

COLLECTION GÉOSCIENCES

Crises sédimentaires du globe 2

*deltas, une crise
environnementale majeure*

Jean-Paul Bravard



062556

ISTE
editions

062556

②



GL 151 / V_e

Crises sédimentaires du globe 2

*deltas, une crise environnementale
majeure*

Jean-Paul Bravard



062556

ISTE
editions

Table des matières



Introduction	1
Chapitre 1. Les deltas, des milieux jeunes, fragiles et menacés	5
1.1. La construction des deltas dans la longue durée, mécanismes généraux	6
1.1.1. Les processus et les formes de base	6
1.1.1.1. La plaine deltaïque ou delta subaérien	6
1.1.1.2. Le front du delta ou partie proximale	6
1.1.1.3. Le prodelta ou partie distale	6
1.1.2. Les dynamiques de construction et de redistribution en action	6
1.1.2.1. Les deltas sous influence fluviale	7
1.1.2.2. Les deltas dominés par l'action de la marée	8
1.1.2.3. Les deltas sous l'influence des vagues	8
1.1.3. Des espaces jeunes et instables	9
1.1.3.1. L'enfoncement naturel et l'équilibre des deltas	9
1.1.3.2. La remontée du niveau marin (> 6 000 ans BP), phase initiale de construction des deltas à l'échelle mondiale.	10
1.1.3.3. Dynamique du comportement holocène des deltas	11
1.2. Parmi les derniers grands deltas naturels du globe : deux deltas de l'Arctique.	12
1.2.1. Le delta de la Léna	12
1.2.2. Le delta du Mackenzie	13
1.3. Les deltas du globe : quel bilan aujourd'hui face aux contraintes terrestres et marines ?	15
1.3.1. La montée du niveau des océans	15

1.3.2. Le tarissement sédimentaire des continents.	17
1.3.3. Le prélèvement de ressources et la subsidence accélérée des deltas.	19
1.4. Deltas subsidents en Asie du Sud-Est	19
1.4.1. Un exemple de jeune delta à dominante rurale, le Hoang-Ho . . .	19
1.4.2. Deltas urbanisés de l'Asie du Sud-Est.	20
1.4.2.1. Le Kanto au Japon	20
1.4.2.2. Bangkok en Thaïlande.	21
1.4.2.3. Jakarta : le projet Great Garuda, archétype de la grande infrastructure hydraulique.	24
1.4.2.4. Shanghai dans le delta du Yangzi	27
1.4.2.5. Hanoï, sur le fleuve Rouge (Vietnam)	28
1.5. Conclusion	29

Chapitre 2. Vieilles sociétés et crises deltaïques 31

2.1. Quelques deltas fragiles dans la longue et la moyenne durée de l'Holocène	31
2.1.1. Le delta du Nil, un condensé de l'histoire climatique africaine . .	32
2.1.2. Le bas Hoang-Ho et son delta : une métamorphose holocène sous contrôle anthropique	33
2.1.2.1. Aux origines historiques de l'érosion accélérée du plateau du Löss	33
2.1.2.2. La montée du bas Hoang-Ho sur ses alluvions	34
2.1.2.3. Les travaux d'endiguement modernes	36
2.1.2.4. Les travaux contemporains	36
2.1.2.5. Un delta encore sous influence fluviale malgré la chute des apports à la mer de Bohai	37
2.1.3. Le delta du Rhône à l'Holocène : des bras fluviaux et le littoral pour enregistrer l'histoire du climat et de la société	39
2.2. Le delta du Rhin et de la Meuse : de la maîtrise intégrale des eaux fluviales et marines aux tentatives de restauration de la nature . .	40
2.2.1. La lutte contre les crues fluviales.	40
2.2.1.1. La maîtrise technique des branches du Rhin et de la Meuse . .	41
2.2.1.2. Le contrôle des crues et la gestion des inondations fluviales (XVIII ^e -XIX ^e siècles)	42
2.2.1.3. La correction du déficit sédimentaire de l'espace deltaïque.	42
2.2.1.4. Impacts anthropiques et déficit sédimentaire du Rhin	43
2.2.2. Travaux hydrauliques et objectifs environnementaux dans l'espace endigué	43

