

Avant-propos

Depuis une vingtaine d'années, des scientifiques, des ONG et une partie de l'opinion publique s'inquiètent des menaces qui pèsent sur les deltas du globe. La manière la plus visible dont le danger se manifeste est la multiplication des catastrophes liées à des cyclones ; ces derniers causent des pertes humaines considérables et des dégâts immenses sur nombre de concentrations humaines côtières. De fait, les côtes du globe semblent plus durement qu'auparavant frappées par la violence des vents et des tempêtes, sur un fond de montée du niveau des océans. La problématique sous-jacente du changement climatique ne doit cependant pas occulter d'autres facteurs de la crise que connaissent les deltas. Ces derniers cumulent en effet des faiblesses majeures qui tiennent à leur nature même : leur platitude, leur très faible altitude liées à leur jeunesse, un recul de la côte et l'aggravation de l'enfoncement naturel. Les deltas, aux terres fertiles et très peuplées, sont aussi, souvent, des terres de souffrance, car, outre leur exposition aux phénomènes naturels, ils pâtissent aussi de la surexploitation de leurs ressources, d'un manque d'eau qui semble paradoxal et parfois de guerres.

Mais les deltas ne sont pas des espaces autonomes. Du fait même qu'ils sont au débouché fluvial de surfaces continentales occupées depuis des millénaires par des sociétés humaines denses, ils sont aussi soumis à des dynamiques liées beaucoup plus directement aux processus naturels et aux actions humaines de nature continentale. Les deltas doivent en effet leur existence au dépôt de sédiments fins apportés par les fleuves à leur débouché dans la mer. Ces apports ont varié au fil des siècles et des millénaires, en réponse aux changements du climat et à l'effet des actions humaines sur l'érosion des bassins ; les bassins fluviaux du globe ont connu des périodes de fort transport sédimentaire contrastant avec des périodes de faible transport. Les deltas sont soumis à une accélération de la montée des mers et aux aléas climatiques, mais ils seraient dans une large mesure capables de répondre, de s'ajuster, à la condition que les apports sédimentaires en provenance du continent conservent une intensité suffisante. En revanche, que ces apports se réduisent et les deltas ne peuvent ou ne

pourront plus compenser leur enfoncement ni la montée du niveau marin ; et c'est le cas de la majorité des deltas du globe aujourd'hui.

Pourquoi les liens entre les espaces continentaux et les deltas sont-ils considérés comme distendus ou coupés ? Si la nécessité des apports sédimentaires aux deltas est aujourd'hui avérée, pourquoi ces apports ont-ils été interceptés sans ménagement au xx^e siècle ? Les effets de la montée du niveau marin auraient-ils été mal évalués ou négligés, de sorte que la question est aujourd'hui brûlante ? Ou n'est-ce pas plutôt parce que la continuité historique, qui mène les sédiments des montagnes et des collines à la mer, n'aurait pas été comprise, ou aurait été oubliée, ou encore tenue pour négligeable, étant considérée comme gênante pour certaines pratiques en vigueur dans les systèmes fluviaux ? En somme, quelles sont les causes profondes de la crise contemporaine des deltas ? C'est ce que tentera de faire découvrir cet ouvrage. Son ambition est de faire prendre conscience, au-delà de la seule sphère scientifique, de ce phénomène complexe, parce qu'il est à l'intersection de processus naturels et de choix humains. La situation est grave et implique de comprendre la nature des échanges entre les fleuves et les océans du globe, singulièrement dans les deltas qui sont aussi touchés par les effets du changement climatique.

Pour répondre aux interrogations du paragraphe précédent, nous avons fait le choix méthodologique de comprendre et de présenter d'abord l'histoire des fleuves afin de mieux cerner le présent et le devenir des deltas, parce que ces derniers doivent leur existence aux fleuves. Nous commencerons par expliquer d'où vient le paysage contemporain des rivières et des fleuves de l'Europe, puis nous nous interrogerons sur ce que l'Europe a appris et transmis aux héritiers de ses remarquables savants. Nous constaterons que les savoirs sur le fonctionnement théorique des fleuves n'ont pas permis de déboucher sur des pratiques vertueuses, tant sur les fleuves que sur leur prolongement naturel, les deltas. Les chapitres successifs de l'ouvrage sont introduits ci-dessous. Leur ordre tend à suggérer que la meilleure science fluviale ne débouche pas forcément sur les meilleures pratiques, et que les mauvaises pratiques ont un coût que les sociétés doivent toujours, d'une manière ou d'une autre, payer.

