

2.1. Les Algues crétaées: tendances générales

Par Alain François POIGNANT*)

Résumé

Le Crétacé est une période importante pour les Rhodophycées et les Dasycladacées, en particulier le Crétacé inférieur. Durant cette période, les Dasycladacées diminuent d'importance, à l'inverse des Rhodophycées. Plusieurs chiffres illustrent cette tendance, l'accélération de l'expansion océanique semble pouvoir expliquer les observations.

Abstract

The Cretaceous and especially the Lower Cretaceous is an important period for the Rhodophyceae and Dasycladaceae. During this period the Dasycladaceae are losing their predominance to the Rhodophyceae. This is shown by a comparison of the number of Lower and Upper Cretaceous species and genera. It is assumed that this evolutionary trend is caused by sea floor spreading.

1. Introduction

Le système crétaé représente un laps de temps (65 millions d'années) suffisamment long pour voir se dessiner des tendances générales, mais, pour le paléoalgologue, le début et la fin de la période posent un problème d'ordre stratigraphique.

En effet, la base, mal définie ne renferme pas, ou très peu, d'algues et les auteurs ont consciemment ou non associé le Berriasien et le Valanginien. On

*) Centre d'Etudes des Algues fossiles, Université P. & M. Curie - Boîte 2000 - 4, place Jussieu - F-75252 Paris cédex 05.

constate pour la limite supérieure un extraordinaire degré d'incertitude puisque pour certains auteurs le Sénonien comprend le Maestrichtien, pour d'autres, il en est exclu, le Crétacé supérieur inclut ou non le Danien, le Paléocène est mal défini ou encore intégré à l'Eocène. Il est évident que l'interprétation des données bibliographiques est entachée d'une relative imprécision.

2. Genres

Deux grands groupes ont été choisis: la totalité des Rhodophycées calcaires et les Dasycladacées calcaires (algues vertes). Il ne s'agit pas de taxons hiérarchiquement identiques, mais de groupes de même importance.

A) Rhodophycées

30 genres; 8 sont hérités du Jurassique et 20 se poursuivront au Paléocène.

1. Apparitions: 22 genres dont 17 au Crétacé inférieur et 5 au Crétacé supérieur. Pour l'ensemble, le taux de renouvellement est 0,73, ce qui est considérable.

2. Disparitions: 10 au total, soit 3 au Crétacé inférieur et 7 au Crétacé supérieur. Le taux de disparition est de 0,33.

3. La limite Jurassique-Crétacé n'est pas très marquée; 8 genres assurent la continuité; les genres nouveaux n'apparaissant que plus tard.

4. La limite Crétacé-Paléocène n'est pas mieux marquée: 19 genres sont ubiquistes et sur les 7 genres qui disparaissent au cours du Crétacé supérieur, 2 seulement le font au Maestrichtien supérieur et 2 apparaissent à la base du Paléocène.

B) Dasycladacées

Sur les 24 genres de Dasycladacées, 11 sont hérités du Jurassique et 6 se poursuivront au Paléocène. On peut rappeler qu'une vision plus générale des Algues vertes comprend 35 genres de Dasycladales et 5 genres d'Udotacées.

1. Apparitions: 13 uniquement au Crétacé inférieur, aucune au Crétacé supérieur, ce qui peut être interprété comme un signe de déclin. Le taux de renouvellement n'est que de 0,54, c'est-à-dire assez faible.

2. Disparitions: 18 au total soit 11 au Crétacé inférieur (61%) et 7 au Crétacé supérieur (39%), soit un taux élevé de disparition: 0,75.

3. La limite Jurassique-Crétacé n'apparaît pas ici non plus de façon nette puisque 11 genres sont issus du Jurassique et 13 apparaîtront mais au cours du Crétacé inférieur (Barrémien surtout).

4. La limite Crétacé-Paléocène n'est pas mieux marquée: 7 genres disparaissent au cours du Crétacé supérieur dont 2 seulement au Maestrichtien supérieur. La «crise» semble profitable aux Dasycladacées puisque 11 genres nouveaux feront leur apparition dès le début du Danien.

En résumé

	Rh.	Dasy.
- Genres apparus au <i>Crétacé inférieur</i>	57%	54%
- Genres apparus au <i>Crétacé supérieur</i>	17%	0
- Genres hérités du <i>Jurassique</i>	27%	46%
- Genres disparus au <i>Crétacé inférieur</i>	10%	46%
- Genres disparus au <i>Crétacé supérieur</i>	23%	29%
- Genres passant au <i>Paléocène</i>	63%	25%
- Taux d'apparition	0,73	0,54
- Taux de disparition	0,33	0,75

Il y a là des comportements inverses, un groupe semble vouloir remplacer l'autre.

