

Deltas 2003

Monsieur Gilles Arnaud-Fassetta, Madame Mireille Provansal

Citer ce document / Cite this document :

Arnaud-Fassetta Gilles, Provansal Mireille. Deltas 2003. In: Géomorphologie : relief, processus, environnement, Octobre-décembre, vol. 9, n°4. pp. 207-210;

http://www.persee.fr/doc/morfo_1266-5304_2003_num_9_4_1185

Document généré le 13/06/2016

Deltas 2003

Gilles Arnaud-Fassetta* et Mireille Provansal**

Situated in the contact between the continental and marine environments, deltas constitute the possible outcome of the estuarine stage of the river mouths. Their construction is attributed to two main forcing factors: on one hand the eustatic variations, which control the available volume for the sedimentation and the position of the general base level, on the other hand the sediment yield, dependent on the climatic variability and the human activities in the catchment basin, as well as the capacities of transfer of the river channel. Often evoked, and sometimes discussed, the negative movements of the ground, that they are linked to the compaction of the sedimentary bodies, to the subsidence or to the Holocene visco-elastic adjustments can increase the effects of the eustatism. Finally, the action of tides and coastal currents is important only in meso- and macro-tidal zones, little represented in the Mediterranean Sea.

So, the deceleration of sea-level rise, during the Holocene, is at the origin of the implementation of the big deltas of the globe, which the base of the deposits was dated between 8,500 BP and 5,500 BP, for a modal age of 7,500-7,000 BP (Stanley and Warne, 1994). Even if these deltas have their own history and typical physiographic features, their lithostratigraphy is always characterised, according to the results of the sequential stratigraphy, by the succession of retrograding, aggrading, then prograding sequences: the fine deposits of peat bogs and tidal lagoons of the Pleistocene and of the beginning of Holocene, are gradually covered by the coastal sedimentary bodies of the prodelta, then the delta front and of the delta plain (Galloway and Hobday, 1996). The big heterogeneity of the sediment yield, combined with that of the marine hydrosedimentary processes (swells and tides), produces different deltaic geometries that W.E. Galloway (1975) classified in three categories: that of deltas dominated by the fluvial supplies (Saint-Georges's lobe of the present Danube Delta), that of deltas dominated by swells (the present Nile, Ebre, Pô and Rhône) and that of macro-tidal estuarine deltas. These morphological types constitute very often only a temporary or a transitional stage, numerous being the deltas the geometry of which modified during the Holocene, according to the evolution of the ratio between the "upstream" variables

Situés au contact entre les environnements continentaux et marins, les deltas constituent le prolongement possible du stade estuarien des embouchures fluviales. Leur édification est attribuée à deux principaux facteurs de forçage : d'une part les variations eustatiques, qui contrôlent le volume disponible pour la sédimentation et la position du niveau de base général, d'autre part les apports sédimentaires, dépendant de la variabilité climatique et des activités humaines dans le bassin versant, ainsi que des capacités de transfert du chenal fluvial. Souvent évoqués, et parfois discutés, les mouvements négatifs du sol, qu'ils soient liés à la compaction des séries sédimentaires, à la subsidence ou aux réajustements visco-élastiques holocènes peuvent accentuer les effets de l'eustatisme. Enfin, l'action des marées et des courants côtiers n'est importante que dans les zones méso-tidales et macro-tidales, peu représentées en Méditerranée.