2.2.3. Quelle compatibilité ou synergie entre restauration fluviale et protection contre les crues ?	45
2.2.4. La défense des Pays-Bas face à la mer	46
2.2.4.1. Le plan Delta (1956-1986)	46
2.2.4.2. L'hypothèque du changement climatique sur les fleuves et le littoral	49
2.3. Déséquilibres contemporains dans le vieux monde	51
2.3.1. Un delta en sursis : le delta du Nil	51
2.3.1.1. La subsidence	51
2.3.1.2. La montée relative du niveau marin	53
2.3.1.3. Le recul des bouches.	53
2.3.1.4. La protection de la côte	54
2.3.1.5. La salinisation des eaux et des sols	54
2.3.1.6. Maintenir l'écoulement à la mer	55
2.3.1.7. L'importance de la culture du riz	55
2.3.2. Le delta du Rhône : les mutations du bassin et du delta	56
2.3.2.1. La récession du delta du Rhône à la fin du XIX ^e siècle	56
2.3.3. Le delta de l'Èbre seul face à la mer	58
2.3.3.1. Paysages du delta actif.	58
2.3.3.2. Impacts de l'aménagement du bassin sur le delta de l'Èbre.	59
2.3.3.3. Un delta soumis à l'action des vagues	60
2.3.4. Le delta de la plaine du Pô : la dispersion historique des points faibles	61
2.3.4.1. Une subsidence régionale accélérée.	61
2.3.4.2. Subsidence de la lagune de Venise et défense du littoral . .	61
2.3.4.3. Ravenne et Bologne	62
2.3.5. Le delta du Danube, l'espoir encore permis	62
2.3.5.1. Les éléments du delta	63
2.3.5.2. Les altérations de l'équilibre du delta.	63
2.3.5.3. Des raisons d'espérer ?	65
2.4. Conclusion	65

Chapitre 3. Deltas tropicaux en crise, entre ouverture et fermeture 67

3.1. Un delta ouvert et vivant, le delta du Gange et du Brahmapoutre	67
3.1.1. Des fleuves et un delta	68
3.1.2. Le delta Gange-Brahmapoutre-Meghna, le plus peuplé et le plus misérable du globe	69

3.1.2.1. Des inondations catastrophiques	70
3.1.2.2. Un delta subsident et soumis à la montée du niveau marin	73
3.1.2.3. La compensation sédimentaire d'origine fluviale	74
3.1.2.4. L'irrigation traditionnelle	75
3.1.2.5. La responsabilité des aménagements agricoles « modernes »	75
3.1.2.6. Le « partage » des eaux du Gange	77
3.1.2.7. Une effrayante domination de l'amont sur le Brahmapoutre	78
3.1.2.8. Les projections du changement climatique à l'échéance 2050 : de vastes migrations humaines	81
3.2. Le delta du Mékong en sursis	81
3.2.1. Une machine technique sans cesse plus complexe	81
3.2.1.1. Généralités humaines	81
3.2.1.2. La formation du delta	82
3.2.1.3. Choix technologiques et croissance économique	84
3.2.1.4. Les symptômes de la crise enregistrés dans le delta	86
3.2.2. Des facteurs émergents très inquiétants	90
3.2.2.1. L'expansion de l'irrigation au Vietnam et au Cambodge : une menace sur les débits d'étiage et les nappes	91
3.2.2.2. La construction des barrages-réservoirs du bassin et ses effets sur le delta du Mékong	92
3.2.2.3. La surexploitation du sable fluvial	93
3.2.2.4. Effet de la rupture sédimentaire sur les bouches deltaïques	95
3.2.2.5. Menaces sur la mangrove	96
3.2.3. Quels choix de gestion dans l'avenir ? Privilégier l'échelle du bassin	98
3.2.3.1. L'analyse de la complexité des réponses au cœur du delta	99
3.2.3.2. Le risque d'un facteur explicatif unique : le changement climatique	100
3.3. Le delta du Niger : l'exploitation de l'or noir sans contraintes	101
3.3.1. L'espace deltaïque	101
3.3.2. Les effets de l'extraction des hydrocarbures sur l'environnement	101
3.3.2.1. Une recherche presque impossible	101
3.3.2.2. L'échelle du bassin versant	102
3.3.2.3. La dynamique côtière	103
3.3.2.4. La sévère dégradation de l'environnement	103
3.3.3. De lourds enjeux sociaux et politiques	105
3.4. Le delta de l'Indus, un assèchement dramatique	106
3.4.1. Le delta et sa côte	106
3.4.2. Les effets délétères des barrages sur les flux d'eau et de sédiments	107

