

AFRIQUE OCCIDENTALE
Coordonnateur

WEST AFRICA
Co-ordinator

Jean-Yves GAC

3.1. LAGUNES COTIERES / COASTAL LAGOONS

3.1.a. LAGUNES DE COTE D'IVOIRE par Philippe Dufour

La plupart des lagunes ivoiriennes s'étendent sur près de 300 km le long des côtes orientales du pays, jusqu'au Ghana. Ce système qui couvre une surface de 1200 km² est en réalité constitué de trois lagunes principales qui font l'objet des paragraphes suivants : d'ouest en est, les lagunes de Grand Lahou, Ebrié et Aby (fig. 3.2).

D'autres petites étendues d'eau saumâtre, de quelques km² de surface complètent cet ensemble. Ce sont les lagunes de Kodioboué et Hebé à l'est de Grand Bassam, les lagunes Ngni et Katibo à l'ouest de Sassandra, et les lagunes Digbwé à San Pedro.

1. Climat (cf. fig. 3.7)

Aw_{4a}, équatorial de transition.

Grande saison sèche de décembre à mars; grande saison des pluies de mai à juillet; petite saison sèche d'août à septembre; petite saison des pluies d'octobre à novembre.

Insolation: Moyenne annuelle 1812 h.an⁻¹; Max. en mars (200 h) et min. en août (80 h).

Rayonnement solaire incident: Moyenne annuelle 15,7.10⁶ J.m⁻².d⁻¹.
Maximum en avril 19,7.10⁶ J.m⁻².d⁻¹,
minimum en août 11,5.10⁶ J.m⁻².d⁻¹

Vent: Vitesse moyenne 1,4 m.s⁻¹; maximum en août et septembre; minimum en octobre à décembre. Direction prédominante SW

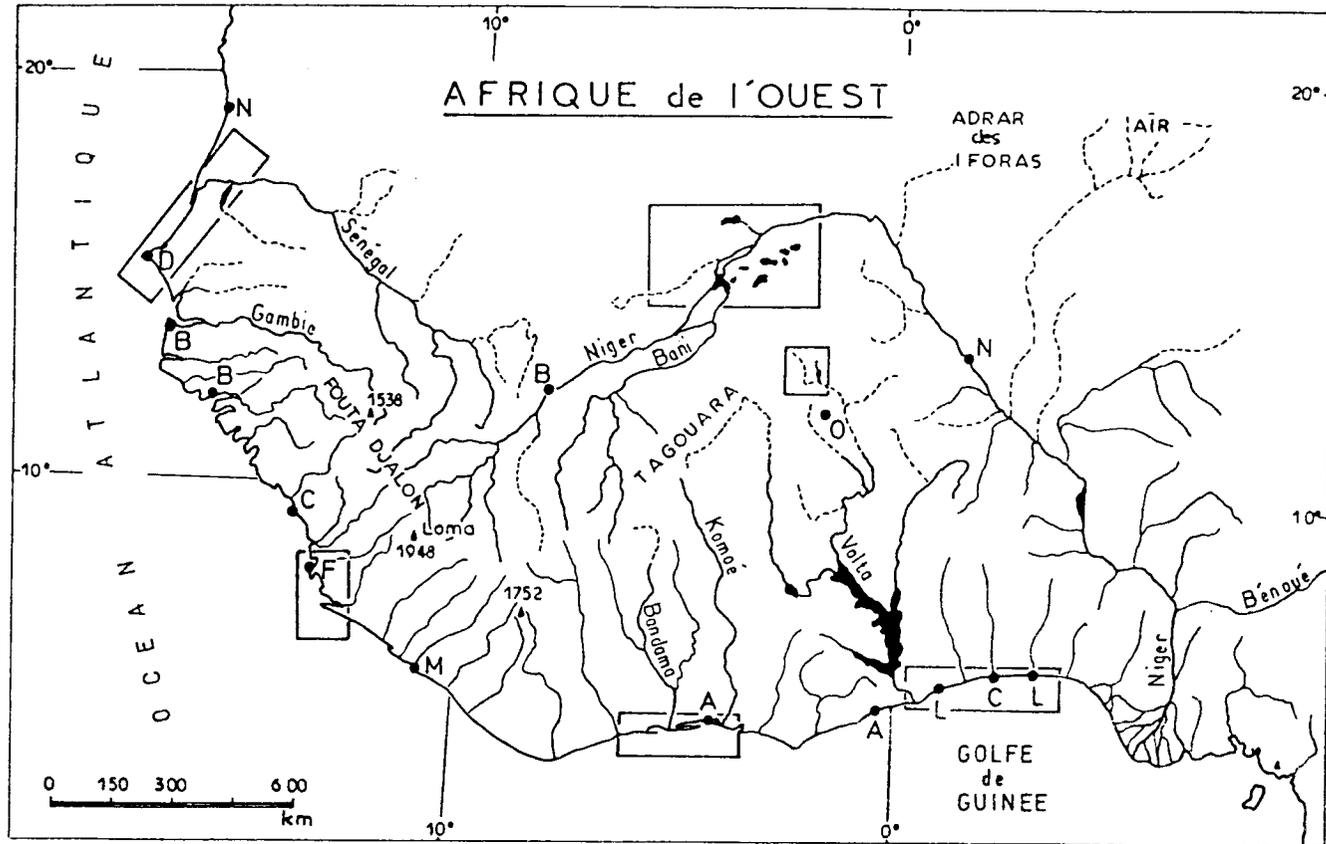


Fig. 3.1 Carte d'ensemble de l'Afrique occidentale, indiquant les capitales (mentionnées par leurs initiales) et la localisation des cartes sous-régionales/Regional map of West Africa indicating capital cities (by their initials) and the location of sub-regional maps.

Pluviométrie:

- Sur les lagunes et le sud de leurs bassins versants: zone guinéenne au sud du 6°N: moyenne annuelle: 2100 mm, maximum en juin (690 mm); minimum en janvier (28 mm).
- Sur le nord des bassins versants: zone soudanaise au nord du 8°N : moyenne annuelle: 1200 à 1700 mm en une seule saison de juillet à septembre.
- Sur la zone intermédiaire: zone baouléenne. Deux saisons des pluies plus courtes, moins intenses et plus rapprochées qu'au sud.

Evaporation: Evapotranspiration potentielle: 1356 mm.an⁻¹, maximum en mars (142 mm), minimum en août (82 mm). Evaporation estimée sur la lagune Ebrié: 1250 mm.an⁻¹.

Température de l'air: Moyenne annuelle 26,2°C. Maximum en mars (moyenne 27,7°C, moyenne maximum journalière: 32,1°C; moyenne minimale journalière: 23,3°C). Minimum en août (moyenne 24,4°C; moyenne maximale journalière: 27,3°C; moyenne minimale journalière : 21,3°C)

Humidité de l'air: Moyenne: 85%.

2. Géologie

Lithostratigraphie: Le substrat est varié; il est le plus souvent constitué de Miopliocène continental, de Crétacé et de Miocène marin altéré et érodé.

- Lagune de Grand Lahou :

On distingue:

- au nord, le Miopliocène (continental terminal) et dans les dépressions des vases et sables lessivés de l'Holocène.
 - au sud, principalement des sable argileux azoïques des bas plateaux de l'Antéholocène (origine continentale).
 - le long du littoral, des sables des cordons lagunaires d'origine marine récente (Holocène).
- Lagune Ebrié (fig. 3.3):
- au nord de la lagune, le substrat est surtout composé par le Miopliocène sabloargileux (continental terminal); au sud par les sables argileux de l'Antéholocène.
 - au sud de la lagune, le substrat est composé de sables azoïques de l'Antéholocène alternés avec des bandes de vases et sables lessivés des dépressions datant de l'Holocène: le long du littoral : sables des cordons lagunaires d'origine marine récente.

- Lagune Aby:

Le substrat est surtout composé:

- au nord de la lagune, du continental terminal des hauts plateaux (Miopliocène).
- plus au sud, à l'est du bassin Aby, de sables argileux des bas plateaux datant de l'Antéholocène.
- au sud des bassins Aby et Tendo, des vases et sables d'origine fluviolagunaire de l'Holocène et comme ailleurs le long du littoral, des sables marins des cordons lagunaires datant aussi de l'Holocène

Géomorphologie du bassin sédimentaire côtier (fig. 3.4): Les hauts plateaux du Miopliocène continental, vers 40 m d'altitude, occupent la partie nord des lagunes; ils sont relayés au sud par la formation antéholocène des bas plateaux d'une dizaine de mètres d'altitude. Plus au sud les cordons littoraux sableux marins, parallèles à la côte, de 2 à 6 m d'altitude, alternent avec les remplissages fluviolagunaires des lagunes et des dépressions plus ou moins marécageuses.