3. Espèces

On compte environ 600 citations dont 41% pour le Crétacé inférieur.

A) Crétacé inférieur

	V.	H.	B.	Ap.	Al.	Tot.
Rh.	19	14	18	26	36	113
Dasy.	21	16	44	37	11	129
Tot.	40	30	62	63	47	242

Les Rhodophycées représentent 47% des espèces citées durant le Crétacé inférieur.

B) Crétacé supérieur

	Ce.	T.	C.	S.	Ca.	M.	T.
Rh.	54	41	34	47	49	75	300
Dasy.	17	11	6	5	5	10	54
Tot.	71	52	40	52	54	85	354

Les Rhodophycées représentent 85% des espèces citées dans le Crétacé supérieur; le renversement de tendance est net.

On peut exprimer ce renversement de tendance d'une autre façon.

1. Rhodophycées: sur la totalité des espèces citées, l'Hauterivien représente 0,3% et le Maestrichtien 18%,

2. Dasycladacées: sur la totalité des espèces citées le Barrémien représente 24% et le Santonien (ou le Campanien) 0,27%,

3. Au Crétacé inférieur, les Rhodophycées représentent 47% des citations, au Crétacé supérieur 85%.

On constate encore qu'il y a 1,25 fois plus de genres de Rhodophycées que de genres de Dasycladacées, mais il y a 2,26 fois plus d'espèces.

Le renversement de tendance est incontestable et il s'effectue durant l'Aptien-Albien. Le détail est en réalité plus complexe: au cours du Valanginien et de l'Hauterivien, on constate d'abord une diminution du nombre des espèces d'Algues rouges et vertes; c'est la fin du cortège jurassique.

*) Le renouvellement des Dasycladacées se fait avec éclat au Barrémien (34% des espèces du Crétacé inférieur) à partir duquel se produit le lent déclin.

*) Le renouvellement des Rhodophycées est plus discret, car plus lent. Il commence au Barrémien mais se poursuit en s'amplifiant à l'Aptien et à l'Albien (32% des espèces du Crétacé inférieur). Durant le Crétacé inférieur, on assiste à la mise en place des Corallinacées avec quelques genres, peu d'espèces et de nombreux individus.

*) Le Crétacé supérieur verra l'amplification du phénomène: déclin des Dasycladacées (jusqu'à 1% du cortège) et domination des Rhodophycées (21% du cortège au Maestrichtien).

4. Espèces/Unité de temps

On peut trouver par ce biais des ordres de grandeur, compte-tenu de la variété des chiffres proposés pour les datations.

	V.	H.	B.	Ap.	Al.	
Espèces totales	4	6	31	13	4	
Rh.	1,9	2,8	9	5,2	3	
Dasy.	2,1	3,2	22	7,8	1	
	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
Espèces totales	18	17	20	17	5	11
Rh.	13,5	13,6	17	15,6	4,4	9,4
Dasy.	4,5	3,4	3	1,4	0,6	1,6

Ces chiffres apportent peu d'informations mais on doit retenir le comportement des Rhodophycées au Coniacien (17 espèces par million d'années) et des Dasycladacées au Barrémien (22 espèces par million d'années). Cela ne fait que confirmer ce qui a été dit plus haut.

5. Apparitions d'espèces nouvelles (Rhodophycées)

Durant l'ensemble du Crétacé, on enregistre 114 espèces nouvelles dont 67% au cours du Crétacé supérieur.

	V.	H.	B.	Ap.	Al.	Tot.
	8	1	6	8	15	38
Nb. d'espèces nouvelles						
	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
	30	2	4	14	5	21
						Tot.
						76

Le Cénomaniens représente à lui seul 40% des espèces nouvelles du Crétacé supérieur (ou 26% du Crétacé total), à l'inverse l'Hauteriviens et le Turonien marquent le pas.

Le taux d'apparition par unité de temps est:

V.	H.	B.	Ap.	Al.	
0,8	0,2	3	1,6	1,25	
Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
7,5	6,7	2	4,7	0,45	2,6

6. Disparitions des espèces (Rhodophycées)

On compte 102 disparitions d'espèces durant le Crétacé dont 72% au Crétacé supérieur.

	V.	H.	B.	Ap.	Al.	Tot.	
	6	3	1	5	14	29	
Nb. d'espèces disparues	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.	Tot.
	15	12	1	3	5	37	73

Le Maestrichtien représente 51% des disparitions du Crétacé supérieur (36% du Crétacé total). La «crise» peut être invoquée. A l'inverse, les comportements du Barrémien et du Coniacien peuvent retenir l'attention.

A titre de comparaison, on peut calculer le taux de disparition par unités de temps.

