

Bioaccumulations et bioconstructions fossiles

Fossil bioaccumulations and bioconstructions

Avant-propos

La richesse en organismes fossiles des dépôts sédimentaires anciens est extrêmement variable d'un faciès à l'autre et selon les époques géologiques. Dans la plupart des cas, les fossiles sont occasionnels, et dispersés dans les sédiments, à raison de quelques macrofossiles par mètre cube de dépôt. Toutefois, divers processus, paléodémographiques ou taphonomiques, ont parfois conduit à l'accumulation remarquable d'une grande quantité d'organismes [12]. Ces bioaccumulations sont constituées le plus souvent par regroupement et empilement de cadavres issus d'espèces et d'environnements variés, voire d'époques différentes, sous l'effet de courants, de vagues ou du vent. Des variations du taux de sédimentation peuvent également conduire, par des phénomènes de condensation, à des niveaux enrichis en fossiles non contemporains [6]. Enfin, dans certains cas, les bioaccumulations sont de véritables bioconstructions, dans lesquelles chaque nouvelle génération croît fixée sur les individus, voire les cadavres, des générations antérieures [11].

En milieu marin, les plus anciennes bioaccumulations sont probablement les bioconstructions réalisées par les cyanophycées, les stromatolites, développées dès le Précambrien [21]. À ces édifices stromatolitiques s'ajoutent au Cambrien les bioconstructions à archéocyathes, organismes primitifs apparentés aux spongiaires [9]. En plus des algues et des éponges, vont se développer au Paléozoïque les bioconstructions à coraux, notamment à l'Ordovicien et au Dévonien. Au Mésozoïque, l'association de bioconstructions à coraux, stromatopores et éponges siliceuses sera particulièrement importante au Jurassique moyen [13], tandis qu'au Jurassique supérieur les algues, sous forme de microbialites, seront associées aux coraux et aux éponges, lors d'un épisode récifal majeur [16]. Les récifs coralliens à cachet plus moderne se généraliseront

Foreword

The richness of sedimentary deposits in fossil organisms is extremely variable from a facies to another and according to the geological periods. In most cases, fossils are uncommon and scattered in the sediments with only a few macrofossils in each cube metre of deposit. However, various processes, palaeodemographic or taphonomic, have sometimes led to the noticeable accumulation of a great amount of organisms [12]. These bioaccumulations are generally constituted by mustering and stacking of corpses from various species and environments, even from different periods, under effects of currents, waves, or wind. Variations of the sedimentation speed can also lead, by time-averaging processes, to levels enriched in non-contemporaneous fossils [6]. Finally, in many cases, the bioaccumulations are true bioconstructions where each new generation grows attached to the individuals, dead or alive, of the previous ones [11].

In marine environments, the older bioaccumulations are probably the bioconstructions made by Cyanophyceae, the stromatolites, developed since Precambrian times [21]. To these stromatolitic buildings are added in the Cambrian the bioconstructions with archaeocyaths, primitive organisms related to sponges [9]. In addition to algae and sponges, bioconstructions with corals developed during the Palaeozoic, especially during the Ordovician and Devonian periods. During the Mesozoic, the association in bioconstructions of corals, stromatopores, and siliceous sponges was particularly important during the Middle Jurassic [13], when algae, in microbialitic structures, developed during the Late Jurassic, associated to corals and sponges, in relation to a main reefal event [16]. Modern coral reefs became widespread during the Neogene, and especially well developed in the Mediterranean and the Paratethys, from which they disappear at the end of the Miocene [19].

au Néogène, notamment en Méditerranée et dans la Paratéthys, dont ils disparaîtront à la fin du Miocène [19].