Environnements structuraux et néotectoniques: Le bassin sédimentaire du sud de la Côte d'Ivoire est directement pris en écharpe par le prolongement de la fracture océanique "St Paul", transverse de la ride médioatlantique, qui recoupe obliquement les directions structurales du socle. Cet accident majeur est accompagné de failles satellites parallèles. Des failles méridiennes, liées aux directions du socle continental, déterminent des compartiments, eux-mêmes divisés en marches d'escalier par des failles méridiennes.

Néotectonique: L'existence d'accidents séparant des formations d'âges différents témoignent d'une néotectonique active. Rien ne permet de mesurer le rejeu des failles.

Sédiments lagunaires: Sur le pourtour des lagunes, et, en général sur les fonds inférieurs à 2,5 m, le sédiment est composé de sables et silts à grain médian compris entre 1,6 mm et $45 \cdot 10^{-6}m$. Les chenaux plus profonds sont recouverts par des vases et argiles fines à grain médian inférieur à $5 \cdot 10^{-6}m$. La teneur en eau de ces vases est toujours élevée: 200 à 700% du poids du sédiment sec.

Les minéraux argileux sont par ordre d'importance décroissante la kaolinite puis l'illite et les interstratifiés gonflants de type illite-montmorillonite.

Les teneurs en calcite de 0 à 15% sont liées à la présence de coquilles de mollusques. La pyrite est présente dans les vases riches en matière organique. La matière organique est abondante dans les sédiments fins dans les chenaux et les fossés, où son accumulation est liée à l'hydrodynamisme, et dans les secteurs à forts apports de débris végétaux continentaux ou planctoniques. Ses teneurs sont comprises entre 0 et 1% dans les sédiments sableux et dépassent 20% dans les vases. Elles peuvent atteindre 50% à proximité des rives plates couvertes de palétuviers.

Les dépôts dans les fosses profondes et en zone urbaine sont fortement réducteurs.

3. Géographie et morphologie

- Lagune de Grand Lahou:

Localisation: Département d'Abidjan, sous-préfecture de Grand Lahou, 5° à 5°25'W, environ 5°10'N.

Surface du bassin versant: 104 000 km² (93% en zone soudanaise).

Surface de la lagune: 190 km².

Morphométrie du bassin: bassin principal allongé E-W sur 50 km de long, parallèlement à la côte atlantique; communication quasi permanente avec l'océan par le grau de Grand Lahou; communication artificielle par un canal avec la lagune Ebrié à l'est.

Profondeur moyenne: environ 3 m.

- Lagune Aby:

Localisation: Département d'Aboisso, sous-préfectures d'Adiaké et d'Aboisso. Environ 30 km² en territoire ghanéen. 2°5' à 3°20'W et 5°06 à 5°24'N.

Surface du bassin versant: 26 500 km², entièrement en zone guinéenne.

Surface de la lagune: 424 km².

Morphométrie du bassin: est composé à l'ouest du bassin Aby proprement dit en forme de massue à axe perpendiculaire à la côte et des bassins Tendo et Ehy à l'est, allongés parallèlement à la côte atlantique; communication naturelle permanente avec l'océan par le grau d'Assinie; communication artificielle à l'ouest avec la lagune Ebrié par un canal.

Profondeur moyenne: 3,8 m ; max. 23 m.

- Lagune Ebrié:

Localisation: Département d'Abidjan, sous-préfectures d'Abidjan, Bingerville, Dabou, Jacquville, Bonoua et Grand Bassam. 3°40' à 4°50'W et 5°20'N environ.

Surface du bassin versant: 93 600 km²; 65% en zone soudanaise.

Surface de la lagune: 566 km².

Morphométrie du bassin: bassin principal étroit (1 à 7 km de large), à axe principal parallèle à la côte océanique, sur 125 km de long; bassins annexes Aghien et Potou orientés SE-NW. Nombreuses baies périphériques sur 20% de la surface totale.

Profondeur moyenne: 4,8 m.

- Paysages du bassin versant: communs aux trois lagunes.

Du nord au sud: Plateaux de 300 à 500 m au nord du 8°N; Glacis de 100 à 200 m entre 6° et 8°N; Plaine plus ou moins vallonnée inférieure à 200 m au sud du 6°N; Plateaux étagés de 100 à 50 m juste au nord des lagunes; Cordons littoraux de 6 à 10 m entre les lagunes et l'océan.

Toutes ces formations sont parcourues par des plaines alluviales d'orientation prédominante N-S.

