

Structure et succession des communautés phytoplanctoniques dans les eaux côtières sous influence amazonienne (Guyane française)

I. Jaussaud¹, L. F. Artigas¹, J. F. Ternon², D. Guiral²

¹ FRE 2816 ELICO, MREN- Université du Littoral (ULCO) - Wimereux - France

E-mail : Ivaneide.De-Rosario-Marinho@univ-littoral.fr, ivamar@hotmail.com, Felipe.Artigas@univ-littoral.fr

² UR 053 ELISA – CRHMT - IRD / IFREMER – Sète – France

E-mail : jean.francois.ternon@ifremer.fr, daniel.guiral@club-internet.fr

Estrutura e sucessão de comunidades fitoplânctônicas em águas costeiras sob influência amazônica (Guiana Francesa)

Resumo: A estrutura da comunidade fitoplânctônica da zona costeira da Guiana Francesa foi analisada para as campanhas (ELISA/PNEC Guiana) de novembro de 2002 à junho de 2004. Os resultados mostraram uma dominância quase exclusiva de diatomáceas, com a presença de alguns representantes de dinoflagelados. As associações entre as espécies mostram grupos definidos em função de uma variabilidade temporal e espacial (em termos de um gradiente da costa até a zona do platô continental interno e em função de diferenças entre as estações propriamente ditas).

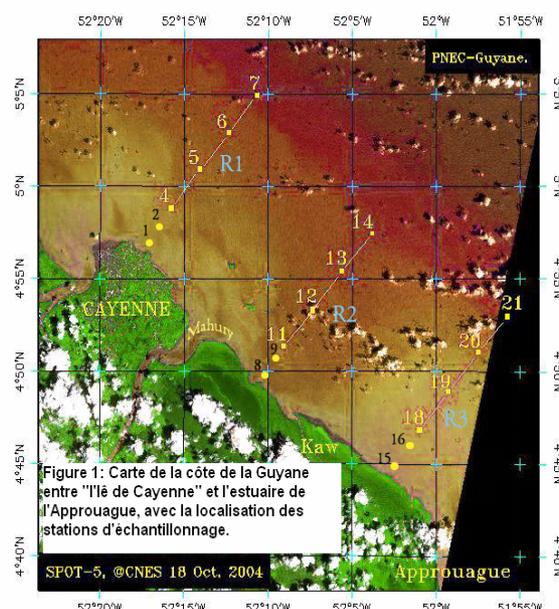
Introduction

La côte de la Guyane constitue un système côtier marin sous l'influence d'apports continentaux locaux (fleuves, mangroves, vasières littorales) et amazoniens. D'un point de vue écologique, l'identification des espèces phytoplanctoniques et de leurs associations est d'avantage important pour la caractérisation du milieu en termes de diversité et productivité et aussi pour comprendre le rôle que ses associations jouent dans l'équilibre de plusieurs éléments chimiques tels que la silice, le carbone, l'azote et phosphore. Dans ce contexte, ce travail a permis une estimation préliminaire des associations d'espèces de phytoplancton sur la côte guyanaise, de leur distribution spatiale et temporelle et de leur diversité spécifique.

Matériel et Méthodes

Sites d'échantillonnage

Ce travail est réalisé dans le cadre du programme ELISA/IRD (Ecosystèmes Littoraux sous l'Influence Amazonienne) et PNEC Chantier Guyane. Les campagnes de prélèvement « ELISA » ont été réalisées en mer (zone côtière entre les isobathes 5m et 20m) entre novembre 2002 et juin 2004: ELISA 2 (novembre 2002); ELISA 3 (mars 2003); ELISA 4 (juin 2003); ELISA 5 (juillet 2003); ELISA 6 (septembre 2003) et ELISA 7 (juin 2004). Les campagnes ELISA se sont déroulées en mer le long de trois radiales perpendiculaires à la côte (côte-large). Chaque radiale a comporté 4 stations (Figure 1).



Paramètres hydrobiochimiques

Des paramètres chimiques (NO_3 , NH_4 , MEST, MESO, MESM, PO_4 , Si(OH)_4 et biologiques (Chlorophylle *a* et phéopigments: méthode d'extraction fluorimétrique (Yentsch & Menzel, 1963)) ont été prélevés en sub-surface et analysés par le laboratoire de Chimie (Laboratoire de Moyens Analytiques) de l'IRD/Guyane. Les variables salinité, conductivité et température ont été mesurées *in situ* à l'aide d'un conductimètre.