En dehors des algues, des porifères et des coraux, les macro-organismes marins à l'origine des bioaccumulations les plus fréquemment préservées à l'état fossile sont les mollusques. Ainsi, les ostréidés constituent des assemblages denses, récurrents dans les séries sédimentaires, dont on peut distinguer de simples accumulations de coquilles non fixées les unes aux autres (les lumachelles) de véritables bioconstructions (les crassats), où les spécimens se servent mutuellement de support. Qui plus est, les ostréidés ont pour particularité de pouvoir constituer à la fois des bioaccumulations en trois dimensions, comme les autres bioconstructeurs, mais aussi des colonies en deux dimensions, lorsqu'ils sont fixés sur des surfaces sédimentaires indurées ou des rochers [20]. Chez les mollusques lamellibranches, peu d'autres groupes ont constitué des bioaccumulations remarquables et, hormis les huîtres, l'exemple le plus connu est celui des rudistes, à l'origine de nombreuses bioconstructions créacées [17]. Des bioaccumulations mixtes, à bivalves et gastéropodes, se sont également constituées au Cénozoïque et ont abouti aux dépôts de type falun, particulièrement abondants dans le Paléogène du bassin d'Aquitaine et du bassin de Paris, mais aussi dans le Néogène de l'Ouest de la France [14]. Ces faluns néogènes atlantiques sont comparables aux bioaccumulations contemporaines de Méditerranée occidentale, les calcaires à algues, où l'abondance des bryozoaires, typique des faluns, est remplacée par l'abondance des rhodophycées [4]. Les nombreuses différences fauniques entre faluns et calcaires à algues marquent un net provincialisme au Néogène final entre la façade est-atlantique et l'Ouest méditerranéen, et soulignent la très faible contribution du biota du golfe de Gascogne à la reconquête de la Méditerranée occidentale après le Messinien [15]. Chez les mollusques gastéropodes, un modèle de bioaccumulation originale est celui réalisé par les vermétidés, dont les coquilles tubulaires forment des entrelacs complexes, pouvant aboutir à des bioconstructions [18]. Il existe également des bioaccumulations à brachiopodes, notamment au Jurassique, qui présentent un intérêt environnemental et chronologique particulier, utilisable dans le cadre de la stratigraphie séquentielle [7]. Enfin, même si la notion de bioaccumulation est habituellement appliquée à des macrofossiles, divers micro-organismes marins sont présents dans les dépôts anciens, avec une telle abondance que leur accumulation constitue une part importante des sédiments, notamment les radiolaires (radiolarites) et les diatomées (diatomites) [8].

Apart from algae, sponges and corals, the marine macro-organisms that produced the fossil bioaccumulations the more frequently preserved in geological strata are the molluscs. Thus, ostreids constitute dense assemblages, common in the sedimentary series, from which it is possible to distinguish simple non-cemented shell accumulations from true bioconstructions, where the specimens have grown attached one to each other. Moreover, ostreids have the peculiarity to constitute both three-dimension bioaccumulations, like other reef builders, and two-dimension accumulations, when they encrust hard sedimentary surfaces or rocks [20]. Among Bivalvia, few other groups have made noticeable bioaccumulations, and apart from the oysters, the most famous example is those of rudistids, which have made most of the Cretaceous bioconstructions [17]. Mixed bioaccumulations, with bivalves and gastropods, also existed during the Cenozoic and correspond generally to the 'faluns' facies, particularly abundant in the Palaeogene of the Aquitaine and Paris basins, but in the Neogene of western France too [14]. The Atlantic Neogene 'faluns' are comparable to the contemporaneous bioaccumulations of the western Mediterranean, the algal limestones, where the outstanding development of bryozoans, typical of the 'faluns', is replaced by the proliferation of red algae [4]. The numerous faunal differences between 'faluns' and algal limestones mark a conspicuous provincialism during the end of the Neogene between the East-Atlantic coast and the western Mediterranean, and indicate a very weak contribution of the Gascogne Gulf biota to the post-Messinian reconquest of the Mediterranean [15]. Among the gastropods, an original case of bioaccumulation was realized by the vermetids, from which the tubular shells can intermingle to make complex bioconstructions [18]. Bioaccumulations of brachiopods can be also found in fossil strata, especially for the Jurassic, and have a peculiar chronological and environmental interest, useful in sequence stratigraphy [7]. Finally, even if the idea of bioaccumulation is usually applied to macrofossils, various marine microorganisms are present in the deposits with such abundance that their accumulation constitutes an important part of the sediment, especially the radiolarians and the diatoms [8].