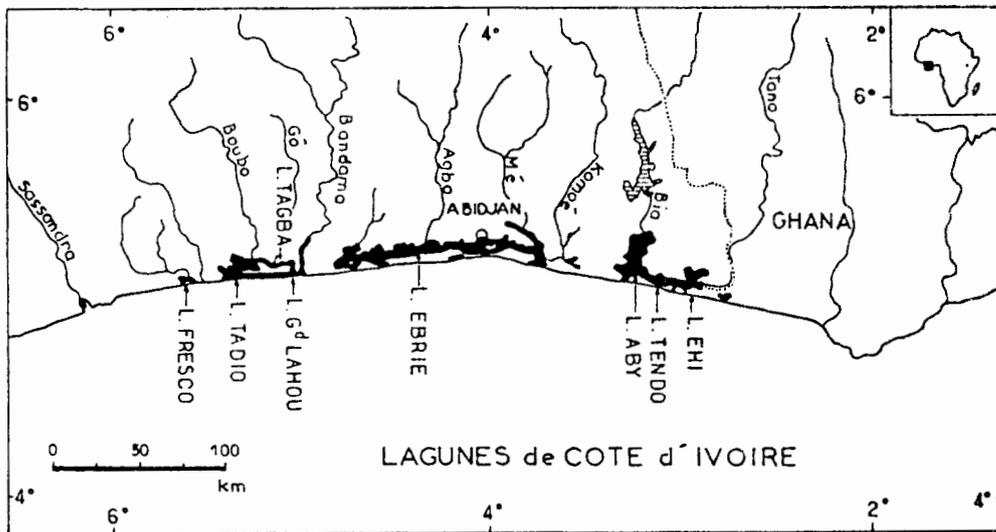


Figure 3.2 Lagunes côtières de Côte d'Ivoire

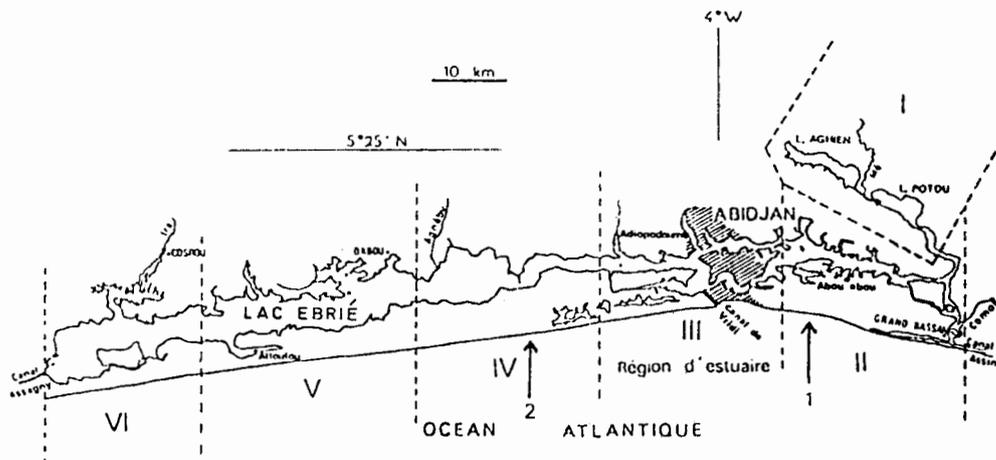
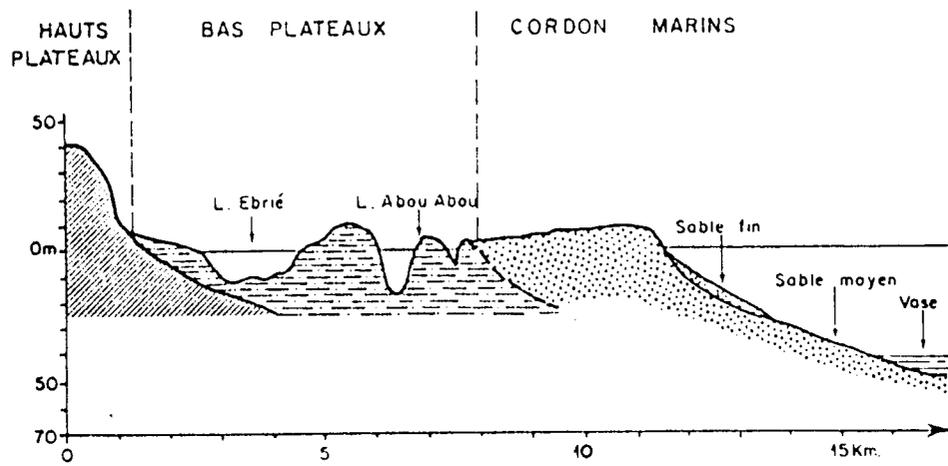
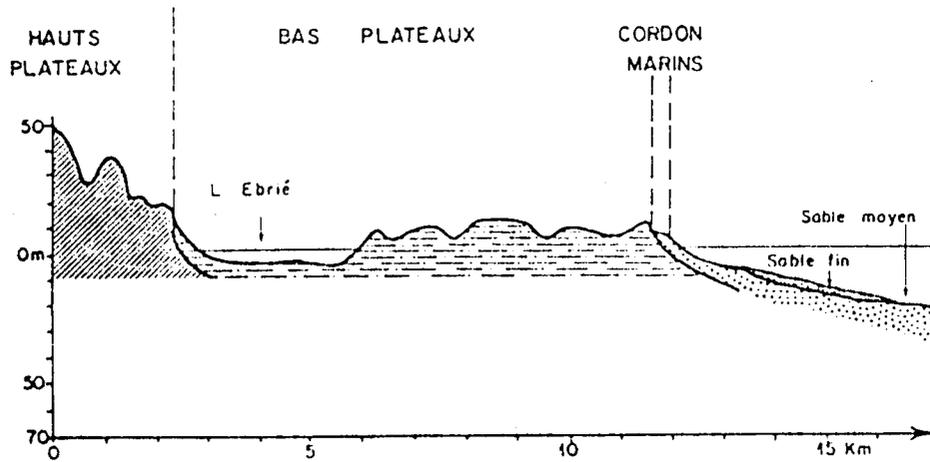


Figure 3.3 Le système lagunaire Ebrié et son découpage régional: Régions I, V et VI fermées (peu renouvelées); Régions II, III et IV ouvertes (très renouvelées par les eux continentales et océaniques).



①



②

Figure 3.4 Coupes morphologiques du littoral de la Côte d'Ivoire au niveau de la lagune Ebrié (d'après Tastet 1979).

4. Hydrographie et hydrologie

- Lagune du Grand Lahou:

Apports continentaux moyens: $10.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$, 95% par le fleuve Bandama; variabilité interannuelle importante; apports atmosphériques non estimés; ouverture quasi permanente sur l'océan; apports océaniques inconnus. Influence des apports continentaux maximale en septembre-octobre. Taux de renouvellement moyen par les eaux continentales: 18an^{-1} .

- Lagune Aby:

Apports continentaux moyens: $1,9.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$ par la Bia; $4,2.10^9$ par la Tanoe; $0,35.10^9$ par le ruissellement diffus; $0,9.10^9$ par les précipitations directes; exportation de $0,6.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$ par évaporation.

Crues principales des rivières en juin-juillet; secondaire en septembre-octobre; variabilité interannuelle des apports continentaux considérable (facteur 4). Taux de renouvellement moyen par les eaux douces: $2,5.\text{an}^{-1}$. Ouverture permanente sur l'océan; apports océaniques inconnus.

- Lagune Ebrié:

Apports continentaux moyens: $9,85.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$ (Comoe 7,1; Mé 1,5; Agneby 0,9). Variabilité interannuelle considérable (facteur 5).

Crue principale du Comoe en septembre-octobre (eaux soudanaises). Crue principale des autres rivières en juin-juillet; secondaire en octobre-novembre. Apports atmosphériques directs: $1,1.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$; apports océaniques $38.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$; exportation par évaporation $0,7.10^9 \text{m}^3.\text{an}^{-1}$. Taux de renouvellement moyen par les eaux douces: $3,5.\text{an}^{-1}$, variable de 30 en régions ouvertes à $0,4.\text{an}^{-1}$ en régions fermées. Ouverture océanique permanente par le canal artificiel de Vridi. Communication avec les deux lagunes voisines par des canaux artificiels.

5. Caractéristiques physico-chimiques

Compte tenu de la grande variabilité spatiale et temporelle de ces caractéristiques dans les lagunes, les moyennes globales n'ont pas de signification. Les valeurs indiquées sont plus fiables en lagune Ebrié, où on dispose d'un grand nombre de mesures, qu'en lagunes Grand Lahou et Aby. Le schéma de variations décrit pour la lagune Ebrié peut probablement être généralisé aux autres lagunes.

Tableau 3.1: Moyennes des paramètres physico-chimiques en surface en lagune de Grand Lahou.

| Paramètre | Saison sèche janvier-avril | Saison des pluies mai-juillet | Saison des crues septemb.-novemb. |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Température de surface (C) | 28-32 | 24-29 | 28-31 |
| Salinité de surface (‰) | 10-25 | 0-10 | 0-5 |
| Transparence (m) | 0,5-3 | 0,3-2 | 0,1-1,5 |
| PO ₄ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | de 0 à 60 | | |
| NO ₃ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | de 0 à 150 (max en saison des pluies) | | |
| NO ₂ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | de 0 à 150 (max en saison des pluies) | | |
| O ₂ en surface (ml.l ⁻¹) | de 2,5 à 6 | | |

Tableau 3.2. Moyennes des paramètres physico-chimiques en lagune Aby.

| Paramètre | Saison sèche février | Saison des pluies juillet | Saison des crues octobre |
|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Température de surface (C) | 28-32 | 26-29 | 27-32 |
| Salinité de surface (‰) | 0-20 | 0-5 | 0-5 |
| en profondeur (6 m) | 18-22 | 18-22 | 18-22 |
| Transparence (m) | 0,2-1,5 | 0,2-1 | 0,4-1 |
| PO ₄ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) en surface en profondeur | | de 0,5 à 80 jusqu'à 1000 | |
| NO ₃ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) en surface | | de 0 à 150 | |
| NO ₂ (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) en surface | | de 0 à 60 | |
| O ₂ en surface (ml.l ⁻¹) en profondeur | | de 3 à 7 0 | |

Le bassin central Aby comporte une zone centrale profonde, comprise entre 6 et 17 m, dont les eaux réductrices toute l'année sont peu renouvelées par les courants d'eau douce et de marée.

- Lagune Ebrié (fig. 3.5)

Les caractéristiques physico-chimiques sont sous la dépendance principalement des échanges d'eaux océaniques et continentales, des précipitations et des rejets humains, variables géographiquement et saisonnièrement.

