
LE SYSTÈME ÉBRIÉ DANS LES TYPOLOGIES LAGUNAIRES

Philippe DUFOUR, Jacques LEMOALLE et Jean-Jacques ALBARET

Introduction

Les lagunes, et plus généralement les milieux paraliques (étymologiquement : à côté de la mer), sont des écosystèmes originaux qui participent à la fois du domaine marin et du domaine continental. Foyers d'occupation humaine depuis les premiers temps, en raison de leur fonction d'abri et de leurs fortes ressources halieutiques, les lagunes sont plus que jamais l'objet de pressions liées aux méthodes modernes d'exploitation des ressources vivantes et minérales, au développement du tourisme, à l'urbanisation et à la construction de ports et de zones industrielles. Ces différentes activités ont chacune leurs contraintes propres souvent contradictoires, parfois génératrices de graves conflits.

En effet, une lagune est le plus souvent un milieu productif réputé sensible et d'une stabilité toute relative, même à l'état naturel. Son organisation et ses caractéristiques sont étroitement dépendantes de l'équilibre entre les influences marine et continentale. Des irrégularités climatiques ou l'érosion et la sédimentation dans la zone de communication avec la mer peuvent modifier rapidement cet équilibre. Souvent, les modifications dues à l'homme rendent moins perceptible l'évolution naturelle. Celle-ci mérite cependant d'être également prise en compte dans l'étude globale des caractéristiques d'un écosystème lagunaire et il faut souligner, ici encore, qu'une telle étude est un préalable à tout aménagement utilisant, d'une façon ou d'une autre, les propriétés remarquables des lagunes.

Devant la variété des milieux paraliques, le besoin de comparaison et de classification s'est très vite fait sentir. L'un des objectifs de cette classification est, d'une part, de pouvoir transférer sur un milieu nouveau les connaissances acquises sur des milieux semblables, d'autre part, de distinguer les caractères spécifiques d'un milieu donné de ceux communs à tous les types de lagunes.

Définition et origine des lagunes

La multiplicité des définitions proposées pour traduire le concept de « lagunes » renseigne sur le fait qu'il n'existe pas de critères universellement acceptés pour les différencier des baies, des estuaires, des marais côtiers et d'autres parties du paysage littoral (MEE, 1978). Tandis que la plupart des auteurs semblent vouloir exclure de leur définition des lagunes les embouchures larges de rivières et les mers intérieures, l'accord est moins net sur les bandes d'eaux marines peu profondes séparées de l'océan par une barrière. En général, les marais émergents en sont exclus. L'anglais inclut dans le terme de *lagoon* les lagons océaniques qui pour les francophones correspondent exclusivement à une étendue d'eau isolée de l'océan par le développement d'un récif corallien.

Nous retiendrons une définition très générale de LANKFORD (1977) fondée sur quelques aspects morphologiques communs :

« Une lagune est une dépression côtière située au-dessous du niveau moyen des océans, ayant une communication permanente ou temporaire avec la mer, mais isolée de celle-ci par un cordon ou tout autre type de barrière littorale. »

La notion de « lagune » *stricto sensu* est toujours synonyme de relation avec la mer (lagunes paraliques), au travers d'une « barrière » littorale (appelée également seuil, flèche, cordon ou lido) dont la morphologie détermine le régime hydrologique de ces milieux, et constitue un des facteurs les plus importants de la nomenclature lagunaire.

Si la barrière littorale est constituée d'une bande de sédiments permettant une communication régulière avec la mer au niveau de quelques « passes » (appelées aussi graus, exutoires ou émissaires) dont l'existence est conditionnée par le transit sédimentaire le long du littoral, on parlera de « bassins lagunaires » proprement dits. La lagune Ébrié appartient à ce type. On parlera parfois d'étangs littoraux (LEVY, 1971) lorsque les liaisons avec la mer sont plus épisodiques et liées aux actions conjuguées des vents, des marées, ou des tempêtes. Dans la toponymie française, l'utilisation des termes lac, étang, lagune dépend plus des habitudes régionales que de la nature des plans d'eau considérés.