Ainsi, la décélération, au cours de l'Holocène, de la vitesse de remontée du niveau marin est à l'origine de la mise en place des grands appareils deltaïques du globe, dont la base des dépôts a été datée entre 8500 BP et 5500 BP, pour un âge modal de 7500-7000 BP (Stanley et Warne, 1994). Même si ces deltas ont une histoire et des traits physiographiques qui leur sont propres, leur lithostratigraphie est toujours caractérisée, en accord avec les acquis de la stratigraphie séquentielle, par la succession de séquences rétrogradantes, aggradantes, puis progradantes : les dépôts fins des tourbières et des lagunes supra-littorales pléistocènes et du début de l'Holocène, sont progressivement recouverts par les corps sédimentaires côtiers du pro-delta, puis du front deltaïque et de la plaine deltaïque (Galloway et Hobday, 1996). La grande hétérogénéité des apports solides continentaux, combinée avec celle des processus hydrosédimentaires marins (houles et marées), produit des géométries deltaïques diverses que W.E. Galloway (1975) a classé en trois catégories : celle des deltas dominés par les apports fluviaux (lobe de Saint-Georges du delta du Danube actuel), celle des deltas dominés par les houles (Nil, Ebre, Pô et Rhône actuels) et celle des deltas estuariens macro-tidaux. Ces types morphologiques ne constituent bien souvent qu'un état temporaire ou transitoire, nombreux étant les deltas dont la géométrie s'est modifiée

* Équipe "Dynamique des Milieux et Risques" (DYNMIRIS), UMR 8586 CNRS-PRODIG, université Paris 7-Denis Diderot, CC 7001, 2 place Jussieu, 75251 Paris cedex 05, France. E-mail: fassetta@paris7.jussieu.fr

** Équipe "Géomorphologie et Tectonique", UMR 6635 CNRS-CEREGE, université Aix-Marseille 1, Europôle de l'Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04, France. E-mail: provansal@cerege.fr

(detritism) and those of "downstream" (base level, meteoric agents, tectonics).

Wet zones among the most productive of the world, deltas became the supports of the development of urban and rural communities, companies of salt, fishes and shell-fish, nature reserves and tourist activities. They also shelter historic and archaeological sites which allow to wonder about the evolution of the links which maintained the antique societies with an alleged repulsive, even hostile environment. These material, human and cultural stakes raise the question of the vulnerability, in front of risks of coastal erosion and marine floods, river floods and rapid negative movements of the ground. These "structural" risks of deltas are at present aggravated by the sea-level rise, linked to the intensification of the greenhouse effect, and increased by the reduction of the river solid discharges, which do not participate often any more to the sedimentary construction of deltaic plains.

With the coastal plains, the deltas allow to illustrate the present environmental problems on the evolution of the landscapes of the wet zones, the erosion balances on the scale of the catchment basin, the hydro-sedimentary mechanisms in relation to the immediate nearness of the sea level, etc. One of the demonstrations of this interest for deltas is the important number of contributions which are dedicated to them by the Earth sciences (fig. 1A). Leader reviews in this domain remain the Journal of Coastal Research, Marine Geology and Estuarine, Coastal and Shelf Science, who devoted, during the last decade (1993-2002), between 3% and 11% of their annual production to deltaic plains, for a total of 3,520 published articles (fig. 1B).

The idea to dedicate this issue (4/2003) of the review *Géomorphologie: relief, processus, environnement* to "Mediterranean" deltaic plains appeared during the field-trip "Camargue" which was organised in September 2002 within the framework of the *Commission des Hydrosystèmes Continentaux* of the *Comité National Français de Géographie*. It is necessary to say that the thematic issues on deltas were not numerous during these last years and none was able to be exhaustive, because of the number limited by pages which imposes generally the edition. The last one in date, published during the summer 1998 in the Journal of Coastal Research, includes some contributions on the deltas of the Mediterranean, in the exclusion however from several important deltas, among which that of the Rhône.

This special issue "Deltas 2003" includes six original contributions drafted in English by twenty-two European (France, Italy, Romania) and American (United States, Venezuela) authors, geomorphologists, geologists, sedimentologists, micropaleontologists, archaeologists and historians. This multi-disciplinary approach, based on techniques of prospecting adapted to the deltaic environments (sedimentary core samplings, geophysics, photo-interpretation, historic archives, etc.), brings to this issue a multi-field character, which allows it to cover several fields of the present research. Certain articles concern "very" known deltas, because of the important number of publications, which were dedicated to them (case of the Nile, the Danube or of

au cours de l'Holocène, en fonction de l'évolution du ratio entre les variables d'amont (détritisme) et celles d'aval (niveau de base, agents météo-marins, tectonique).