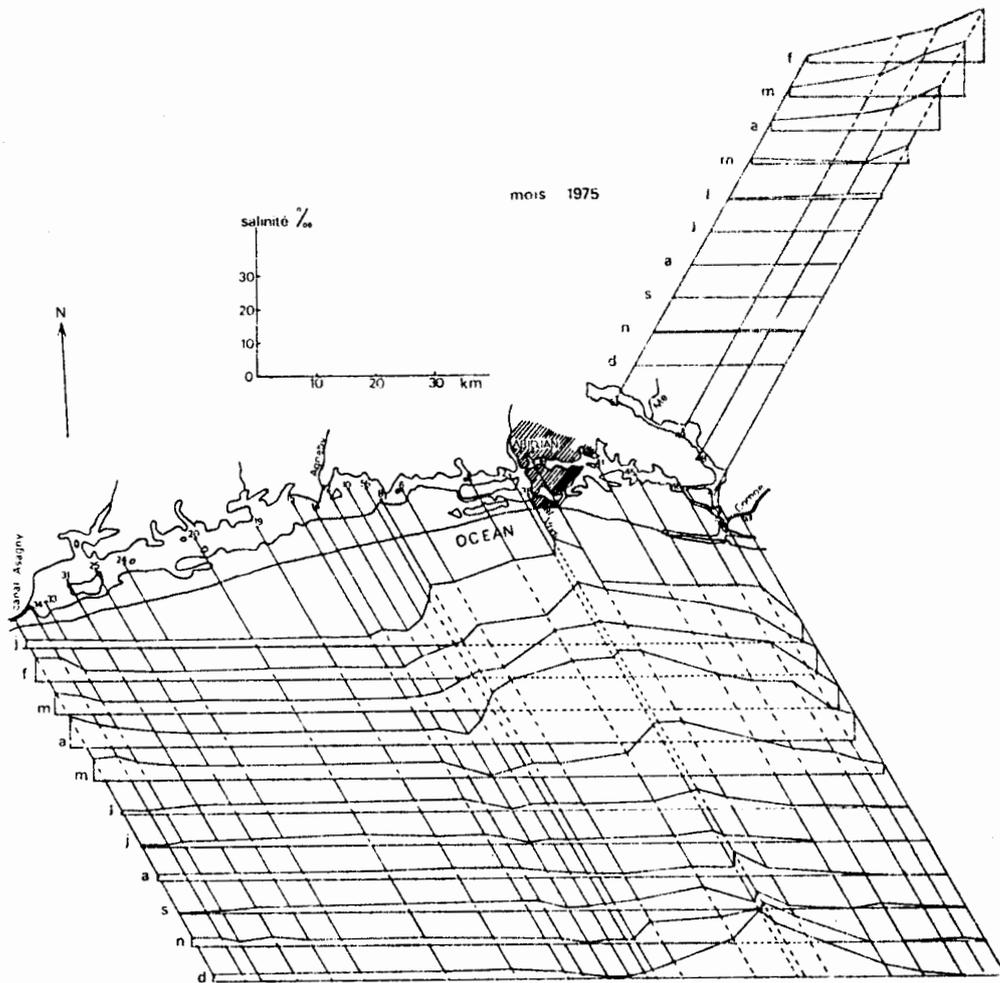


Figure 3.5 Variations régionale et saisonnières des salinités de surface en lagune Ebrié (année 1975, d'après Dufour 1982).

Les eaux d'origine océanique sont plus froides que les eaux d'origine continentale qui sont par contre plus acides, plus turbides et plus riches en sels nutritifs. Les concentrations en éléments nutritifs N et P (sous toutes leurs formes, soit minérales et organiques, dissoutes ou particulaires) croissent dans l'ordre suivant: eaux océaniques de saison chaude, eaux océaniques d'"upwelling", eaux continentales originaires de la savane (zone soudanaise), eaux continentales originaires de la forêt (zone guinéenne), eaux météoriques, eaux usées par l'activité humaine. Il en résulte que les concentrations nutritives croissent des saisons d'étiage aux saisons de dessalures et de la région d'estuaire, proche de l'océan, vers les régions continentales.

Dans le tableau suivant sont fournies les moyennes annuelles (généralement collectées en 1975-76) dans les régions fermées du secteur occidental de la lagune (peu renouvelées par les eaux océaniques et continentales) et ouvertes centrales très renouvelées par les eaux océaniques et continentales), urbaines ou rurales. Ces moyennes ne doivent pas masquer une variabilité extrême; par exemple les concentrations en phosphates relevées varient de 0 à 340 mg.l⁻¹. On note qu'une plus grande proportion de sels nutritifs est stockée sous forme particulaire dans les régions fermées et dans les secteurs pollués.

Tableau 3.3. Moyennes des paramètres physico-chimiques en surface en lagune Ebrié.

| Paramètres | Région fermée | Région ouverte rurale | Région ouverte urbaine |
|---|--|-----------------------|------------------------|
| Température en surface (C) | extrêmes de 22,5 à 35 et moyenne de 25 à 31 | | |
| Salinité en surface (‰) | 2 à 5 | 0 à 32 | 0 à 32 |
| Transparence (m) | 0,5 à 2 | 0,1 à 3 | 0,05 à 2 |
| N minéral dissous (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 24 | 95 | 12 |
| N organique dissous (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 310 | 260 | 350 |
| N particulaire (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 420 | 140 | 700 |
| P minéral dissous (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 7 | 20 | 40 |
| P organique dissous (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 12,5 | 14 | 42 |
| P particulaire (10 ⁻⁶ g.l ⁻¹) | 52 | 25 | 87 |
| Oxygène (% de saturation en surface) | 50 à 150% (max. secteurs eutrophes le soir) | | |
| pH en surface | 6,5 à 10 (max: secteurs eutrophes, saison d'étiage, le soir, et min: zone d'influence continentale le matin) | | |

- Régime de mélange

Mélanges verticaux: Compte tenu de la faible profondeur et de l'agitation due aux vents et aux courants, les concentrations (salinité, N et P) sont généralement homogènes sur l'épaisseur de la colonne d'eau en lagune Ebrié, à l'exception des secteurs les plus profonds et de la zone d'estuaire (proche du canal de Vridi) qui couvrent moins de 15% de la surface lagunaire.

La situation est probablement identique en lagune de Grand Lahou. Une stratification accentuée, liée à l'activité photosynthétique, à la sédimentation, et aux phénomènes de dégradation des matières organiques, a néanmoins été observée sur de larges surfaces des lagunes Ebrié et de Grand Lahou en période de calme exceptionnel au printemps 1980. Une couche anoxique et réduite a été alors observée en profondeur, gagnant progressivement la surface et empoisonnant toute la colonne d'eau, au moment du retour de l'agitation associée à des conditions d'éclairement incidents très défavorables (tornades). Il s'ensuivit des mortalités massives de poissons.

Différemment, le bassin central de la lagune Aby, plus profond (jusqu'à 17 m), est régulièrement structuré sur la verticale. Il y existe en-dessous de 6 m une couche d'eau anoxique, plus froide et salée, et plus riche en sels minéraux essentiellement à l'état de réduction maximum (NH_4 , H_2S et PO_4 non complexé et non immobilisé).

Mélanges et circulation horizontaux: La marée dynamique se propage de l'aval à l'amont avec retard et amortissement (jusqu'à 6 h 30 et 90% aux extrémités de la lagune Ebrié). Elle est perturbée par des phénomènes de seiches propres à chaque bassin.

La marée saline se propage selon un rythme biquotidien et saisonnier lié à l'amplitude des marées et aux débits des rivières concurrentes. Dans les zones proches de la communication avec l'océan, la circulation est de type estuarienne (laminaire) avec entrée d'eau marine en profondeur et sortie d'eau saumâtre en surface. En amont, au fur et à mesure que la profondeur diminue les mouvements des eaux deviennent plus turbulents et la colonne d'eau s'homogénéise. En saison de crues, les secteurs entre l'embouchure des rivières et l'exutoire en mer ont un régime de circulation de type lotique, ceci principalement en lagune Ebrié où le bassin lagunaire est étroit.

- Bilan des sels nutritifs

En lagune Ebrié, l'élément nutritif le plus limitant est le P en régions fermées, l'N en régions ouvertes. En régions fermées, la production autotrophe est presque exclusivement supportée par un recyclage interne des sels nutritifs (production de régénération). En région ouverte, elle est tributaire des apports de sels nutritifs (en provenance des régions amont, du continent, de l'océan et de l'atmosphère). Globalement la lagune Ebrié apparaît importatrice d'éléments nutritifs sous forme minérale et organique détritique, et exportatrice (vers l'océan) de biomasse végétale. L'exportation vers l'océan de 3500 t de N_{tot} (minéral et organique, particulaire et dissous) est responsable du 1/10ème de la production autotrophe du plateau continental océanique face à la lagune.

Le régime des sels nutritifs sur les autres lagunes ivoiriennes, non étudié, est probablement identique.

6. Macrophytes

Les macrophytes se localisent exclusivement sur les rives. En bordure des eaux calmes peu salées, de la pleine eau à la rive, la succession est la suivante: une zone externe à hydrophytes libres, une zone moyenne à hydrophytes fixées nymphoïdes ou rubanées et une zone interne, qui est la prairie aquatique, où dominent les grandes graminées flottantes. Selon les conditions écologiques locales, les zones s'interpénètrent, l'une disparaissant au profit des autres.

Sur les sols hydromorphes alluvionnaires, riches en matières organiques, salés et soumis au régime des marées, on rencontre des mangroves ou forêts. Les palétuviers rouges et blancs, Rhizophora racemosa et Avicennia africana y jouent le rôle essentiel, puis par place des fourrés à Acrostichum aureum et des prairies à Paspalum vaginatum. A cette forêt littorale succèdent souvent des zones marécageuses.