Dans le cas de progradation rapide de la côte, les nappes lagunaires ne sont plus en communication avec la mer, même temporairement, et définissent ainsi des « lagunes supratidales » encore appelées « étangs », « lagunes fermées », « lagunes deltaïques ».

Enfin, un dernier type de « barrière lagunaire », issue d'un concrétionnement (biogénique) récifal, définit les « atolls » coralliens, très fréquents dans la ceinture intertropicale.

Les lagunes actuelles sont séparées de la mer par un cordon littoral. Celui-ci peut résulter de l'érosion côtière et former une flèche littorale barrant un estuaire ou une baie ; c'est notamment le cas pour de nombreuses lagunes de formation récente. Il peut être aussi constitué par une crête littorale (dunes de haut de plage) antérieure aux dernières transgressions marines qui ont ensuite submergé les dépressions situées entre le continent et la crête. Ce dernier type de formation est celui qui est retenu pour les lagunes de l'Afrique de l'Ouest (JUNNER 1940). Rappelons enfin l'hypothèse tectonique, déjà assez ancienne (DE BEAUMONT, 1845 ; JOHNSON, 1919) qui attribue l'existence de certaines lagunes à l'émergence progressive d'une barrière littorale. La figure 1 résume ces différents types de formation d'après LANKFORD (1977).

Les classifications des lagunes

Une typologie lagunaire peut difficilement prétendre être exhaustive ou polyvalente. Certains aspects seront donc nécessairement privilégiés. Nous présentons d'abord quelques exemples des grands types de classification (repris de l'étude de MILLET, 1986) avant de revenir plus en détail sur la position qu'occupe le système Ébrié et, plus généralement, les lagunes ouest-africaines.