Dénombrement du phytoplancton

Les échantillons de 120ml pour le phytoplancton ont été fixés avec 120 μL d'une solution de lugol alcalin et 120 μL d'une solution de glutaraldehyde et les organismes ont été identifiés et comptés en suivant la méthode de sédimentation d'Uthermöhl (1958). Pour l'analyse quantitative du phytoplancton, la diversité des taxons a été mesurée par rapport à la diversité de Shannon-Wiener (H') et l'équitabilité de Pielou (J). Les associations entre les espèces et l'identification des espèces indicatrices ont été déterminées par la méthode d'écologie de communautés TWINSPAN (Two Way Indicator SPecies ANALysis) (Legendre et Legendre, 1998).

Résultats et discussion

Pendant les périodes d'échantillonnage, les années 2002, 2003 et 2004 ont présenté une évolution saisonnière très marquée avec les plus fortes valeurs des précipitations entre fin mars et juin (Figure 2) mais avec un décalage de la saison humide en 2003 qui a débutée fin avril. La saison sèche (entre juillet et novembre) a été bien marquée entre août, septembre et octobre 2003 et 2004. Un gradient halin croissant de la côte vers le large, à l'exception de la saison sèche de septembre 2003 (au cours de laquelle des eaux amazoniennes dessalées et chargées en silicates ont probablement traversé le plateau interne au niveau des stations 20 et 21), a été observé surtout pour la radiale Approuague (Figure 3), dont des valeurs entre un minimum de 9,4 (station 15, juin 2004) et un maximum de 32,6 (station 21, juillet 2003) ont été détectées. Les concentrations en matériel en suspension totale, minérale et organique (MEST, MESM et MESO) ont présenté un gradient, décroissant, de la côte vers le large, avec des valeurs très élevées entre 1454 mg.L^{-1} (station 1, juin 2004) et $< 50 \text{ mg.L}^{-1}$ (stations 13 et 14, de novembre 2002 et mars 2003). Cette tendance a été provoquée par d'importantes décharges des fleuves locaux (plus importantes en saison sèche) à la côte, et par d'importantes remises en suspension des vases côtières ainsi que par un probable apport de matériel d'origine amazonienne.

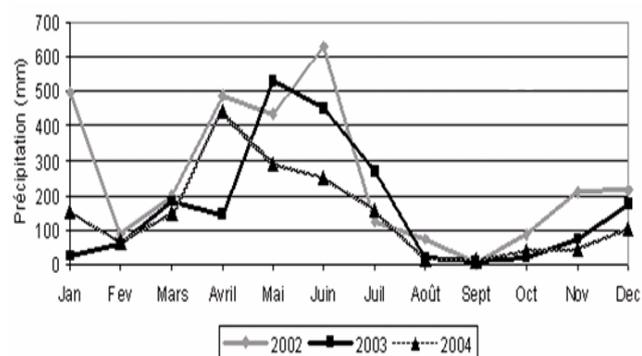


Figure 2: Sommes mensuelles des valeurs de précipitation pour les années 2002, 2003 et 2004

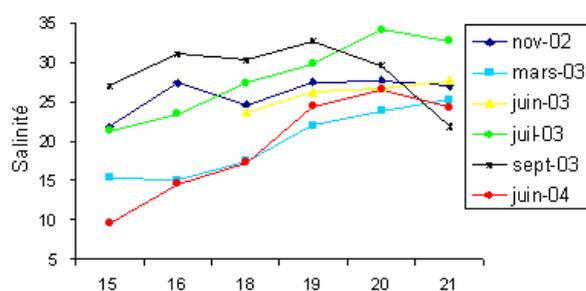


Figure 3: Gradient de salinité de la côte vers le large pour la radiale Approuague

La silice ($\text{Si}(\text{OH})_4$) a présentée des valeurs plus élevées (l'ordre de 20 à 52 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) en juin 2004 en comparaison aux autres périodes. En cette saison, nous observons des concentrations maximales en eaux littorales au SW de la zone (Figure 4). Les concentrations de NO_3 et PO_4 le plus faibles ont été trouvées en juin et juillet 2003 et les plus élevées dans les stations littorales de chaque radiale (16,8 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de NO_3 et 0,86-0,91 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de PO_4). Les concentrations en NH_4 pour la période d'étude ont été faibles entre 0 et 0,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

Les concentrations de chlorophylle *a* ont présenté une variabilité spatio-temporelle, avec de plus fortes valeurs dans les stations littorales et quelques accroissements au niveau du plateau continental interne à la limite de notre zone d'étude (Figure 5) telle que la station 21 de la radiale Approuague pour mars 2003.