Ces groupements végétaux sont en régression du fait de l'urbanisation des berges, du défrichage, de l'aménagement agricole et des coupes pour besoin de chauffage et autres. Leur rôle sur l'écologie des lagunes ivoiriennes n'est pas connu.

7. Phytoplancton et phytobenthos

- Lagune Ebrié

Groupe taxonomique: Les régions les plus fermées sont dominées par des cyanophycées. Les indices de diversité (Shannon) tournent autour de 2. Les régions ouvertes sont dominées en saison d'étiage par des diatomées, dinoflagellés et cyanophycées de relativement grande taille et bien diversifiées (Shannon = env. 2). En saison de crues on n'observe plus que quelques diatomées d'eau douce ou des euglénophycées (Shannon = env. 1).

Dans les baies polluées, on observe des fleurs d'eau de petits dinoflagellés, euglénophycées, cryptophycées et chlorophycées souvent très peu diversifiés (indice = env. 1).

Biomasse et production du phytoplancton (fig. 3.6): Dans les régions ouvertes, biomasse et production brute sont maximales en saison d'étiage. En saison de crues, la turbidité élevée contrarie la photosynthèse et les courants évacuent vers l'océan la biomasse produite. Dans les régions fermées biomasse et production brute sont plus stables au cours de l'année et plus élevées. Cette plus grande production est en quasi totalité entretenue par un recyclage interne de matière et caractérise un écosystème diversifié et mature. Tout à fait différemment, la plus faible production des régions ouvertes est supportée par des sels nutritifs issus du continent et elle enrichit globalement le complexe lagune-océan en matière végétale.

Production et biomasse sont les plus élevées dans les secteurs pollués par l'agglomération d'Abidjan.

Les moyennes annuelles, ainsi que les termes du bilan de matière et d'énergie dans les différentes régions sont résumées dans le tableau suivant:

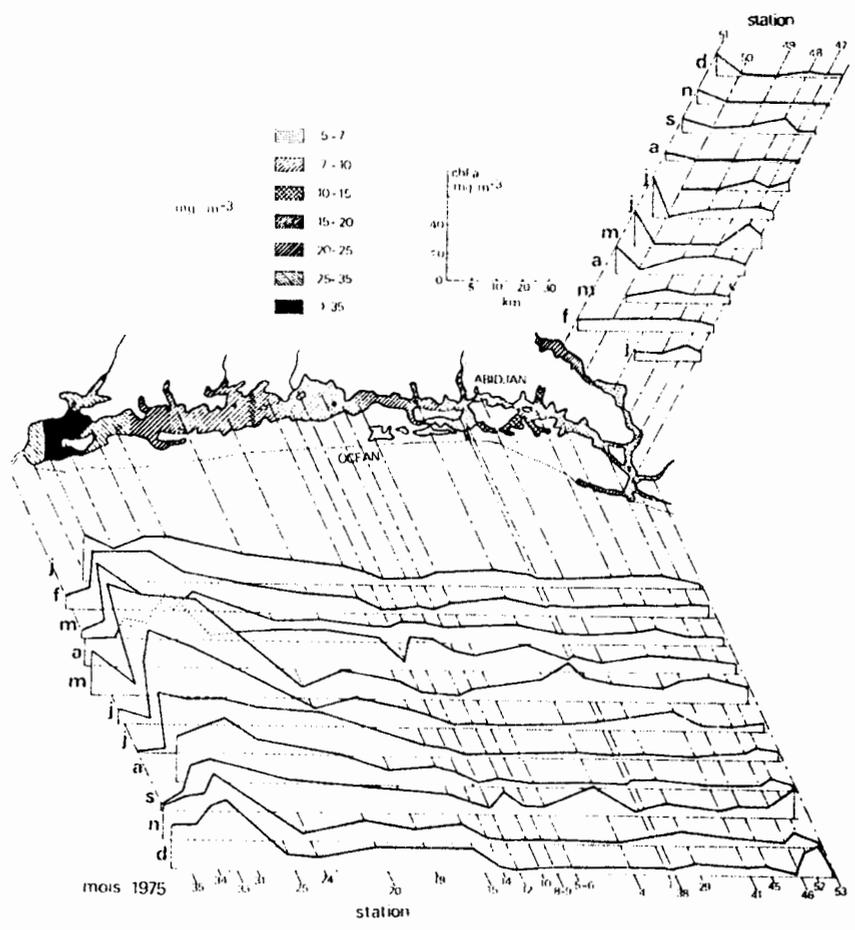


Figure 3.6 Concentrations en chlorophylle a totale en 1975 en surface de la lagune Ebrié (d'après Dufour 1983, thèse Doct., ORSTOM, Paris). Carte centrale: moyenne annuelle; de part et d'autre: concentrations mensuelles.

TABLEAU 3.4. — Valeurs moyennes de quelques paramètres du phytoplancton et de sa production dans une région « fermée », dans une région « ouverte », en région urbaine d'Abidjan et en région rurale proche (lagune Ebrié).

| Paramètres | Epoque | Unités | Région fermée (VI) | Région ouverte rurale (III _r) | Région ouverte (III _{tot}) | Région ouverte urbaine (III _u) | Lagune entière (total ou moyenne) |
|---|---------|-------------------------------------|--------------------|---|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Biomasse | | | | | | | |
| C _p du seston | 1975 | mg.m ⁻³ | 4862 | 804 | 1081 | 1310 | 2353 |
| Chlorophylle « a » totale = B | 1975 | mg.m ⁻³ | 34,7 | 7,3 | 14,3 | 20,1 | 16,5 |
| % de phéopigments (médianes) | 1975 | % | 24 | 28 | | 21 | |
| C _v annuel de B | 1975 | % | 49 | 59 | | 75 | |
| Indice de Shannon (phytoplancton) | 1976 | | -2 | 1-2 | | -1 | |
| Production du phytoplancton | | | | | | | |
| Production brute annuelle | | | | | | | |
| ΣΣΣ A | 1975 | gO ₂ m ⁻² | 2070 | 590 | 862 | 1050 | 1405 |
| ΣΣΣ A/Σ B | 1975 | gO ₂ /(mg chla) | 17,5 | 9,4 | 8,0 | 7,6 | 17,8 |
| Respiration annuelle ΣΣΣ R | 1975 | gO ₂ m ⁻² | 1312 | | 273 | | 650 |
| ΣΣΣ R/ΣΣΣ A | 1975 | % | 63 | | 32 | | 46 |
| Production nette annuelle | | | | | | | |
| ΣΣΣ P | 1975 | gO ₂ m ⁻² | 758 | | 589 | | 755 |
| ΣΣΣ R/ΣΣΣ P | 1975 | | 1,73 | | 0,46 | | 0,86 |
| Flux de matière | | | | | | | |
| Importation de B | Moyenne | gC.m ⁻² an ⁻¹ | 0,15 | | 125 | | 12 |
| Exportation de B | " | " | 1,88 | | 238 | | 30 |
| Bilan de B aux frontières | " | " | 1,73 | | 113 | | 18 |
| B importée/B produite <i>in situ</i> | " | % | 0,06 | | 68 | | 5 |
| B exportée/B produite <i>in situ</i> | " | % | 1,07 | | 129 | | 12,7 |
| B exportée/B produite et importée | " | % | 1,07 | | 77 | | 12,0 |
| Renouvellement de B par Σ P | " | j | 19,2 | | 8,4 | | 12,6 |
| Renouvellement de B par Σ P et les importations | " | j | 19,2 | | 5,0 | | 12,0 |
| Pour-cent de ΣΣΣ A « nouvelle » | 1975 | % | < 1,7 | | > 83 | | |
| Pour-cent de ΣΣΣ P « nouvelle » | " | % | < 4,1 | | > 100 | | |
| Flux d'énergie | | | | | | | |
| p énergie absorbée par le phytoplancton | 1975 | % | 20,6 | 4,5 | 6,8 | 9,1 | 12,9 |
| ρ _{tot} rendement de la production brute | 1975 | % | 0,54 | 0,16 | 0,22 | 0,28 | 0,37 |
| ρ _{net} rendement de la production nette | 1975 | % | 0,22 | | 0,15 | | 0,20 |

Le phytobenthos est abondant jusqu'à 2 mètres d'immersion (100 à 200 mg Chl a.m⁻²); en-dessous de 3 m, la biomasse phyto-planctonique de la colonne d'eau sus-jacente est plus importante. Sur l'ensemble de la lagune Ebrié, la production brute du phytobenthos est estimée à 10% de celle du phytoplancton.