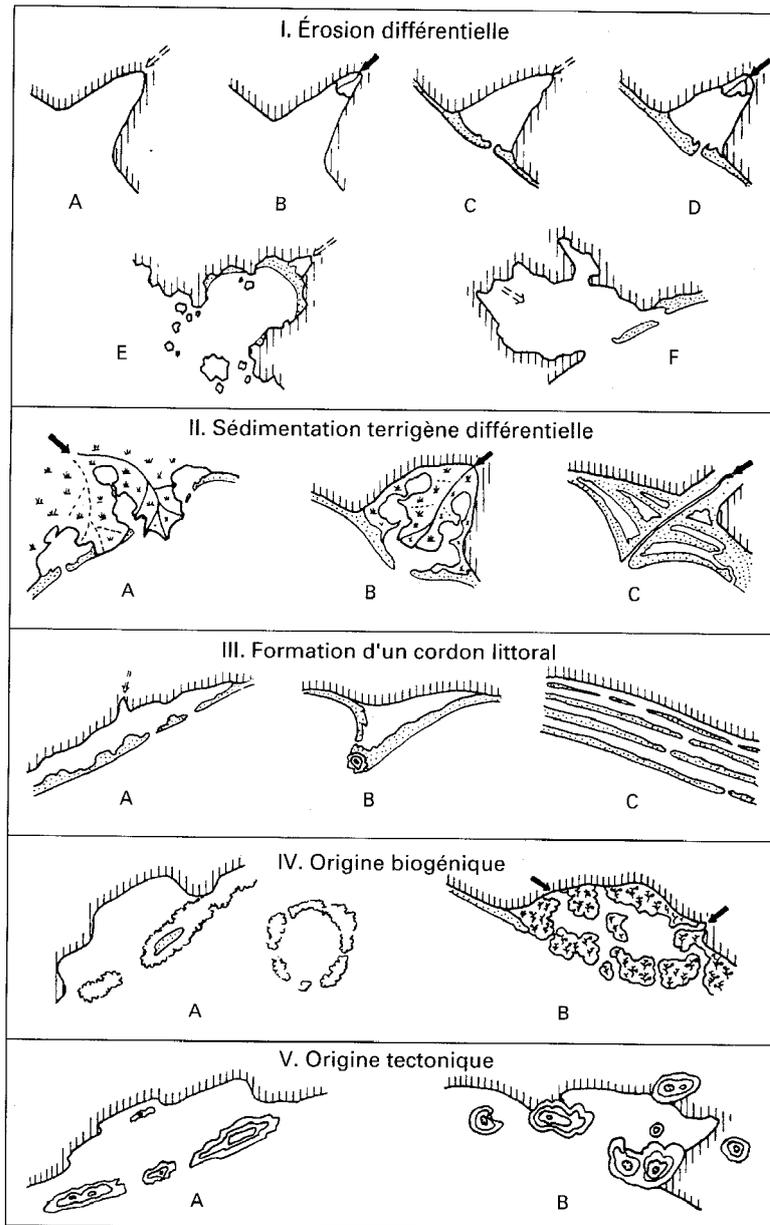


Figure 1

Les différents types de lagune en fonction du processus de formation (d'après LANKFORD, 1977).

APPROCHE MORPHOLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE

LANKFORD (1977) privilégie la dynamique de la formation, avec des sous-classes rendant compte en partie de la plus ou moins grande ouverture sur le milieu marin (fig. 1).

NICHOIS et ALLEN (1981) reprennent une systématique du même type, fondée sur des critères dynamiques et énergétiques qui conditionnent les régimes hydrologiques et sédimentologiques, ainsi que l'évolution des différentes morphologies lagunaires. Ils distinguent deux facteurs dynamiques principaux à valeur systématique qui conditionnent aussi bien l'évolution que le fonctionnement des lagunes :

- l'effet des courants de marées et de décharge continentale ;
- l'effet des vagues et du courant côtier.

La figure 2 présente quatre types lagunaires selon NICHOLS et ALLEN, classés en fonction de l'influence dominante respective de chacun des deux facteurs. La lagune Ébrié appartient au type C. Le tableau I (d'après ces mêmes auteurs) présente schématiquement l'influence relative des différents processus de dynamique côtière, hydrologiques et sédimentologiques, associés à chacun de ces quatre types de lagunes.

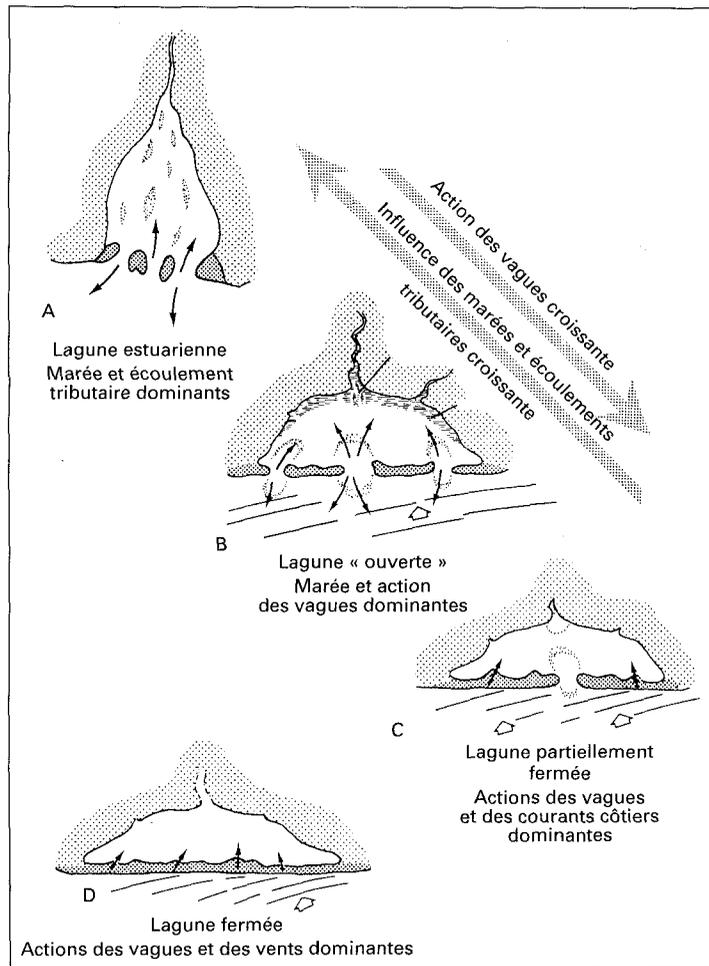


Figure 2

Quatre types lagunaires en fonction de l'importance des facteurs dynamiques et énergétiques (d'après NICHOLS et ALLEN, 1981).