La chlorophylle *a* ($\text{Chlo-a } \mu\text{g.L}^{-1}$) a présenté une corrélation significative négative avec la salinité ($r=-0.67$) et positive avec la silice et le MESM ($r=0.81$ et $r=0.72$) en novembre 2002. La distribution spatio-temporelle de la chlorophylle *a* et des phéopigments est liée à la présence des eaux côtières dessalées et riches en nutriments et en matériel en suspension (résultat de l'analyse d'Ordination ACP réalisée avec une variance de 89,87% expliquée par les variables hydrobiochimiques), malgré l'effet négatif des fortes teneurs en matières en suspension pour la pénétration de la lumière et la photosynthèse. Pour le phytoplancton, 101 espèces ont été identifiées au niveau de genre et espèces. La majorité des espèces identifiées appartient à la Classe des Diatomées et 10 espèces de Dinoflagellés telles que les genres *Ceratium*, *Protoperdinium*, *Prorocentrum* et *Pyrophacus*. Une élevée diversité H' a été trouvée au cours des campagnes de novembre 2002 (4,3, station 15) et mars 2003 (3,2 station 8) dans les stations littorales, avec un gradient décroissant de la côte vers le large. Les valeurs d'équitabilité J , n'ont pas montré de différences significatives spatiale et temporelle avec des valeurs de 0,15 (stations 11 et 18, en juin 2003) 0,6 (station 16 en novembre 2002).

Le résultat du TWINSPAN pour les espèces phytoplanctoniques, a montré une communauté très riche, variant un peu en fonction du temps (différences entre les communautés dominantes en juin 2004 et celles des autres campagnes) mais surtout en fonction des stations considérées. Trois associations principales ont été observées avec cette analyse : (i) association pour juin 2004 avec les espèces indicatrices dont le dinoflagellé *Ceratium lineatum* et les diatomées *Cyclotella stilorum* et *Coscinodiscus oculus-iridis* et les

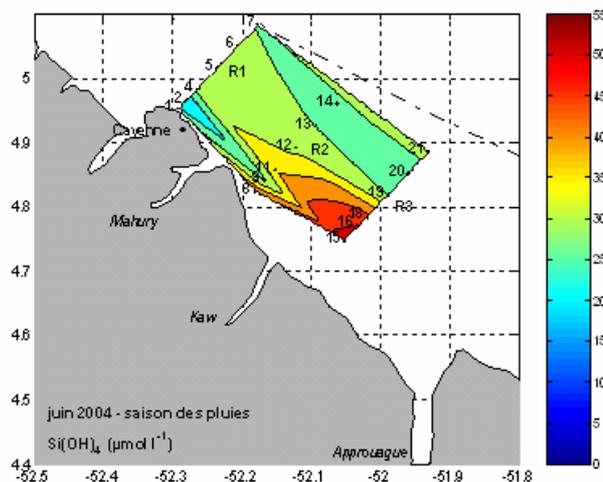


Figure 4: Variabilité spatio-temporelle en teneurs en silice $\text{Si}(\text{OH})_4$ pour juin 2004