- Lagune Aby

Les concentrations phytoplanctoniques semblent plus élevées en moyenne qu'en lagune Ebrié: 53 mg.m⁻³ en février (saison d'étiage) 27 et 13 mg.m³ en juillet et octobre (saison des crues). Mais la transparence plus faible, entraînerait à l'échelle annuelle une production brute à peu près identique à celle de la lagune Ebrié.

- Lagune de Grand Lahou

Peu de mesures, même ordre de grandeur que dans les deux autres lagunes.

8. Invertébrés

Zooplancton

- Lagune Ebrié

Le calanoïde Acartia clausi est pratiquement la seule espèce du mésozooplancton de la partie ouest (fermée), et il domine dans la majeure partie des régions centre et est (ouvertes) où abondent également des formes marines côtières. Une croissance assez élevée durant la phase copépodite, est notée chez Acartia (entre 0,26 et 0,89.10⁻⁶g de poids sec 10⁻⁶g⁻¹.j⁻¹). La production d'oeufs par les femelles varie selon les régions avec des chiffres extrêmes de 0,3 et 120,5 oeufs par femelle par jour (0,002 à 0,55.10⁻⁶g⁻¹.j⁻¹).

La biomasse du zooplancton est relativement faible, représentant de 0,2 à 4,2% de la biomasse des microparticules - ciliés, algues, bactéries, détritits - inférieures à 60.10⁻⁶m. Les estimations faites la situent entre 4 et 6 kg de poids sec ha⁻¹. Le temps de renouvellement de la biomasse estimée pour les populations d'Acartia est de l'ordre de 3 jours.

- Autres lagunes Peu de connaissances

Macrofaune benthique

- Lagune Ebrié

Les groupes représentés sont les mêmes qu'en mer, avec dans l'ordre d'abondance: Polychètes, crustacés (Isopodes, Amphipodes, Decapodes, Mollusques) oligochètes, németes et géphyriens, mais les populations y sont moins bien diversifiées. L'abondance est maximale sur les petits fonds et quasi nulle en-dessous de 3 m. Les biomasses varient entre moins de 0,1 g PS.m⁻² et près de 100 g PS.m⁻². Dans les régions ouvertes, elles semblent maximales en saison d'étiage. Il faut signaler l'importance tout à fait exceptionnelle d'un petit lamellibranche Corbula (Aloïdis) trigona, très abondant sur les petits fonds des secteurs occidentaux dessalés où il constitue la nourriture presque exclusive des Chrysichthys.

- Autres lagunes Pas de données.

Les Tarets

Les lamellibranches sont abondants en lagune où ils parasitent les matières ligneuses. On observe Bianka bagidaensis entre 16 et 35 ‰ et Teredo petiti entre 3 et 10 ‰.

La crevette rose Penaeus duorarum notialis

Les adultes pondent en mer. Les post-larves, âgées de 3 semaines environ, pénètrent dans les lagunes à marée montante, la nuit, toute l'année, plus nombreuses en période de nouvelle lune et de septembre à janvier. Les limites de leur pénétration sont liées à l'extension de la marée plus qu'à la valeur des salinités. Les jeunes crevettes sont surtout abondantes dans les secteurs saumâtres, sur les sédiments fins, vaseux et riches en matière organique des berges, roselières, baies et embouchures des rivières. Leur taille moyenne diminue vers l'amont.

Après 2,5 à 3 mois de croissance en lagune, les juvéniles redescendent en mer, la nuit, à marée descendante, principalement entre février et avril, en octobre (crués) et en juin (crués). Pour 95% d'entre elles leur taille est comprise entre 16 et 17 mm (L.C.).

La crevette Macrobrachium

Elle se reproduit dans les rivières: les immatures opèrent leur croissance dans les secteurs très dessalés des lagunes.

Le crabe Callinectes Stimpson

Deux espèces sont abondantes en lagune Ebrié, moins en lagune Aby, C. amnicola et C. pallidus. Les femelles de la première espèce sont mures à partir de 13,5 cm de largeur totale (environ 150 g). La ponte, le développement larvaire et le recrutement des juvéniles ont lieu dans des eaux de salinité supérieure à 17 ‰. Elles sont suivies de la croissance des juvéniles et de l'accouplement dans des eaux de salinité inférieure à 5 ‰. Les mâles ne migrent pas, fréquentant toute l'année les eaux dessalées.

8. Poissons

La faune piscicole comporte plus d'une centaine d'espèces. Les plus abondantes sont les suivantes:

Ethmalosa fimbriata: pélagique planctonophage très euryhaline (1 à 36 ‰), se rencontre en abondance sur l'ensemble des trois lagunes. La ponte a lieu dans des eaux de salinité supérieure à 5 ‰, en lagune ou en mer, où les juvéniles se maintiennent 4 mois jusqu'à la taille approximative de 6 cm. Puis ils se répartissent sur l'ensemble du système lagunaire jusqu'à 9-12 mois (12 cm). Ils se rassemblent ensuite sur les lieux de ponte de novembre à juin pour des tailles de 13 à 15 cm, puis après la ponte, quittent les lagunes pour l'océan.

Tilapia jentinki, T. guineensis et T. heudelotii: espèces estuariennes vraies qui peuvent dérouler toute leur existence en lagune, mais s'observent aussi en mer et dans le bas cours des rivières. (T. guineensis seulement).

Elops lacerta: prédateur, pélagique, se reproduit en mer, seuls les immatures sont abondants en lagune.

Chrysichthys nigrodigitatus et C. walkeri: espèces benthiques liées aux eaux peu salées lors de leur croissance.

Tylochromis jentinki: espèce estuarienne vraie, ponte d'août à février, incubation buccale, adultes matures à partir de 20 mois pour 160 mm de L.F.

Sardinella maderensis: espèce marine estuarienne.

Pomadasys jubelini et Liza falcipinnis: se reproduisent en mer et ont leur phase de croissance en lagune.

10. Activités et aménagement

La pression de l'homme sur les lagunes ivoiriennes est intense, elle s'exerce dans différents domaines: pollution, pêche, grands travaux publics.

Population

En 1970, les populations des bassins versants des trois principales lagunes étaient les suivantes: Ebrié 1 551 000, Aby 88 800, Grand Lahou 1 722 000.

Depuis 1970 la population s'est accrue, surtout sur le bassin versant de la lagune Ebrié où Abidjan est passé de 550 000 habitants en 1970 à plus de 2 000 000 aujourd'hui.

Pollution

Forêts et savanes des bassins versants sont largement défrichées. Le sud supporte des plantations industrielles ou familiales de café, cacaotiers, palmiers à huile, cocotiers, hévéas, bananiers et ananas, le nord surtout des plantations de coton et canne à sucre auxquelles il faut ajouter partout des cultures vivrières. Il est fait un usage encore modéré de pesticides dont certains sont pourtant déjà détectés, en quantités significatives, dans les sédiments (DDT, Lindane).

L'industrie est essentiellement concentrée à Abidjan. Les plus grosses entreprises transforment les produits agricoles et sont à l'origine d'une pollution organique (25% de la pollution organique de la lagune Ebrié). On observe aussi dans les sédiments de la lagune urbaine des teneurs déjà élevées en hydrocarbures PCB, DDT, Lindane et métaux lourds, modérés cependant par rapport à certain milieux aquatiques de pays industrialisés.

Les eaux usées de 500 000 Abidjanais sont collectées par un réseau et aboutissent en lagune après un traitement uniquement primaire et incomplet. On estime que 20% de la pollution organique de la population restante (1,5 M. habitants) parvient aussi en lagune. Il en résulte que le tiers de la DBO de la lagune Ebrié urbaine, soit près

de 20 000 t/an provient de cette pollution. L'eutrophisation résultante se traduit par des gradients significatifs de sels nutritifs, matière organique, phytoplancton et une accélération de certains rythmes biologiques (nombre d'oeufs, croissance, maturité sexuelle) de la zone rurale à la zone urbaine. Une grande partie des fonds des baies de la zone urbaine est anoxique.

Du fait de la pollution bactérienne la baignade est dangereuse (plus de 2000 coli fécaux/100 ml) sur l'ensemble de la lagune Ebrié urbaine. La pêche devrait y être interdite dans certaines zones.

La pression polluante est moins intense sur les lagunes Aby et de Grand Lahou.

Pêches

En 1981 la production des poissons des 3 grandes lagunes ivoiriennes avoisine 8 à 10 000 t/an alors que leur potentiel productif, atteint les années précédentes, est de 15 à 20 000 t/an (identique aux pêcheries océaniques ivoiriennes et représentant 10% de la consommation de poissons du pays).