Zones humides parmi les plus productives du monde, les deltas sont devenus les supports du développement de communautés urbaines et rurales, d'entreprises productrices de sel, de poissons et de coquillages, de réserves naturelles et d'activités touristiques. Ils abritent également des sites historiques et archéologiques qui permettent de s'interroger sur l'évolution des liens qu'entretenaient les sociétés antiques avec un milieu réputé répulsif, voire hostile. Ces enjeux matériels, humains et culturels soulèvent la question de la vulnérabilité, face aux risques d'érosion et de submersion marines, d'inondations fluviales, de rapides mouvements négatifs du sol. Ces risques "structurels" des deltas sont actuellement exacerbés par l'élévation du niveau marin, qui est liée à l'intensification de l'effet de serre, et sont aggravés par la réduction des apports solides fluviaux, qui ne contribuent souvent plus à l'édification des plaines deltaïques.

Avec les plaines côtières, les deltas permettent d'illustrer les problématiques environnementales actuelles sur l'évolution des paysages des milieux humides, les bilans d'érosion à l'échelle du bassin versant, les mécanismes hydro-sédimentaires liés à la proximité immédiate du niveau de base, etc. L'une des manifestations de cet intérêt pour les deltas est le nombre important de contributions qui leur sont consacrées par les sciences de la terre (fig. 1A). Les revues "leaders" dans ce domaine restent le Journal of Coastal Research, Marine Geology and Estuarine, Coastal and Shelf Science, qui ont accordé, au cours de la décennie passée (1993-2002), entre 3 % et 11 % de leur production annuelle aux plaines deltaïques, pour un total de 3520 articles publiés (fig. 1B).

L'idée de consacrer ce numéro de la revue Géomorphologie : relief, processus, environnement aux plaines deltaïques "méditerranéennes" est apparue au cours de l'excursion "Camargue" qui fut organisée en septembre 2002 dans le cadre de la Commission des Hydrosystèmes Continentaux du Comité National Français de Géographie. Les numéros thématiques sur les deltas n'ont pas été nombreux durant ces dernières années et aucun n'a pu être exhaustif, en raison du nombre limité de pages qu'impose généralement l'édition. Le dernier en date, publié au cours de l'été 1998 dans le Journal of Coastal Research, comprend quelques contributions sur les deltas de Méditerranée, à l'exclusion cependant de plusieurs deltas importants, dont celui du Rhône.

Ce numéro spécial "Deltas 2003" comprend six contributions originales rédigées en anglais par vingt-deux auteurs européens (France, Italie, Roumanie) et américains (Etats-Unis, Venezuela), géomorphologues, géologues, sédimentologues, micropaléontologues, archéologues et historiens. Cette approche multi-disciplinaire, fondée sur des techniques de prospection adaptées aux milieux deltaïques (carottages sédimentaires, géophysique, photo-interprétation, archives historiques, etc.), apporte à ce numéro un caractère pluri-disciplinaire, qui lui permet de couvrir plu-