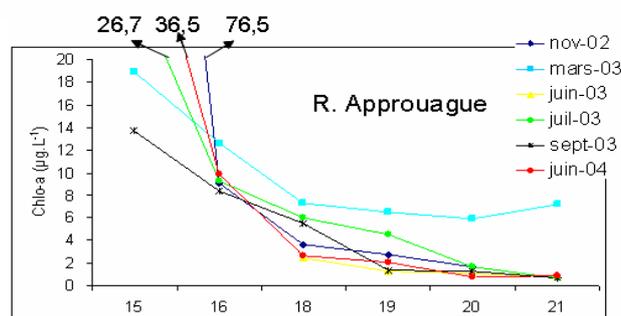


Figure 5: Distribution de chlorophylle-a pour la radiale Approuague

espèces dominantes: *Pyrophacus sp*, *Chaetoceros affinis* et *Ceratulina dentata*, qui ont dominé dans les stations du plateau interne des radiales de Kaw et Approuague; (ii) une autre association pour les échantillons des eaux littorales des trois radiales au cours des autres périodes et des eaux du large de la radiale Approuague, avec des diatomées pélagiques: *Skeletonema tropicum*, *Thalassiosira sp*, et *Chaetoceros saltans*; et (iii) une association pour les échantillons du plateau de Cayenne et Kaw des campagnes de novembre 2002, mars, juin, juillet et septembre 2003, avec des diatomées de grandes tailles telles que : *Guinardia flaccida*, *Odontella mobiliensis*, *Odontella reticulata*, *Thalassionema frauenfeldii* et les dinoflagellés: *Prorocentrum micans* et *Protoperidinium diabolus*. Les espèces dominantes ont été celles qui ont présenté des fréquences d'occurrence entre 80% et 100% de la composition totale pour chaque campagne et des abondances totales phytoplanctoniques très élevées (Figure 6) avec des valeurs variant entre 2,73E+07 (station 1, novembre 2002) et 6,6E+07 cells.L⁻¹ (station 13, mars 2003).

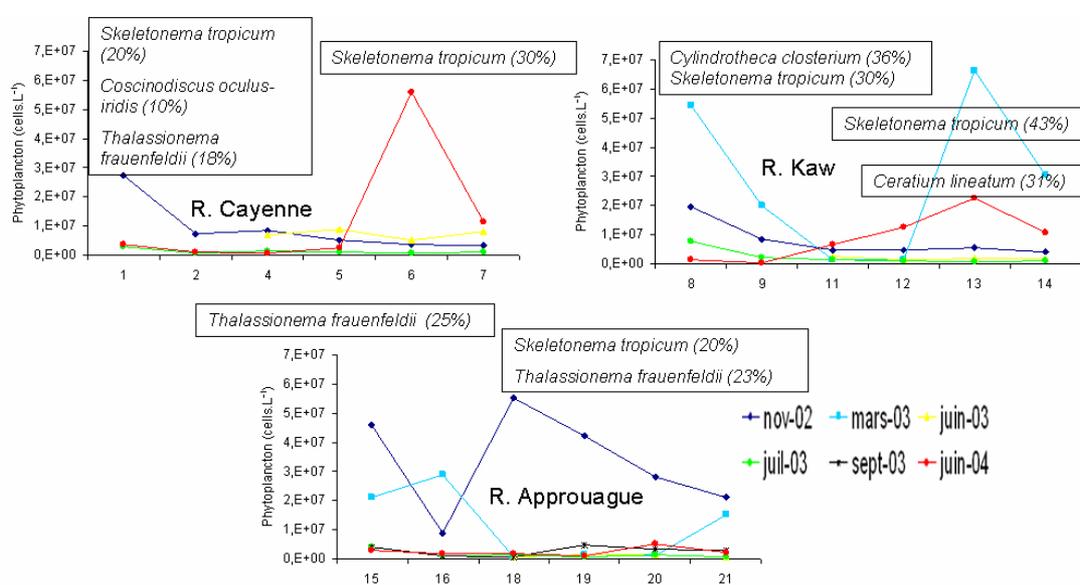


Figure 6 : Distribution spatio-temporelle des abondances phytoplanctoniques totales avec les espèces dominantes pour chaque radiale d'étude.