Tableau 3.5 Estimation des captures des lagunes ivoiriennes en tonnes.

| | Poissons | EBRIE Crevettes | Autres crustacés | ABY Poissons |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1975 | 9200 ¹ | 780 ⁴ | 1800 ¹ | |
| 1976 | 7600 ² | 600 ⁴ | | |
| 1977 | 6700 ² | 660 ⁴ | | |
| 1978 | 6000 ³⁻⁴ | (>400) ⁴ | | |
| 1979 | 5400 ³⁻⁴ | 540 ⁴ | | 7900 ⁵ |
| 1980 | | 260 ⁴ | | 5000 ^{6*} |
| 1981 | | | | 3100 ^{6*} |
| 1982 | | | | |

* Captures estimées sans la pêche individuelle.

Le nombre des engins collectifs (sennes) a eu tendance à croître en lagune Ebrié (+ 360% entre 1964 et 1975) et en lagune Aby à partir de 1970. Leur longueur a été multipliée par 4 ou 5 tandis que leur maillage diminuait de 40 à 14 mm. En 1976-77, elles réalisaient 70 à 75% des captures en lagune Ebrié et leur quasi totalité en lagune Aby (la pêche aux engins individuels est restée générale en lagune de Grand Lahou). Les tonnages capturés augmentant ainsi que la proportion de juvéniles, il en est résulté une surexploitation des stocks et un effondrement des productions (d'ailleurs aussi liés à la pollution et aux grands travaux publics dans une proportion non déterminée). En 1979 on a capturé 5000 tonnes d'Ethmaloses en lagune Aby et seulement 500 t en 1981. Devant cet état de fait, l'effort de pêche des sennes a baissé en lagune Ebrié pour se réorienter progressivement vers l'océan. En 1982, la pêche aux engins collectifs a été provisoirement interdite dans les lagunes Ebrié et Aby, et une nouvelle réglementation adoptée: limitation du nombre de licences, de la longueur des sennes et de leur maillage (désormais 30 mm), ainsi que des périodes de pêche.

Les sennes appartiennent en lagune Ebrié à des propriétaires privés (dont l'activité principale n'est souvent pas la pêche) qui les font manipuler par des manoeuvres allochtones. Les pêches individuelles sont mises en oeuvre par des riverains autochtones auxquels la coutume réserve des territoires. Malgré ce découpage foncier, la surexploitation croissante par les engins collectifs entraîne des conflits entre les deux catégories de pêcheurs. En lagune Aby, les sennes appartiennent à des villageois riverains regroupés en coopérative.

En 1976-77, les Ethmatoses représentaient en lagune Ebrié plus de 60% des captures de poissons. Venaient ensuite représentant chacune 4 à 6% des prises: les Tilapia, Elops, les Chrysichthys, Tylochromis et Sardinella. Les Chrysichthys représentaient la plus grande valeur marchande, suivis des Tilapia et Tylochromis, les Ethmaloses n'arrivant de ce point de vue qu'en 4ème position.

Les rendements moyens annuels ont été de 100 à 200 kg/ha respectivement en lagune Ebrié et Aby, en 1979. Ils varient avec les secteurs sous l'effet des conditions écologiques et des techniques de pêche, dans le temps aussi (cf. supra).

Les pêcheries exclusivement artisanales utilisent huit catégories d'engins ou de techniques; par ordre d'importance des captures en lagune Ebrié: les sennes de plage et tournantes, les filets maillants, les lignes (palangres et à hameçons multiples), les éperviers, les enclos (pêcheries fixes), les nasses, les bambous, enfin épisodiquement et clandestinement les poisons.

Les crustacés sont capturés essentiellement par des filets fixes. Les Penaeus, d'abord exclusivement exploités en lagune Aby, ont été capturés et ce, de façon de plus en plus intense, en lagune Aby et Ebrié à partir de 1967. Leurs captures ont probablement chuté depuis, consécutivement à la fermeture de l'unique entreprise de conditionnement. Par contre, les crabes peu commercialisés au début des années 70 ont vu leur part augmenter: plus de 1000 t en lagune Ebrié à partir de 1976. Les pêcheries de Macrobrachium, moins importantes, sont saisonnières et localisées aux embouchures des rivières.

Les poissons sont commercialisés frais et surtout fumés. Ils alimentent le marché local (20% en lagune Ebrié), Abidjan et le Ghana (pour les prises en lagune Aby). Les crevettes étaient exportées avant la fermeture de l'unique entreprise de conditionnement. Quarante mille personnes vivaient de la pêche et de ses activités annexes rien qu'en lagune Ebrié.

Pisciculture

Des actions de recherche publiques sont menées sur l'élevage des Chrysichthys et Tilapia. Les succès enregistrés dans les domaines de la reproduction, de l'alevinage et de l'alimentation ont conduit le secteur privé à s'intéresser à ce type de production: plusieurs petites unités de production villageoises et fermes piscicoles ont été installées ces dernières années sur les trois grandes lagunes ivoiriennes. Leur production est encore négligeable comparée à celle des pêcheries.

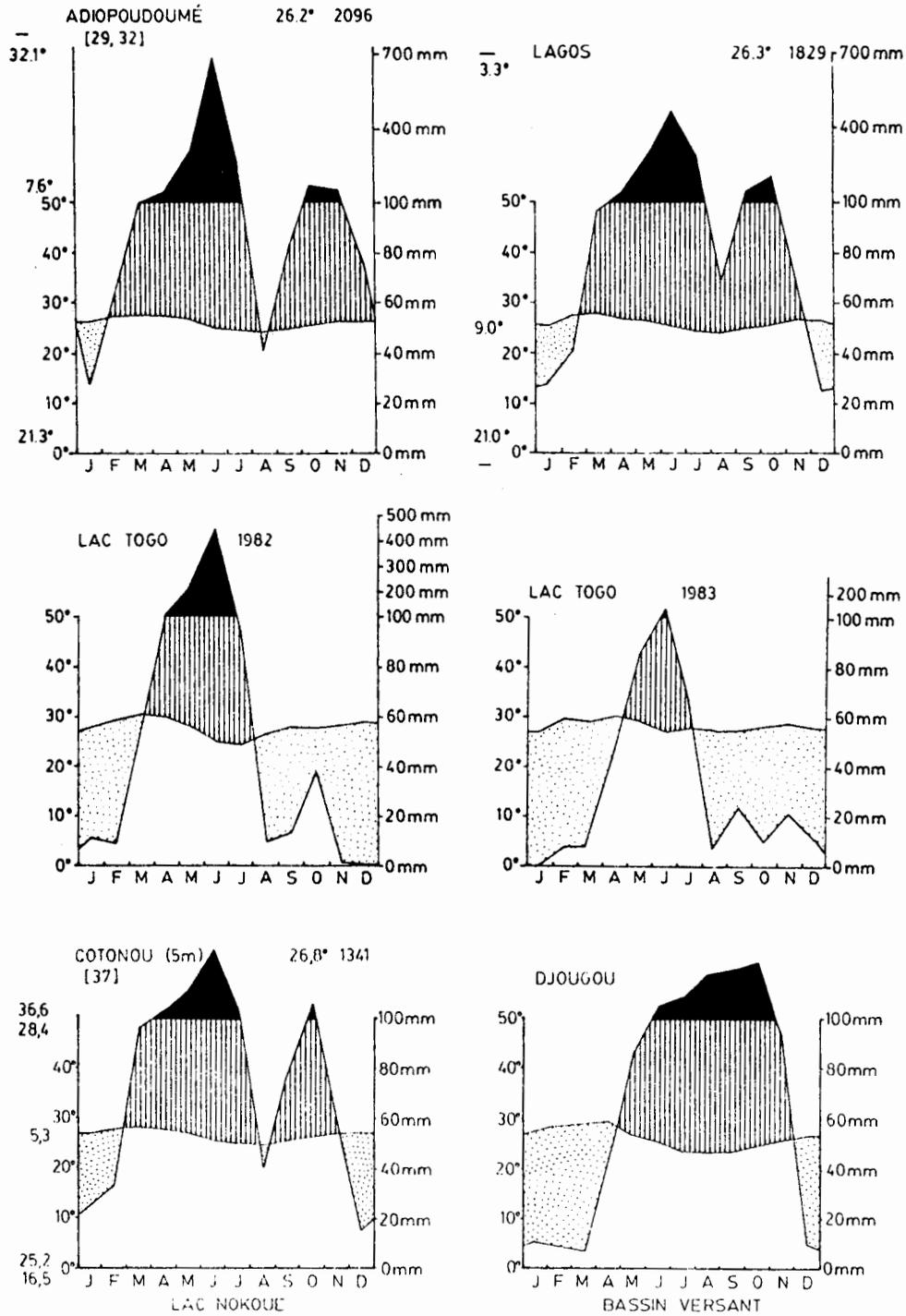


Fig. 3.7 Diagrammes climatiques pour les lagunes côtières d'Afriques de l'Ouest

Les grands travaux publics

Les lagunes ivoiriennes ont été profondément modifiées par les grands travaux publics parmi lesquels le percement du canal de Vridi, mettant en communication permanente l'océan et la lagune Ebrié, a permis l'installation du port d'Abidjan, puissant stimulant économique mais aussi source de pollution. Les conséquences écologiques sont ambiguës et contradictoires: une bonne moitié de la lagune a pris un caractère estuarien, la circulation des eaux et partant l'oxygénation en ont été améliorées. Certaines espèces amphidromiques exploitables (crabes, crevettes, ethmaloses...) ont pu s'y développer avec d'autres moins désirables (larets).