In terrestrial environments, apart from the bone beds, the fossil bioaccumulations correspond mainly to laminated clay or fine-grained limestones containing great amounts of leaf prints or cuticle compressions [2]. After having been transported by water, the leaves have accumulated on beaches and marine or lacustrine substrates. The macrofossils of plants have been generally sorted by

En milieu terrestre, hormis les concentrations d'ossements de type *bone beds*, les bioaccumulations préservées à l'état fossile correspondent, pour l'essentiel, à des faciès argileux laminés ou à des calcaires lithographiques présentant de grandes quantités d'empreintes foliaires ou de compressions de cuticules végétales [2]. Après un transit en milieu aquatique, les feuilles se sont accumulées sur des plages ou sur les fonds marins ou lacustres. Les macrorestes végétaux ont généralement été triés par densité et certains faciès sont enrichis en feuilles, tandis que d'autres le sont en bois fossile, préservé sous forme de dépôts charbonneux ou ligniteux, ou de bois silicifié. Associé à ces accumulations de bois fossile se trouve parfois de l'ambre, à savoir de la résine fossilisée. L'ambre constitue ainsi un cas unique de « bioproduction » (la résine), fossilisée généralement dans des bioaccumulations végétales, les dépôts ligniteux, et contenant elle-même des bioaccumulations algaires ou fongiques [5], voire des bioaccumulations animales (arthropodes) [10], avec des assemblages exceptionnels d'hôtes et de parasites, de proies et de prédateurs ou de phases d'accouplement [1]. Tout comme en milieu marin, ce ne sont pas seulement les macrofossiles terrestres qui peuvent aboutir à des bioaccumulations, la concentration de certains dépôts en pollen et en spores étant souvent importante [3].

Didier Néraudeau

Laboratoire de paléontologie–Géosciences Rennes,
UMR 6118, université Rennes-1, campus de Beaulieu,
263, avenue du Général-Leclerc, 35042 Rennes, France

1631-0683/\$ – see front matter © 2007 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.
doi:10.1016/j.crpv.2006.12.005

Références

- [1] D. Azar, Preservation and accumulation of biological inclusions in Lebanese amber and their significance, *C. R. Palevol* (2007).
- [2] G. Barale, Le Sud tunisien : lieu privilégié pour caractériser les taphofaciès végétaux du Mésozoïque, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [3] E. Barrón, M.J. Comas-Rengifo, Differential accumulation of miospores in Upper Miocene sediments from Cerdaña basin (eastern Pyrenees, Spain), *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [4] J.C. Braga, J. Aguirre, Coralline algal assemblages in Upper Neogene reef and temperate carbonates in Southern Spain, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 175 (2001) 27–41.
- [5] G. Breton, La bioaccumulation de micro-organismes dans l'ambre : analyse comparée d'un ambre cénonanien et d'un ambre sparnacien et de leurs tapis algaires et bactériens, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [6] P. Courville, P.-Y. Collin, Taphonomic sequences – A new tool for sequence stratigraphy, *Geology* 30 (2002) 511–514.
- [7] P. Courville, C. Crônier, P.Y. Collin, C. Blossse, S. Lorin, Intérêts environnemental et chronologique des bio-accumulations à brachiopodes. Exemple de l'Oxfordien supérieur (Jurassique supérieur) du Bassin parisien (France), *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [8] T. Danelian, S. Saint Martin, M.-M. Blanc-Valleron, Middle Eocene radiolarian and diatom accumulation in the equatorial Atlantic (Demerara Rise, ODP Leg 207). Possible links with climatic and palaeoceanographic changes, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [9] F. Debrenne, Lower Cambrian archaeocyathan bioconstructions, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [10] X. Delclòs, A. Arillo, A. Peñalver, E. Barrón, C. Soriano, R. López Del Valle, E. Bernárdez, C. Corral, V.M. Ortuño, Fossiliferous amber deposits from the Cretaceous (Albian) of Spain, *C. R. Palevol* 6 (2007).