Le delta, moins fréquemment inondé, aux chenaux moins sollicités par le transport, est abandonné à son sort, alors que la stabilité paraissait assurée sur la longue durée. Le progrès des techniques et des pratiques semblait avoir rendu inutile la solidarité amont-aval au milieu du xx^e siècle. Mais, pour la première fois dans l'histoire humaine, les deltas sont brutalement devenus les victimes de la mauvaise gestion des eaux continentales, car leur bilan sédimentaire* a été déséquilibré. Le développement hydroélectrique a été la cause majeure de la fragmentation des éléments du réseau hydrographique et des bassins versants, dans le même temps que l'extraction des ressources fluviales prenait un essor considérable et non maîtrisé, y compris dans les

deltas eux-mêmes. Il est rare de faire le constat de la conjonction de mauvaises politiques, même si la responsabilité des désordres actuels pèse en premier lieu sur la gestion des systèmes fluviaux continentaux.

Remerciements

L’auteur remercie chaleureusement Yves Bégin, Geneviève Bravard, Marc Goichot, Richard Marston, Michel Meybeck, Laurent Touchart pour leurs conseils avisés dans la phase de relecture ; Thierry Sanjuan pour ses suggestions préliminaires ; Colette Bedoin présente dans une étape technique délicate, Emmanuelle Szychowiak pour sa traduction d’un texte allemand.

Il dit également sa gratitude à Richard Cosgrove (North Canterbury Fish & Game), Neil Cullen (New Zealand Farm Forestry Association), Marc Goichot (1^{re} de couverture du vol. 1), Robin Gruel, Allan James, Lois Koehnken, Ingrid E. Luffman, Georges Pichard, Peter Scott, Vivian Stockman (OVEC) pour leurs aimables autorisations de reproduction.

Les ressources de *Gallica* ont été abondamment utilisées dans l’ouvrage.

À Geneviève, pour son soutien

Introduction

Le premier volume de cet ouvrage débute par *l'histoire d'une crise qui a affecté l'Europe à la fin du Moyen Âge et à l'époque moderne*. Cette crise s'étend du milieu du XIV^e siècle au milieu du XIX^e siècle ; il s'agit de cinq siècles dominés par le malheur, depuis les montagnes jusqu'aux embouchures des vallées. Les montagnes ont en effet connu une forte activité torrentielle, les rivières et les fleuves, des crues et des inondations fréquentes et graves ; les dégâts qu'elles ont produits dans un contexte de froidure généralisée ont été considérables. Les périodes de crise ont toutefois, et heureusement, été entrecoupées de séquences d'années plus sèches et plus tièdes qui ont permis aux populations de se reprendre. Nous irons chercher les preuves de la crise de l'Apennin italien à l'Europe du Nord en passant par les Alpes occidentales. Il ne fait pas de doute que cette crise a été sous le contrôle majeur d'un climat dégradé. On l'attribue aux effets hydrologiques du petit âge glaciaire* qui a affecté les récoltes, provoqué des famines, causé une forte morbidité* et peut-être même causé des conflits sur un continent qui par ailleurs connaissait un remarquable essor économique et intellectuel. Mais le climat ne fait pas tout, car les montagnes étaient des espaces de peuplement et de mise en valeur intense dans des siècles où la faible productivité agricole et le besoin de combustible étaient la norme.