La composition d'espèces indicatrices et dominantes est comparable à celles trouvées pour les eaux côtières tropicales atlantiques, vénézuéliennes (Margalef et Gonzalez-Bernaldez, 1969; Margalef, 1972; Paulmier 1993; Agard *et al*, 1996) avec une dominance de diatomées dans les régions littorales et une dominance de dinoflagellés dans les eaux plus marines et même de cyanobactéries dans les eaux plus océaniques. D'après Margalef, 1972 et Agard *et al*, 1996 (pour les eaux du Venezuela sous l'influence d'Orénoque et d'Amazone), Paulmier 1993 (pour les eaux de la Guyane) et Shipe *et al*. (2006) (pour les eaux de la plume amazonienne et des eaux océaniques sous son influence) les paramètres salinité et silice jouent un rôle déterminant dans la formation et structure de communautés phytoplanctoniques dans ces régions sous forte influence continentale directe ou indirecte (fleuves locaux et eaux amazoniennes). Dans notre étude, des associations d'espèces de Diatomées ont dominé toutes les régions de la zone côtière guyanaise mais avec un changement des espèces dominantes et des espèces co-dominantes ou accompagnatrices au niveau spatial (différence entre les stations) et aussi au niveau temporel, surtout en

juin 2004 avec la présence de Dinoflagellés dans les stations du plateau continental interne, période présentant des eaux avec une diminution des valeurs de salinité par rapport aux autres campagnes. D'après Agard *et al.* (1996), les teneurs en silice (Si(OH)_4) sont importants pour la présence d'une communauté dominante de Diatomées, mais cette association peut être remplacée par d'autres communautés dû au changement des concentrations en silice. Les auteurs ont nommé ce mécanisme de « *Intensity Amazon Disturbance* » qui considère qu'à partir du moment où une variable indépendante (la silice) augmente, la variable dépendante (phytoplancton et plus particulièrement les diatomées) également augmente jusqu'à un certain niveau pour après diminuer avec l'augmentation intensive de la variable indépendante. Nous avons observé cette même tendance dans notre travail pour la saison de pluies de juin 2004 qui a présenté une communauté différente de celle de la saison de pluies de juin 2003 (avec des concentrations en silice plus faibles) et de celle des autres campagnes échantillonnées en périodes de transition ou en saison sèche.

Conclusion

En conclusion préliminaire, nous pouvons dire que les associations d'espèces phytoplanctoniques, pour la côte de la Guyane, ont présenté une variabilité spatiale très marquée au niveau des différentes stations considérées, et une variabilité temporelle avec un changement des espèces dominantes en juin 2004, période qui a présenté des caractéristiques environnementales différentes telles que les plus faibles valeurs de salinité, concentrations plus élevées en silice et des teneurs plus faibles en NO_3 et PO_4 dans les zones qui ont présenté des forts effectifs en phytoplancton.

Remerciements

Tous les remerciements à IRD Centre de Cayenne, FRE 2816 ELICO, MREN- Université du Littoral (ULCO), pour le financement et réalisation de ce travail. Un grand merci à l'équipe du laboratoire de Chimie (Laboratoire de Moyens Analytiques) de l'IRD/Guyane et aussi à Jean-Pierre Lamoureux et Jean-Pierre Lefèbvre (ELISA-Cayenne), Eliane Gonthier (Pasteur-Cayenne), Lucie Courcot, Natacha Guiselin et Dorothé Vincent (ULCO).

Références

- Agard J.B.R., Hubbard R.H., Griffith J.K. 1996. The relation between productivity, disturbance and the biodiversity of Caribbean phytoplankton: applicability of Huston's dynamic equilibrium model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 202, p. 1-7.
- Legendre, P. et Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling* 20. Editions Elsevier. Second english edition. 853p.
- Margalef, R. 1972. Regularidades en la distribución de la diversidad del fitoplancton en un área del mar Caribe. *Inv. Pesq.* 33(2) 241-264.
- Margalef, R.; Gonzalez-Bernaldez F. 1969. Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del mar Caribe (NE de Venezuela). *Inv. Pesq.* 33(1) 287-312.
- Paulmier, G. 1993. *Microplancton des eaux marines et saumâtres de la Guyane et des Antilles françaises*. Editions de l'ORSTOM, Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, collection études et thèses, Paris, 436p.
- Shipe R. F., Curtaz J., Subramaniam A., Carpenter E. J., Capone D. G. 2006. Diatom biomass and productivity in oceanic and plume-influenced waters of the western tropical Atlantic ocean. *Deep-Sea Research I* 53:1320–1334.
- Utermöhl, M. (1958). Über das umgekehrte Mikroskop. *Archiv für Hydrobiologie Beihefte Ergebnisse Plankton*, 22, 643-645.
- Yentsch, C.M., Menzel, D.W. (1963). A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.* 10: 221-231.