HAYES (1979) propose une classification proche, avec une importance particulière donnée à la marée : type microtidal où le marnage inférieur à 2 m induit de longues barrières et peu de passes, et type macrotidal où le marnage, de 2 à 4 m, est associé à un effet des vagues plus ou moins sensible. D'où dans ce cas des passes importantes et un renouvellement fréquent des eaux. Les classifications qui se traduisent dans les faits par une plus ou moins grande ouverture sur la mer rejoignent celle de KIENER (1978) qui distingue notamment les lagunes vives, ouvertes sur la mer, et les lagunes mortes, rarement ouvertes. Une autre classification, celle de GROEN (1969), prend en compte la circulation laminaire qui est de type estuarien lorsque le courant de surface est orienté vers l'océan et le courant de fond vers la lagune, anti-estuarien lorsque ces courants sont inverses.

TABLEAU I
Caractéristiques dominantes des principaux types de lagunes côtières
d'après NICHOLS et ALLEN (1981)

	Type A Lagune estuarienne	Type B Lagune ouverte	Type C Lagune partiellement fermée	Type D Lagune fermée
Morphologie	Courtes barrières Chenaux profonds Zones intertidales	Barrières étendues Larges passes Deltas de marée	Barrières étendues Passes étroites Peu de deltas de marée	Barrière continue
Décharge continentale et marées	Fortes		à	Faibles
Action des vagues	Faible		à	Forte
Échanges avec la mer	Importants	Variables	Faibles	Percolations éventuelles
Processus dominants	Actions des courants continentaux et des marées	Actions des marées	Actions des crues, des vagues et courants côtiers	Actions des crues, du vent, de la production organique et des précipitations chimiques
Sédiments		Sable en aval Argile en amont	Sable à l'exutoire Argile dans le bassin	Argiles riches en matière organique, évaporites
Exemples	Allemagne	Hollande, Mississipi	Rockport Bay au Texas	Israël, lac Togo, golfe de Guinée

APPROCHE SELON LA QUALITÉ DES EAUX

Les lagunes peuvent aussi être classées selon la qualité de leurs eaux. C'est principalement la salinité qui a été jusqu'à présent utilisée. Selon DAHL (1956), les eaux lagunaires qui présentent de grandes variations de salinité sont dites poïkilohalines, ce qui les distingue des eaux homoïohalines océaniques ou continentales. Parmi les eaux poïkilohalines, AGUESSE (1957) distingue des catégories établies à partir de gammes de valeurs de salinité moyenne et des types fondés sur l'amplitude des variations de cette salinité.

Les catégories sont :

- eaux oligosaumâtres : salinité moyenne de 0,5 à 5 g . l⁻¹ ;
- eaux saumâtres : salinité moyenne de 5 à 16 g . l⁻¹ ;
- eaux polysaumâtre : salinité moyenne de 16 à 40 g . l⁻¹ ;
- eaux salées : salinité moyenne > à 40 g . l⁻¹.

Les types sont :

- type oligopoïkilohalin : le maximum et le minimum de salinité se situent dans la même catégorie ;
- type mésopoïkilohalin : le maximum et le minimum de salinité sont dans deux catégories adjacentes ;
- type polypoïkilohalin : le maximum est situé deux catégories au-dessus du minimum.

La classification retenue lors du symposium de Venise (1959) est simple et, à ce titre, souvent utilisée. Basée sur la salinité moyenne, elle ne rend que très imparfaitement compte des variations saisonnières :

- eau limnique à salinité de 0 à 0,05 g . l⁻¹ ;
- eau oligohaline à salinité de 0,05 à 5,00 g . l⁻¹ ;
- eau mésohaline à salinité de 5,00 à 18,00 g . l⁻¹ ;

- eau polyhaline à salinité de 18,0 à 30,00 g . l⁻¹ ;
- eau euhaline à salinité de 30,00 à 40,00 g . l⁻¹ ;
- eau hyperhaline à salinité supérieure à 40,00 g . l⁻¹.