La crise hydrologique du petit âge glaciaire dans l'hémisphère nord a stimulé à la fois la recherche savante et l'essor des savoirs empiriques. Le deuxième chapitre aborde *la lente conquête des savoirs hydrauliques* par les puissances européennes, la France, l'Italie et les Pays-Bas. Le choix de les prendre en exemples a été en grande partie guidé par le fait que ces trois pays ont des rivières et des fleuves qui drainent les eaux et les sédiments de montagnes fragiles vers leur delta. Certains bassins sont des laboratoires grandeur nature du déroulement de la crise érosive qu'ils ont connue entre la fin du Moyen Âge et le XIX^e siècle ; ils se prêtent remarquablement à une analyse croisée des progrès scientifiques. Les ingénieurs italiens, de formation mathématique, ont été précocement à la pointe en ce domaine en Europe parce que des villes prospères

et leur *contado** affrontaient directement le risque et devaient réduire de manière efficace leurs effets destructeurs pour garantir la prospérité urbaine ; la France eut en revanche des perspectives plus théorisantes, prioritairement centrées sur le calcul, sans doute parce que les guerres et la nécessité de faire prospérer le commerce exigeaient d'autres approches, notamment la construction d'un réseau de canaux¹. Nous avons souhaité montrer que la science hydraulique européenne se constitue à l'époque moderne et qu'elle a connu son apogée au milieu du XIX^e siècle. Les notions de bassin versant* et de solidarité amont-aval en sont dérivées et sont, nous le constaterons, l'aboutissement somme toute logique de la grande crise érosive du petit âge glaciaire. La compréhension fine des processus à l'œuvre dans les bassins versants a conduit à supprimer une partie des causes de la crise, du moins celles qui relevaient de l'action humaine. C'est ainsi que les montagnes ont été protégées des atteintes de l'érosion, au bénéfice des embouchures fluviales.

Dans un contexte marqué par l'instabilité, on conçoit que les excès du ciel et des cours d'eau aient été redoutés par les sociétés affectées. La maîtrise des eaux et des terres en mouvement a été l'obsession des sociétés en crise, obsession qui d'ailleurs a perduré bien au-delà de la crise proprement dite dans les vallées montagnardes. Il est ainsi des lieux où la simple crue ressuscite les vieilles peurs et commande des aménagements qui sont le direct héritage de vieilles pratiques. Des montagnes jusqu'à la mer, des ingénieurs et des populations en souffrance se sont mobilisés pour trouver des moyens de sortir du malheur. Cependant, la crise fluviale, celle du risque d'inondation et celle des terres endommagées, de la production et de la misère, a aussi été porteuse de progrès collectifs. La solidarité entre les territoires a fait accéder à la notion de bassin versant, ainsi qu'au principe de l'unicité spatiale de la gestion des eaux. Jamais mieux qu'au XIX^e siècle les sociétés agricoles en voie d'industrialisation n'ont mieux conçu la gestion des fleuves, en toute conscience des liens entre les montagnes et la mer, comme des interactions entre les versants, les rivières et les deltas.

Depuis la révolution agricole néolithique, qui a débuté au Proche-Orient et a affecté la plupart des régions du globe, les équilibres continentaux ont été affectés et, dans plusieurs grands bassins, *les déséquilibres fluviaux* ont été à peu près contemporains de la construction des deltas dont l'âge ne dépasse guère 6 000 ans. Un facteur de déstabilisation puissant est le fait de l'agriculture : il s'agit des défrichements et du décapage des sols mis en culture. Certains spécialistes considèrent que l'agriculture a fait entrer la Terre dans une nouvelle période géologique, l'*Anthropocène*, caractérisée par des formes de la surface terrestre et des formations géologiques produites par l'action humaine. Il s'agit en soi d'un vaste thème, qui n'est pas dans les perspectives

1. La science hydraulique n'est pas née en Europe de l'Ouest, mais en Chine et au Proche-Orient ; elle est en Europe une des facettes de la Renaissance.