Il faut aussi signaler la construction de digues (Koumassi, Jacquville) qui perturbent la circulation, l'aération et les migrations.

L'aménagement des rives (quais, remblais...) a entraîné la disparition de la végétation naturelle (mangrove...) principalement dans la zone d'Abidjan.

Autres activités humaines

Les 3 grandes lagunes ivoiriennes sont une voie de transport, pour les hommes et les marchandises, de près de 300 km de long, grâce aux canaux artificiels qui les ont mis en communication. En 1982, un réseau de transport urbain par "aquabus" y a été mis en place à Abidjan.

Les lagunes sont soumises à des extractions de sable, facteur avancé pour expliquer l'accentuation récente de la chute des captures de crevettes.

Les lagunes favorisent aussi une industrie touristique en rapide extension (hotels de standing, club méditerranée).

Remerciements. L'auteur remercie MM. J.M. Ecoutin, D. Guiral, L. Saint-Jean et J.P. Tastet d'avoir bien voulu relire, corriger et compléter cette section du répertoire.

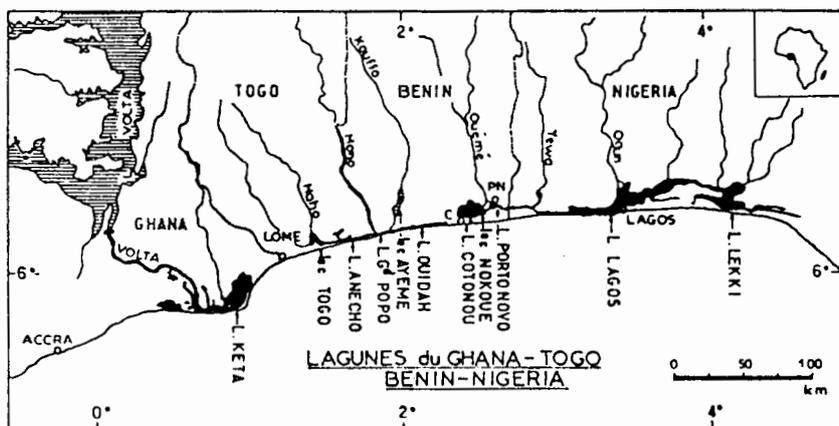
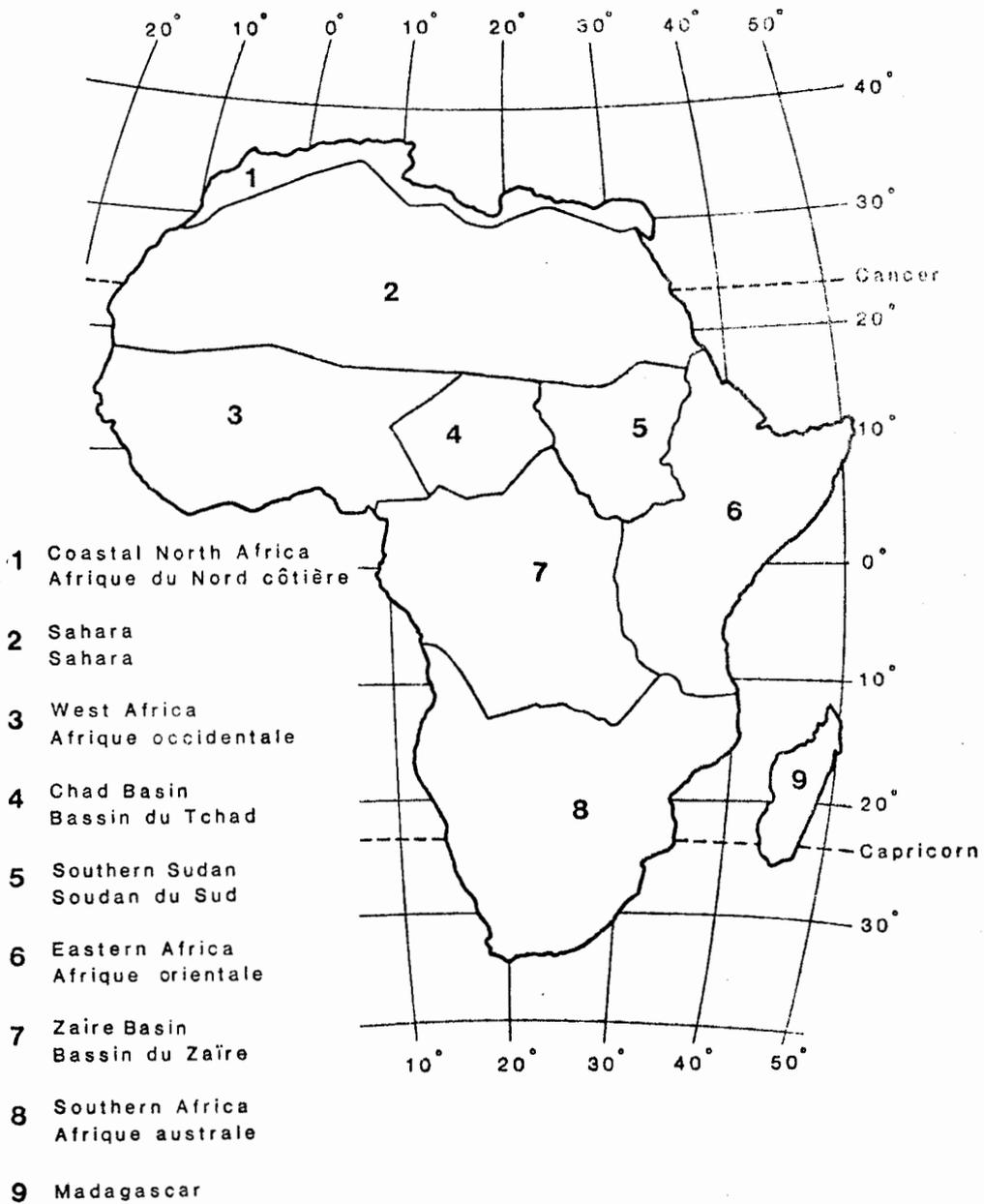


Figure 3.8 Lagunes du Ghana (3.1.b.), Togo (3.1.c.), Bénin (3.1.d.) et Nigéria (3.1.e.).



Regions of Africa treated in this Directory
 Régions d'Afrique traitées dans le présent répertoire

DIRECTORY
REPERTOIRE



**African wetlands
and shallow water bodies**

**Zones humides
et lacs peu profonds
d'Afrique**

M. J. BURGIS
J. J. SYMOENS



Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**African wetlands
and shallow water bodies**

**Zones humides
et lacs peu profonds d'Afrique**

DIRECTORY
REPERTOIRE

Edited by / Publié par les soins de

M. J. BURGIS
J. J. SYMOENS

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection **TRAVAUX et DOCUMENTS** n° 211

PARIS 1987

This work was completed with financial assistance of :
Ce travail a pu être réalisé grâce au support financier de :

Council for Scientific and Industrial Research (South Africa)
Fonds de la Recherche Fondamentale Collective (Belgique)
Ministère de l'Environnement (France)
Royal Society (Great Britain)
IUCN and WWF



Funds and facilities for the preparation of camera ready text were made available by IUCN and WWF

L'UICN et le WWF ont procuré les fonds et les facilités pour la préparation des manuscrits définitifs

L'ORSTOM en a assuré la publication

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.