V.	H.	B.	Ap.	Al.	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
0,6	0,6	0,5	1	1,2	3,75	4	0,5	1	0,45	4,6

En résumé, le Crétacé inférieur a un solde positif de 9 espèces nouvelles et le Crétacé supérieur de 3, soit +12 pour l'ensemble du Crétacé. Le détail est alors:

V.	H.	B.	Ap.	Al.	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
+2	-2	+5	+3	+1	+15	-10	+3	+11	0	-16

Le Barrémien et le Cénomaniens sont nettement positifs, Turonien et Maestrichtien sont nettement négatifs.

Cela confirme l'installation de l'association et son développement au Barrémien et au Cénomaniens, mais aussi l'influence de la «crise» au Maestrichtien. Les conclusions sont moins claires, en ce qui concerne le Turonien dont la définition précise, les faciès et les limites sont restées longtemps floues.

7. On peut exprimer la vitalité du renouvellement d'une association par le rapport

$$\frac{\text{nombre d'espèces nouvelles}}{\text{nombre d'espèces disponibles}}$$

V.	H.	B.	Ap.	Al.	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
0,4	0,07	0,3	0,3	0,4	0,5	0,04	0,1	0,1	0,1	0,3

ou encore par le rapport $\frac{\text{nombre d'espèces nouvelles}}{\text{nombre d'espèces disparues}}$

V.	H.	B.	Ap.	Al.	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
1,3	0,3	6	1,6	1	2	0,16	4	4,6	1	0,6

là encore la réponse est claire.

8. Enfin, le rapport $\frac{\text{Algues rouges}}{\text{Algues vertes}}$ permet de quantifier un aspect de la paléocéologie.

Dans l'actuel, ce rapport peut aller jusqu'à 6 (ou plus) exprimant alors un mode battu. Les chiffres proposés devraient être modifiés pour tenir compte des formes calcaires non comptabilisées mais on peut retenir l'ordre de grandeur:

1)	V.	H.	B.
	0,9	0,8	0,4

2)	Ap.	Al.	Ce.	T.	Co.	S.	Ca.	M.
	0,7	3,3	3,2	3,7	5,7	9,4	9,8	7,5

Dans un premier temps, ce taux baisse; on peut suggérer que l'on assiste d'abord à la mise en place de milieux abrités, calmes, type plate forme interne. Puis les taux augmentent de façon considérable jusqu'au Campanien inclus. On peut imaginer que les conditions changent, le mode battu domine nettement (expansion océanique?).

La baisse du rapport au Maestrichtien est plus délicate à interpréter; c'est peut-être à la signature de la «crise» mais bien des hypothèses peuvent être proposées.

9. Répartition géographique

Les Algues crétacées ont dans leur ensemble une très vaste répartition géographique dépassant les limites habituelles de la Téthys.

Au Crétacé inférieur, avant la véritable éclosion des Rhodophycées, les Algues sont fréquentes dans les faciès urgoniens diachrones et sont plus ou moins circonscrites aux limites de la Téthys.

Au Crétacé supérieur, et même dès l'Albien inférieur, les Rhodophycées deviennent dominantes et sortent très largement des limites téthysiennes:

latitudinalement on les trouve actuellement entre le tropique du Capricorne et 55°N, c'est à dire du S de la Suède, du Schleswig-Holstein-Basse-Saxe-Mecklembourg à la Namibie ou Madagascar. Les Algues accompagnent très bien l'ouverture de l'Atlantique S.

longitudinalement on les trouve actuellement des Rocheuses (au delà de 120°W) jusqu'en Inde (au delà de 90° E) et probablement bien plus à l'Est.

La répartition générique ou spécifique n'apporte aucun argument nouveau concernant le domaine téthysien. Il n'en reste pas moins vrai qu'on a davantage d'informations sur la Téthys proprement dite, d'où un point de vue faussé.

Les éventuelles barrières gênant ou limitant l'expansion des Algues sont sédimentologiques (faciès détritiques wealdiens, craie, flysch . . .).

10. Conclusions générales

Durant la longue histoire des algues, le Crétacé est une étape importante. C'est, en effet, une période d'inventions:

- invention du sporange isolé,
- invention du sore,
- invention du conceptacle multiperforé, le conceptacle monopерforé étant déjà connu,
- invention de l'articulation (l'existence d'Archamphoroa au Jurassique supérieur n'étant pas confirmée).

Il restera à inventer le mégacyte et à faire réapparaître les cellules polygonales. Il est important de souligner qu'aucune disparition de structure n'est constatée.

En héritage, le Jurassique a laissé deux grandes familles: Solénoporacées et Gymnocodiées qui vont peu à peu disparaître. On a là un très bel exemple d'une compétition, d'une lutte d'influence entre Solénoporacées-Gymnocodiées et les Corallinacées, curieusement absentes pendant plus de 120 millions d'années. Les Corallinacées sont mieux adaptées (présence de tissus différenciés et surtout d'un hypothalle de fixation, protection des organes reproducteurs, articulation, moindre sensibilité aux variations de température, de salinité, de profondeur . . .) et vont donc occuper les niches écologiques.