APPROCHE ÉCOLOGIQUE

Une nouvelle classification fondée sur une approche écologique a été récemment proposée (GUÉLORGET et PERTHUISOT, 1983 ; FRISONI et GUÉLORGET, 1986). Elle privilégie la composition et la structure des peuplements. Les auteurs tendent à montrer que, contrairement à l'idée générale, la salinité n'est pas le principal facteur d'organisation des peuplements. De même qu'une classification et une zonation des rivières ont pu être proposées à partir des peuplements benthiques (LIES et BOTOSANEANU, 1963 ; VERNEAUX, 1977), les auteurs proposent pour les lagunes une zonation basée sur ces mêmes peuplements benthiques, généralement étayée par des observations sur les peuplements phytoplanctoniques. L'intérêt du benthos est d'intégrer en grande partie les variations rapides ou saisonnières des conditions de milieu. Il en résulte une définition de six zones de confinement, selon l'éloignement hydrologique et l'importance de la communication avec la mer. Chaque zone possède des caractéristiques propres quant aux relations entre les êtres vivants et le milieu qui les entoure. Les zones les plus confinées (les plus éloignées de la communication avec la mer) peuvent être soit oligohalines, soit hyperhalines. Chaque lagune est composée de deux ou plus de ces zones de confinement qui intègrent donc un ensemble de variables du milieu significatives pour l'écologie et la productivité. Il est donc possible de comparer différentes lagunes en fonction des dominances de type de confinement rencontrées.

On peut également noter que des auteurs tels WERFF, dès 1957, et ZIEMAN (1971) ont proposé de classer les milieux saumâtres d'après leur flore de diatomées.

Le système Ébrié dans les classifications proposées

Le système Ébrié, avec une superficie de 532 km², est la plus grande des lagunes qui émaillent le littoral de l'Afrique de l'Ouest, notamment de la Côte-d'Ivoire au Nigeria. Son bassin qui s'étend parallèlement à la côte sur 120 km est étroit (1 à 7 km) et peu profond (4,8 m en moyenne), bien que l'on note quelques « fosses » de 15 à 20 m de profondeur. Sa communication naturelle avec l'océan par l'embouchure du fleuve Comoé, son principal tributaire, s'est obstruée depuis l'ouverture du canal de Vridi en 1950. Sa réouverture par l'homme en 1987, essentiellement pour contribuer à la disparition de végétaux flottants envahissants (cf. II-3), ne s'est pas maintenue. L'ancien débouché de la Comoé a été de nouveau fermé naturellement en 1990.

L'environnement climatique de la lagune Ébrié est très semblable à celui des autres lagunes du littoral du golfe de Guinée, soumises comme elle au climat équatorial de transition. Cela est mis en évidence par la ressemblance des diagrammes climatiques de WALTER et LIETH (1967) pour la lagune Ébrié et la lagune de Lagos (fig. 3), situées respectivement à l'est et à l'ouest de cette région.

L'ensoleillement est assez fort toute l'année, avec toutefois d'importantes variations mensuelles, entre 80 et 200 h, dues aux variations de nébulosité, elles-mêmes liées aux variations de l'humidité (85 % en moyenne).

La température atmosphérique est modérément élevée et très stable, 26,2 °C en moyenne sur les deux lagunes. L'amplitude journalière excède souvent l'amplitude annuelle, de 7,6 °C sur la lagune Ébrié et de 9 °C sur la lagune de Lagos.

Les précipitations (2 100 mm sur la lagune Ébrié et 1 800 mm sur celle de Lagos) excèdent l'évaporation. Elles sont réparties sur deux saisons des pluies, d'avril à juillet et d'octobre à novembre.

Le régime des crues lagunaires (et de la dessalure) est très dépendant des affluents, les plus importants d'entre eux prennent naissance en zone soudanienne, au nord du 8^e parallèle nord, là où les précipitations, de 1 000 à 1 700 mm, sont concentrées en une seule saison de juillet à septembre.