3.4.3. Une grave crise environnementale, économique et sociale	107
3.5. L'Ayeyarwady, les premiers symptômes du déséquilibre ?	110
3.5.1. La Birmanie, un pays au seuil du développement	110
3.5.2. L'Ayeyarwady, une énorme bande transporteuse	111
3.5.3. Le delta, crise ou stabilité ?	111
3.6. Conclusion	113

Chapitre 4. Le delta vieilli d'un pays neuf, le Mississippi 115

4.1. La Nouvelle-Orléans, une « ville inévitable dans un site impossible »	115
4.1.1. Les découvertes du fleuve	115
4.1.2. Aux origines de La Nouvelle-Orléans	116
4.1.3. Un espace aux lourds enjeux	117
4.2. Crues et protection de la basse vallée du Mississippi et du delta depuis 1717	120
4.2.1. Premières protections	120
4.2.2. Le début des protections généralisées	121
4.2.3. La crue de 1927 dans la vallée du Mississippi	122
4.2.4. Le plan Jadwin (1928)	123
4.2.5. Les éléments de la protection actuelle	124
4.3. Les « deltas » de la basse vallée du Mississippi, du <i>wilderness</i> à la crise actuelle	124
4.4. Le delta du Mississippi <i>stricto sensu</i> , un espace naturel en crise	128
4.4.1. Dynamique des flux et du paysage	128
4.4.2. L'Atchafalaya et ses lobes deltaïques	131
4.4.3. La conversion des marais du delta en eau libre et le recul côtier	133
4.5. Les ouragans et leurs effets sur le delta du Mississippi	136
4.5.1. L'ouragan Katrina	136
4.5.2. Quel avenir pour La Nouvelle-Orléans ?	138
4.5.2.1. Comment répondre à cette crise ?	138
4.5.2.2. Exhausser la ville ?	139
4.5.2.3. Les habitants du delta	140
4.6. Les sédiments du Mississippi et l'équilibre du delta	141
4.6.1. Simple baisse des apports ou déficit sédimentaire ?	141
4.6.2. La montée du niveau marin et le changement climatique	142
4.6.3. La reconstruction des marais	142
4.6.4. La gestion sédimentaire des branches deltaïques et le devenir des marais	143
4.6.5. Le plan de protection côtier	145
4.7. Conclusion	145