Les nouveaux genres apparaissent lentement au Crétacé inférieur; ils sont tous, au début du moins, monospécifiques mais les individus sont nombreux. Au Crétacé supérieur, ce sera la multiplication rapide des espèces (exemple: Archaeolithothamnium: 2 espèces au Crétacé inférieur, 26 espèces au Crétacé supérieur).

Cette rivalité va quasiment exterminer les Solénoporacées et les Gymnocodiées au bénéfice des Corallinacées mais se fait aussi de façon très nette au détriment des Dasycladacées.

Le Crétacé est pour les Dasycladacées une période difficile, le relais entre les formes aspondyles et euspondyles ne semblent pas leur conférer un avantage; leur déclin est très net.

Il y a dans tout cela des raisons phylogénétiques certaines et difficiles à cerner, mais il y a peut-être et surtout des causes paléogéographiques. Il semble que l'expansion océanique et les bouleversements qu'elle apporte soit une des

explications des comportements contradictoires des Algues crétacées. Les variations de l'expansion océanique contribuent à de profondes transformations: transgressions, régressions, modifications des marges, hydrodynamisme, réduction des plates formes, approfondissement des milieux marins, modifications du thermalisme sous-marin, évolution du chimisme de l'eau de mer, changements dans la répartition des courants marins, variations des températures océaniques. C'est ainsi que certaines périodes verraient la quasi-disparition des plates-formes et l'approfondissement du milieu marin favorable aux Corallinacées. D'autres périodes seraient favorables à la formation de l'aragonite (d'où prolifération des Dasycladacées) ou de la calcite (prolifération des Corallinacées). Il est évident que les formes les mieux adaptées, ou les mieux adaptables vont occuper efficacement les nouveaux territoires; les Corallinacées sont le type même de ces formes conquérantes. D'autres organismes marins (Rudistes ?) semblent avoir des réactions synchrones.

Il paraît nécessaire de replacer les Algues crétacées dans un contexte biologique et géodynamique général.

11. Bibliographie

- BASSOULLET, J. P., BERNIER, P., CONRAD, M. A., DELOFFRE, R., et JAFFREZO, M. (1978): Les Algues dasycladales du Jurassique et du Crétacé. – *Géobios*, **2**: 330 p.
- DELOFFRE, R., et GENOT, P. (1982): Les Algues dasycladales du Cénozoïque. – *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod. Elf Aqu.*, **4**: 247 p.
- DELOFFRE, R., et POIGNANT, A. F. (1978): Détermination générique d'algues mésozoïques: Floridées et Dasycladacées. – *Bull. Centre Rech. Expl. Prod. Elf Aqu.*, **2/1**: 39–60.
- POIGNANT, A. F. (1979): Les Algues rouges crétacées: relations mer boréale-Téthys. – *Aspekte der Kreide Europas. I.U.G.S., Series A*, **6**: 273–278.
- POIGNANT, A. F. (1981): Sur des formes nouvelles d'Algues rouges crétacées. *Cret. Research*, **2**: 187–195.
- POIGNANT, A. F. (1981): Les Algues calcaires au Crétacé moyen. – *Cret. Res.*, **2**: 405–408.
- POIGNANT, A. F. (1981): Les Algues du Crétacé moyen; tendances générales. – *Cret. Res.*, **2**: 503–504.
- POIGNANT, A. F. (1982): Les Algues turoniennes. – *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, **XLIX**: 197–202.
- POIGNANT, A. F. (1983): Les Algues crétacées (Barrémien à Coniacien). – *Zitteliana* **10**: 309–312.
- POIGNANT, A. F. (1983): Les Algues sénoniennes: aspects évolutifs. – *Géol. Méditerran.*, **X/3-4**: 239–241.
- POIGNANT, A. F., & LOBITZER, H. (1982): Les Algues de l'Albien supérieur du Nigéria. – *Cahiers de Micropaléontologie*, **2**: 35–38.
- POIGNANT, A. F., & MICHAUD, F. (1985): *Lithophyllum berriozabalense* et *Lithothamnium subguabaiense*; deux nouvelles espèces de Mélobésiées du Crétacé supérieur mexicain. – *Bull. Centres Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine*, **9/1**: 127–135.
- RAMAKAVELO, G. (1989): Etude micropaléontologique du Crétacé supérieur et du Paléocène de la région de Toliary (Tuléar), Bassin de Morondava (Madagascar). – Thèse Université P. & M. Curie, Paris VI, 174 p.