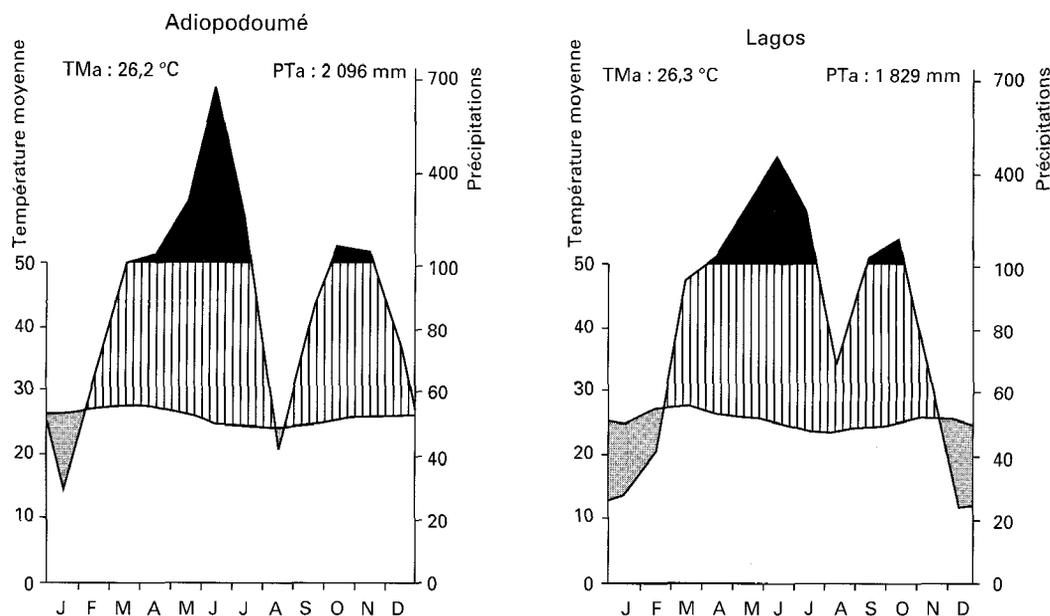


Figure 3

Diagrammes des climats dressés selon le modèle de WALTER et LIETH (1967) aux deux extrémités du golfe de Guinée : Adiopodoumé dans la région d'Abidjan et Lagos (DUFOUR, 1988).

TMa : température moyenne annuelle, PTa : précipitations totales annuelles.

Zones en pointillé : l'évaporation domine. Zone hachurée, les précipitations excèdent l'évaporation.

Zone noire : très fort déséquilibre.

La lagune Ébrié appartient au type III, variante A, de la classification de LANKFORD (1977) :

- Type III : dépressions côtières isolées par un cordon littoral sédimentaire élaboré et entretenu sous l'effet des vagues et des courants au cours des derniers 5 000 ans. Orientation le plus souvent parallèle à la côte. Milieux généralement peu profonds, soumis aux conditions de transformation sédimentaire littorale sous l'effet de courants continentaux et de marées, des vagues et des tempêtes.
- Variante A : lagunes à barrières sableuses simples, pouvant être très allongées, présentant un nombre variable de passes en relation permanente ou temporaire avec la mer et soumises essentiellement aux actions des vents et des courants.

Toutes ces lagunes sont caractérisées par des apports terrigènes continentaux importants ainsi que par une dynamique littorale très intense. Ainsi, la lagune Ébrié est dominée par l'influence permanente des vagues (orientées couramment à 45° de la côte), par celle du courant de Guinée, ainsi que par l'influence saisonnière des upwellings côtiers.

La définition de zones écologiques homogènes ou encore d'un certain nombre d'unités fonctionnelles est l'une des étapes indispensables — voire l'un des objectifs — d'une étude globale telle que présentée dans cet ouvrage. Dès le début des études, et sur la base d'observations préliminaires, le système Ébrié, du fait de son évidente hétérogénéité tant spatiale que temporelle, a été divisé en plusieurs secteurs. Par la suite, et bien que largement confirmée dans son ensemble, cette zonation initiale a été plus ou moins modifiée selon les « compartiments » écologiques étudiés par les différents auteurs.

À la fois véritable estuaire de fleuve soudano-sahélien, lac d'eau douce, lagune oligo-, méso- ou polyhaline, ouverte ou fermée-confinée suivant la région et la saison, la lagune Ébrié, ou plutôt le système Ébrié, couvre bon nombre des catégories proposées par les diverses classifications sur la base des caractéristiques hydrologiques ou écologiques. Il constitue d'une certaine manière, à lui seul, une véritable palette des principaux types de milieux paraliques d'Afrique occidentale.