directes de cet ouvrage, mais les objectifs se recoupent largement. L'archéologie et la géoarchéologie nous apprennent beaucoup sur la chronologie des épisodes d'emprise et de déprise humaine à la surface des terres émergées, sur le recul des forêts protectrices, sur les flux sédimentaires qui ont gagné les océans, qui ont construit les plaines alluviales, laissé dans des lacs les preuves de l'action humaine et ainsi permis de la quantifier. *Les sociétés ont été de puissants agents déstabilisateurs, au point de changer profondément les bilans sédimentaires du globe et de prendre le dessus sur les facteurs de déstabilisation naturels, du moins à certaines périodes.* Sur un arrière-plan de croissance des impacts agricoles – croissance certes inégale dans l'espace et le temps – se sont superposés à certaines époques de l'Holocène* humanisé les effets de crises climatiques sévères et durables. Des périodes de froid et de fortes précipitations ont durement frappé certaines régions du globe, notamment dans l'hémisphère nord. Des crises de production et même de morbidité se sont accompagnées de la perte de terres fertiles, de l'entraînement des matériaux par les rivières qui se sont exhausées alors que les plaines adjacentes se sont couvertes de marécages, que la rivière mordait dans les terres et que progressaient les deltas. Il convient d'opérer une distinction entre l'érosion des montagnes (elle concerne des roches et des formations superficielles*) et celle des sols *stricto sensu*, qui sont le support de l'agriculture (même si les sols ont été les premiers érodés sur les versants des Alpes). Le phénomène de l'érosion des sols est ubiquiste et nous ne retiendrons que quelques exemples d'érosion « accélérée ».

Le changement a été brutal à partir de la fin du XIX^e siècle, époque à laquelle a débuté *un processus de grand tarissement sédimentaire à l'échelle de la majorité des fleuves du globe*. Pour le présenter, il est nécessaire de bien comprendre au préalable et à la lumière des découvertes contemporaines la chaîne des processus qui se succèdent des montagnes à la mer. Les chiffres obtenus par extrapolation de valeurs mesurées sur de petites surfaces érodées dans les bassins fluviaux sont bien différents des valeurs mesurées aux embouchures des fleuves. C'est que les bassins versants recèlent d'innombrables pièges naturels dans lesquels se déposent les sédiments transportés par les cours d'eau qui les drainent. Les chiffres confirment que la mise en valeur agricole (tout comme l'abandon des terres) a bien été le facteur majeur de la perturbation des bilans sédimentaires naturels, le climat jouant ou pas un rôle amplificateur sur les terres fragilisées. Mais de nouveaux et puissants facteurs sont apparus depuis environ 150 ans. À travers le monde, l'extraction de ressources minérales utiles se fait dans le lit même des rivières. Elle creuse les chenaux, réduit le risque d'inondation et permet la mise en valeur des plaines alluviales par l'agriculture, les villes et les zones industrielles. Mais le facteur premier est la construction de grands réservoirs qui modifient l'hydrologie au détriment du transport et piègent des quantités considérables de sédiments. Le barrage-réservoir a segmenté l'espace fluvial et fait oublier les solidarités entre l'amont et l'aval. La fin du XIX^e siècle a été en Europe une période de déclin démographique dans les montagnes, de reboisement spontané et programmé, et de

maîtrise progressive de l'érosion. Des montagnes à l'érosion largement maîtrisée en passant par des tronçons fluviaux équipés de réservoirs, le fleuve a perdu la logique des solidarités entre l'amont et l'aval.

Il existe *plusieurs modèles de perturbation des fleuves* qui ont en commun les processus généraux présentés au chapitre précédent, mais ils les déclinent de façon spécifique sous la forme de complexes géographiques originaux influencés par la géologie et la topographie de leur bassin versant, par leur climat et par le poids relatif des pressions humaines qui leur sont imposées. Nous avons retenu l'Amazone comme exemple de grand fleuve peu perturbé, même si la menace des grands barrages se concrétise. Tout autre est la situation de grands fleuves de Chine et d'Asie du Sud-Est, où le développement se fait à marche forcée et produit des impacts brutaux.

Nous venons de quitter un siècle qui a été celui de la plus grande rupture à l'échelle de la période holocène. Dans les derniers millénaires, qui ont été ceux de l'humanisation de la surface terrestre, la réversibilité existait encore : des défrichements et des crises climatiques pouvaient déstabiliser l'environnement des bassins fluviaux, mais les phases de crise étaient suivies par des périodes plus ou moins longues de restauration des équilibres précédents (du moins d'instauration de nouveaux équilibres plus ou moins éloignés, l'état originel de référence n'existant pas). Les deltas ont enregistré les crises et les rémissions et, bon an, mal an, ont progressé. Il n'en est plus rien depuis les dernières décennies qui nous ont fait entrer dans un monde nouveau, celui de la pénurie deltaïque. Ce premier volume pose les bases du second, qui sera consacré aux deltas.