrique. La Chine soutient déjà les projets de Merowe au Soudan et de Tekeze en Éthiopie, et prévoit de construire les barrages de Bui au Ghana et de Mphanda Nkuwa au Mozambique.

Europe

9. Barrage en Turquie : les gouvernements allemand, autrichien et suisse ont approuvé des crédits officiels à l'exportation pour le bar-

Digues, barrages et crues en bref

Dégâts en hausse

Population vivant sous la menace d'une crue potentiellement dangereuse en 2050, selon les Nations-Unies : 2 milliards
Augmentation par rapport au chiffre actuel : 100 %

Nombre de "crues majeures" chaque année à travers le monde :

Années 50 jusqu'aux années 70 : 7 à 9

Années 80 : 20

Années 90 : 34

Nombre de crues importantes en Europe entre 1998 et 2002 : 100

Nombre de personnes évacuées : 500 000

Coûts des dégâts : 30 milliards de dollars

Dépenses du gouvernement des États-Unis pour des dispositifs de contrôle des crues (principalement barrages et digues), 1960-85 : 38 milliards de dollars

Moyenne des coûts (hors inflation) des crues chaque année entre 1964 et 1993 : 4,6 milliards de dollars

Augmentation du coût des crues pendant cette période par rapport aux trente années précédentes : environ 66 %

Augmentation de la longueur des endiguements dans l'État indien de Bihar entre 1952 et 98 : 2 200 %

Augmentation des zones inondables dans l'État de Bihar sur la même période : environ 300 %

Augmentation des dégâts des crues dans l'État de Bihar entre les années 50 et les années 70 : environ 400 %

Population vivant en deçà des digues dans l'État de Bihar : 2 millions

Rivières régulées

Longueur des levées séparant les rivières américaines de leurs plaines d'inondation : > 40 000 km²

Proportion des plaines d'inondation perdues dans le bassin versant du Danube : 92 %

Proportion perdue dans les bassins du Rhin, de l'Elbe et de la Tiza : > 80 %

Surface des zones humides côtières de Louisiane qui ont disparu depuis les années 30 : > 4 900 km²

Hauteur du lit du fleuve Jaune par rapport à sa plaine inondable, à certains endroits : 20 mètres

Digues et barrages : problèmes techniques

Nombre de levées ayant cédé durant la grande crue du Mississippi de 1993 : 1 576

En pourcentage de toutes les levées dans la zone inondée : 68 %

Surface noyée par toutes les retenues à travers le monde : > 260 000 km²

Proportion des 85 000 barrages de Chine ayant un besoin urgent de réparations : > 33 %

Coût annuel des dégâts sur les maisons dus aux ruptures de barrages aux États-Unis dans les années 2005 : 100 millions de dollars

Nombre de barrages classés comme "peu sûrs" aux États-Unis : > 3 500

Investissement total nécessaire pour les réparer : 30 milliards de dollars

De meilleures solutions

Proportion des eaux de ruissellement durant les moussons indiennes qui pourraient être capturées et stockées dans les nappes souterraines : 25 %

Proportion de ces eaux stockées qui pourraient être réutilisées pour l'irrigation : 75 %

Estimation de la quantité d'eau que peut stocker 0,4 hectare de zone humide : > 6 000 m³

Valeur estimée de 3 800 hectares de zones humides intactes sur la rivière Charles (Massachusetts) pour la seule protection contre les crues : 17 millions de dollars par an

Coût du déménagement de 5 100 maisons et bureaux dans l'Illinois et le Missouri après la grande crue du Mississippi de 1993 : 66 millions de dollars

Remboursements des assurances pour réparer et reconstruire ces maisons et bureaux lors de précédentes crues : 191 millions de dollars

Remerciements

Cette publication a été soutenue par Oxfam Australie et Oxfam Grande-Bretagne. Les opinions avancées dans ce rapport sont celles d'IRN et ne reflètent pas forcément celles d'Oxfam.

À propos d'International Rivers Network :

la mission d'IRN est de protéger les rivières et de défendre les droits des populations qui en dépendent. IRN s'oppose aux barrages destructeurs et au modèle de développement qu'ils incarnent, et promeut de meilleures méthodes pour approvisionner les populations en eau et en énergie, et pour les protéger contre les crues dévastatrices.

Ce rapport peut être téléchargé sur www.irn.org



International Rivers Network
Linking Human Rights and Environmental Protection



International Rivers Network
Linking Human Rights and Environmental Protection