density and consequently some facies are enriched with leaves when other ones are enriched with wood, preserved in coal, lignite, or silicified pieces. Associated to these fossil wood accumulations, amber can be found, a fossil resin that can contain microorganism or arthropod accumulations. Amber constitutes the only case of plant 'bioproduction' (the resin) that is generally fossilized in plant bioaccumulations, the lignitic deposits, and that itself contains bioaccumulations of algae or mycelium [5], and even bioaccumulations of arthropods [10] with outstanding assemblages of parasites and hosts, of predators and preys, or of coupling stages [1]. Like in marine environments, not only terrestrial macrofossils can lead to bioaccumulations, the concentration of certain sediments in palynomorphs being often particularly important [3].

Didier Néraudeau

Laboratoire de paléontologie–Géosciences Rennes,
UMR 6118, université Rennes-1, campus de Beaulieu,
263, avenue du Général-Leclerc,
35042 Rennes, France
Disponible sur Internet le 26 janvier 2007

1631-0683/\$ – see front matter © 2007 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.
doi:10.1016/j.crpv.2006.12.005

- [11] J.-C. Gall, *Paléocéologie, paysages et environnements disparus*, Masson, Paris, 1995.
- [12] S. Kidwell, Models for fossil concentrations: paleobiologic implications, *Paleobiology* 12 (1986) 6–24.
- [13] R.R. Leinfelder, D.U. Schmid, N. Nose, W. Werner, Jurassic reef patterns – the expression of a changing globe, in: W. Kiessling, E. Flügel, J. Golonka (Eds.), *Phanerozoic Reef Patterns*, 72, SEPM Spec. Publ., Tulsa, 2002, pp. 465–520.
- [14] D. Néraudeau, Lithologies, faunes et paléogéographies des dépôts de type falun, *Bull. Inf. Geol. Bass. Paris* 40 (2003) 6–12.
- [15] D. Néraudeau, Les bioaccumulations néogènes (calcaires à algues, faluns) d'Europe occidentale et leurs relations avec la crise messinienne, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [16] N. Olivier, B. Pittet, C. Gaillard, P. Hantzpergue, High-frequency palaeoenvironmental fluctuations recorded in Jurassic coral- and sponge-microbialite bioconstructions, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [17] J. Philip, Paléobiogéographie des Rudistes et géodynamique des marges mésogéennes au Crétacé supérieur, *Bull. Soc. Geol. France* 24 (1982) 995–1006.
- [18] J.-P. Saint Martin, G. Conesa, J.-J. Cornée, S. Saint Martin, J.-P. André, A. Ribaud-Laurenti, A. Benmoussa, Un processus original de construction-accumulation à vermetes (Messinien, Maroc), *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [19] J.-P. Saint Martin, D. Merle, J.-J. Cornée, S. Filipescu, S. Saint-Martin, I. Bucur, Les constructions coralliennes du Badénien (Miocène moyen) sur la bordure occidentale de la dépression de Transylvanie (Roumanie), *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [20] B. Videt, Typologie des assemblages d'ostreidés et interprétations paléoenvironnementales, *C. R. Palevol* 6 (2007).
- [21] G.E. Webb, Biologically induced carbonate precipitation in reefs through time, in: G.D. Stanley Jr. (Ed.), *The History and Sedimentology of Ancient Reef Systems*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2001, pp. 159–203.