RÉFÉRENCES

- AGUESSE (P.), 1957.— La classification des eaux poikilohalines, sa difficulté en Camargue. Nouvelle tentative de classification. *Vie et Milieu*, 8 (4) : 341-365.
- BEAUMONT (E. DE), 1845.— Leçons de Géologie Pratique. Paris : 223-252.
- DAHL (E.), 1956.— Ecological salinity boundaries in poikilohaline waters. *Oikos*, 7 (1) : 1-21.
- DUFOUR (P.), 1988.— Les lagunes de Côte-d'Ivoire. In : M.J. Burgis, J.J. Symoens (Eds), African wetlands and shallow water bodies. II-Repertory. Paris, *Trav. et Doc. Orstom*, 211: 155-177.
- FRISONI (G.F.) et GUÉLORGET (O.), 1986.— De l'écologie lagunaire à l'aquaculture. *Pour la science*, 103 : 58-69.
- GUÉLORGET (O.) et PERTHUISOT (J.P.), 1983.— Le domaine paraliq. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. Paris, *Trav. Lab. géologie, École norm. sup.*, 16, 136 p.
- GROEN (P.), 1969.— Physical Hydrology of coastal lagoons. In : G.F. Phleger, R.P. Ayala-Castanares (Eds), *Lagunas costeras*. Simposio, Unam-Unesco, nov. 1967, Mexico : 275-280.
- HAYES (M.O.), 1979.— Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In : P. Leatherman (Ed.), *Barrier Islands*. New York, Academic Press : 1-27.
- ILIES (J.) et BOTOSANEANU (L.), 1963.— Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation des eaux courantes considérées du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, 12 : 1-57.
- JOHNSON (D.W.), 1919.— Shore processes and shoreline development. New York, 584 p.
- JUNNER (N.R.), 1940.— In : *Gold coast geol. survey bull.*, 11.
- KIENER (A.), 1978.— Écologie, physiologie et économie des eaux saumâtres. Paris, Masson, 220 p.
- LANKFORD (R.R.), 1977.— Coastal lagoons of Mexico : their origin and classification. In : M. Wiley (Ed.), *Estuarine Processes*. Academic Press, vol. 2 : 182-215.
- LEVY (A.), 1971.— Eaux saumâtres et milieux margino-littoraux. *Rev. Geogr. Phys. et Géol. Dyn.*, XIII (3) : 269-278.
- MEE (L.D.), 1978.— Coastal lagoons. In : J.P. Riley, R. Chester (Eds), *Chemical Oceanography*, 7. New York, Academic Press : 441-490.
- MILLET (B.), 1986.— Hydrologie et hydrochimie d'un milieu lagunaire tropical : le lac Togo. Paris, Orstom, *Études et Thèses*, 228 p.
- NICHOLS (M.) et ALLEN (G.), 1981.— Suspended sediment transport in coastal lagoons and estuaries. In : *Coastal lagoon research. Present and future. Unesco Technical Papers in Marine Science*, 33 : 27-80.
- Simposio sulla classificazione delle acque salmastre.— Venezia 8-14 Aprile 1958. *Arch. Océanogr. Limnol.*, XI, 248 p.
- VERNEAUX (J.), 1977.— Biotypologie de l'écosystème « eau courante ». Déterminisme approché de la structure biotypologique. *C.R. Acad. Sciences, D*, 284 : 77-79.
- WALTER (H.) et LIETH (H.), 1967.— *Klimadiagramm Weltatlas*. Jena, VEB, G. Fischer Verl.
- WERFF (A. van der), 1957 à 1972.— *Diatomeenflora Van Nederland*. Dix fascicules édités par l'auteur. Westzijde 3 A, de Hoef (U), Pays-Bas.
- ZIEMAN (H.), 1971.— Die Wirkung des Salzgehaltes auf die Diatomenflora als Grundlage für eine biologische Analyse und Klassifikation der Binnengewässer. *Limnologica*, 8 (2) : 505-525.