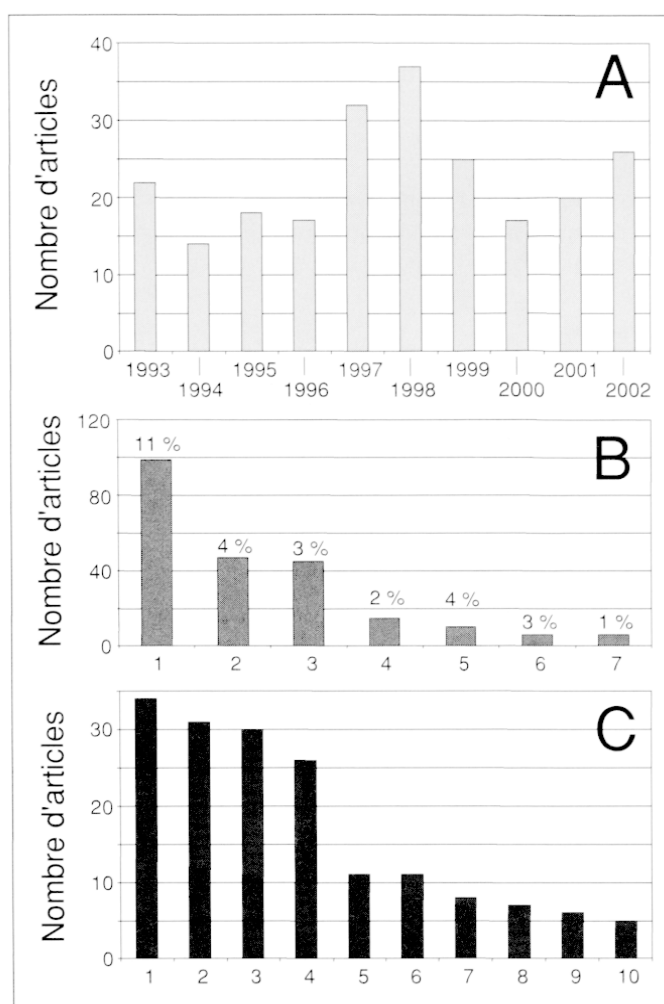
Fig. 1 – The publications on the hydrogeomorphology of deltas (decade 1993-2002).

A: annual number of articles published in seven international or national reviews of geomorphology or coastal dynamics (Journal of Coastal Research, Marine Geology, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Geomorphology, Catena, *Géomorphologie: relief, processus, environnement, Quaternaire*). B: total number of articles published in seven international or national reviews of geomorphology or coastal dynamics; 1 = Journal of Coastal Research; 2 = Estuarine, Coastal and Shelf Science; 3 = Marine Geology; 4 = Geomorphology; 5 = *Quaternaire*; 6 = *Géomorphologie: relief, processus, environnement*; 7 = Catena. The values in % indicate the percentage of articles dedicated to deltas with regard to the total sum of articles published in the year in the review. C: ten deltas on which exists the biggest number of publications (consulted reviews: Journal of Coastal Research, Marine Geology, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Geomorphology, Catena, *Géomorphologie: relief, processus, environnement, Quaternaire*); 1 = Nile Delta; 2 = Mississippi Delta; 3 = Yangtze (Chang Jiang) Delta; 4 = Rhône Delta; 5 = Danube Delta; 6 = Ebre Delta; 7 = Ganges-Brahmaputra Delta; 8 = Yellow River (Huang He) Delta; 9 = Rhine-Meuse Delta; 10 = Var Delta.

Fig. 1 – Les publications sur l'hydrogéomorphologie des deltas (décennie 1993-2002). A : nombre annuel d'articles parus dans sept revues internationales ou nationales de géomorphologie ou de dynamique côtière (Journal of Coastal Research, Marine Geology, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Geomorphology, Catena, *Géomorphologie : relief, processus, environnement, Quaternaire*). B : nombre total d'articles parus dans sept revues internationales ou nationales de géomorphologie ou de dynamique côtière ; 1 = Journal of Coastal Research ; 2 = Estuarine, Coastal and Shelf Science ; 3 = Marine Geology ; 4 = Geomorphology ; 5 = *Quaternaire* ; 6 = *Géomorphologie : relief, processus, environnement* ; 7 = Catena. Les valeurs en % indiquent le pourcentage d'articles consacrés aux deltas par rapport à la somme totale des articles parus dans la revue, durant l'année. C : les dix deltas sur lesquels on a le plus publié (revues consultées : Journal of Coastal Research, Marine Geology, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Geomorphology, Catena, *Géomorphologie : relief, processus, environnement, Quaternaire*) ; 1 = delta du Nil ; 2 = delta du Mississippi ; 3 = delta du Yangtze (Chang Jiang) ; 4 = delta du Rhône ; 5 = delta du Danube ; 6 = delta de l'Ebre ; 7 = delta du Gange-Brahmapoutre ; 8 = delta du Fleuve Jaune (Huang He) ; 9 = delta du Rhin-Meuse ; 10 = delta du Var.

the Rhône; fig. 1C). The others review "less" known deltas on which it remained to publish, in the image for example of the Aquileia plain.