Chapitre 5. Quelles stratégies pour surmonter la crise des deltas ?	147
5.1. Les dynamiques deltaïques : des bilans contrastés à l'échelle du globe.	147
5.1.1. Le progrès des approches analytiques complexifie la compréhension des deltas à l'échelle du globe	147
5.1.1.1. Des bassins et des côtes	147
5.1.1.2. Les complexes deltaïques	148
5.1.1.3. Les paramètres océaniques de contrôle	148
5.1.1.4. Des facteurs internes au delta.	149
5.1.1.5. Des actions humaines directes ou forçages anthropiques	149
5.1.1.6. La montée du niveau océanique	149
5.1.2. Les effets imprévus de choix scientifiques	150
5.1.3. Des systèmes ouverts et fragiles	151
5.2. Quelques logiques de contrôle des fleuves et des deltas.	152
5.2.1. Situations de crise et connaissance.	152
5.2.2. L'ingénierie hydraulique contemporaine face aux dynamiques de domination économique	153
5.2.3. La connaissance scientifique au service de la politique des fleuves et de leur delta : le cas du Mékong	155
5.2.4. Avatars et vicissitudes de la géopolitique.	157
5.2.5. Expertise et conquête des marchés d'ingénierie en terres deltaïques	158
5.3. Quelle durabilité pour les deltas au XXI ^e siècle ?	
Approches comparatives.	162
5.3.1. La typologie des deltas selon les changements attendus du profil de risque	162
5.3.2. La typologie des deltas selon leur consommation d'énergie	163
5.3.3. Le degré de vulnérabilité ou la vulnérabilité relative des deltas face au changement en cours	164
5.3.4. La notion de point de bascule du delta comme système socio-économique	165
5.4. Des actions à l'échelle du système fluvial continental pour rééquilibrer les systèmes deltaïques	165
5.4.1. La mise en œuvre d'actions de gestion sédimentaire	166
5.4.2. L'élaboration de bilans sédimentaires actuels et futurs	168
5.5. Les actions développées dans le système deltaïque en réponse aux situations de crise	170
5.5.1. Les solutions structurelles : digues et levées fluviales	170
5.5.1.1. La protection des terres	170
5.5.1.2. Les digues à la mer.	170

5.5.2. Quelques solutions pour corriger le déficit sédimentaire des plaines deltaïques	172
5.5.2.1. Les leçons des détournements du Mississippi	172
5.5.2.2. Le delta du Rhône	173
5.5.2.3. Le delta de l'Èbre.	173
5.5.2.4. Le delta du Danube.	174
5.5.2.5. Le delta du Brahmapoutre au Bangladesh	174
5.5.3. Les solutions durables	175
5.5.3.1. La formation au risque et la réduction de la vulnérabilité	175
5.5.3.2. Développer la connaissance et la coordination	176
5.5.3.3. Adaptation des modes de production traditionnels et repli organisé.	176
5.5.3.4. Barrages à la mer ou défenses naturelles ? Le dilemme des Pays-Bas	176
5.5.3.5. Le delta du Mékong	177

Conclusion	179
-----------------------------	------------

Glossaire	181
----------------------------	------------

Bibliographie	187
--------------------------------	------------

Index des lieux	211
----------------------------------	------------

Index des noms communs	217
-----------------------------------------	------------

Sommaire Crises sédimentaires du globe 1	221
-----------------------------------------------------------	------------

Les grands deltas du globe sont menacés depuis plusieurs décennies et leur déclin semble inéluctable : ils reculent, s'enfoncent et perdent la fertilité qui a permis la vie de dizaines de millions d'habitants. Les deltas sont les victimes du tarissement spectaculaire des sédiments continentaux apportés par les fleuves aux océans.

Par nature, les deltas sont des organismes géologiques fragiles. Pendant des siècles, ils ont subi les actions humaines dans le vieux monde méditerranéen et européen. Une crise profonde affecte aujourd'hui les grands deltas tropicaux. Un chapitre est consacré au Mississippi, le delta vieilli d'un pays neuf.

Crises sédimentaires du globe 2 apporte une réflexion sur les stratégies possibles pour protéger les deltas du globe ou du moins les adapter au changement, eux et les sociétés qu'ils font vivre. Plusieurs modèles sont possibles entre la protection intégrale (Pays-Bas) et l'ouverture prudente aux forces de l'océan dans une perspective respectueuse de l'environnement.

L'auteur

Professeur émérite de géographie à l'Université Lyon 2, Jean-Paul Bravard est également membre honoraire de l'Institut universitaire de France. Il a publié de nombreuses études sur le Rhône et d'autres fleuves du globe au sujet desquels il est spécialiste.