The selected papers include five "big" subjects: 1) the rhythms and the factors of the geomorphological evolution of the Mediterranean deltas, as that of the Var (M. Dubar), or under Mediterranean influence, as that of the Danube (N. Panin); 2) the types of relations between the variability of the sediment yield and the position of the coastline, clarified from the example of the Rhône Delta (M. Provansal *et al.*); 3) the contribution of the geoarchaeology, as a trans-disciplinary approach of the relations between antique societies, deltaic environments, palaeohydrography and palaeohydrology, applied to the Aquileia plain (G. Arnaud-Fassetta *et al.*); 4) the coastal vulnerability in the present context of sedimentary deficit and sea-level rise, illustrated from the recent evolution of the Rhône Delta (F. Sabatier and S. Suanez); 5) the consequences of the deformations of the subsoil of deltaic plains on the risks of marine flood and damages for the human installations, described from the example of the Nile Delta (D.J. Stanley).



sieurs champs de la recherche actuelle. Certains articles portent sur des deltas très connus, en raison du nombre important de publications qui leur ont été consacrées (cas du Nil, du Danube ou du Rhône; fig. 1C). D'autres font le point sur des deltas moins connus sur lesquels il restait à publier, à l'image par exemple de la plaine d'Aquilée.

Cinq grandes thématiques se dégagent des contributions sélectionnées : 1) les rythmes et les facteurs de l'évolution géomorphologique des deltas méditerranéens, comme celui du Var (M. Dubar), ou sous influence méditerranéenne, comme celui du Danube (N. Panin) ; 2) les types de relations entre la variabilité des apports solides et la position du trait de côte, explicitées à partir de l'exemple du delta du Rhône (M. Provansal *et al.*) ; 3) l'apport de la géoarchéologie, comme approche transdisciplinaire des relations "sociétés antiques-environnements deltaïques-paléohydrographie-paléohydrologie", appliquée à la plaine d'Aquilée (G. Arnaud-Fassetta *et al.*) ; 4) la vulnérabilité littorale dans le contexte actuel de déficit sédimentaire et d'élévation du niveau marin, illustrée à partir de l'évolution récente du delta du Rhône (F. Sabatier et S. Suanez) ; 5) les conséquences des déformations du sous-sol des plaines deltaïques sur les risques de submersion et de dégâts pour les installations humaines, décrits à partir de l'exemple du delta du Nil (D.J. Stanley).

To finish, both guest editors of this thematic issue wish to thank warmly the Editorial Board of the review, all the authors as well as the members of the Reviewing Committee and the reviewers, who, by their remarks and their criticisms, contributed to the quality of articles. Finally, thanks to D.J. Stanley, E.J. Anthony, Y. Gunnell and A. Héquette, for the time which they devoted to verify and to correct texts in English.

Pour finir, les deux coordinateurs (guest editors) de ce numéro thématique tiennent à remercier chaleureusement le Comité de rédaction de la revue, tous les auteurs ainsi que les membres du Comité de lecture et les rapporteurs, qui, par leurs remarques et leurs critiques, ont contribué à la qualité des articles. Enfin, merci à D.J. Stanley, E.J. Anthony, Y. Gunnell et A. Héquette, pour le temps qu'il ont consacré à vérifier et à corriger les textes en anglais.

References

- Galloway W.E. (1975)** – Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In Broussard M.L. (ed.): *Deltas*. Houston Geological Society, 87-98.
- Galloway W.E., Hobday D.K. (1996)** – *Terrigenous clastic depositional systems. Applications to fossil fuel and groundwater resources*. Springer, Berlin, 489 p.
- Stanley D.J., Warne A.G. (1994)** – Worldwide initiation of Holocene marine deltas by deceleration of sea-level rise. *Science*, 265, 228-231.