

ETUDE DE FAISABILITE DE LA MISE EN PLACE
D'UN RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA
QUALITE DES EAUX LAGUNAIRES ET MARINES
EN COTE D'IVOIRE (R.N.O.C.I.)

Rubrique I

INVENTAIRE DES CONNAISSANCES DEJA ACQUISES
SUR LE MILIEU ET LA POLLUTION DES EAUX
LAGUNAIRES ET MARINES EN COTE D'IVOIRE

par

J.M. CHANTRAINE* et Ph. DUFOUR**

| | |
|----------------------------|-------|
| 1 - Le milieu | I,5 |
| 2 - La pollution | I,35 |
| 3 - Catalogues des données | I,62 |
| 4 - Bibliographie | I,104 |

* Chercheur ORSTOM - Centre de Recherches Océanographiques -
B.P. V 18 - Abidjan - Côte d'Ivoire.

** Chercheur ORSTOM - Institut de Limnologie -
Avenue de Corzent - 74203 Thonon - France.

Avertissement

Cette première rubrique est constituée de quatre chapitres :

- une description sommaire du milieu naturel lagunaire et marin.
- un exposé des connaissances acquises sur ces milieux en matière de pollution.
- un inventaire détaillé des données brutes qui y ont été recueillies et auxquelles l'accès est possible.
- une bibliographie, non exhaustive, regroupant les publications relatives à cette rubrique.

Le lecteur pourra constater une certaine disproportion entre l'information donnée sur la lagune Ebrié et celle se rapportant aux autres lagunes ou au milieu océanique. Celle-ci peut s'expliquer par les arguments suivants :

- cette lagune a été, et est encore, de loin la plus étudiée donc la mieux connue des lagunes ivoiriennes. C'est d'autre part sur ses eaux que s'exerce la quasi-totalité de la pression polluante aquatique actuelle en Côte d'Ivoire.
- l'océan est, dans des limites géographiques raisonnables, beaucoup plus homogène que les lagunes. Sa description s'en trouve donc relativement simplifiée. Par ailleurs la situation des eaux marines ivoiriennes au regard de la pollution n'est pas encore alarmante. C'est pourquoi le nombre des études menées dans cette optique est restreint.

INTRODUCTION

Un réseau du type de celui envisagé ici a pour objectif général l'observation continue de la qualité des eaux lagunaires et océaniques littorales. Il n'a pas à se substituer à la recherche dont l'objectif général est la description et la compréhension du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Les programmes de recherche aboutissent à la connaissance du niveau moyen des paramètres des écosystèmes, des interrelations entre paramètres, des variations géographiques et temporelles, et enfin, des influences des contraintes externes (climat, systèmes hydrologiques limitrophes, homme).

De tels programmes se sont mis en place en Côte d'Ivoire depuis le début du siècle. Ils ont pris un développement plus intense lorsqu'en 1958 fut conclu un accord entre l'O.R.S.T.O.M. et le conseil du gouvernement de la Côte d'Ivoire pour une recherche océanographique suivie.

En mars 1961, était créé le Centre de Recherches Océanographiques (CRO) dépendant du Ministère de l'Agriculture de la jeune République de Côte d'Ivoire. En 1966, il était rattaché au Ministère de la Production Animale et passait en 1971 sous tutelle du Ministère de la Recherche Scientifique.

Progressivement, ses recherches s'intensifiaient avec des moyens matériels et humains accrus. De deux chercheurs français en 1961, ses effectifs se maintiennent depuis 1973 entre 30 et 40 chercheurs, parmi lesquels une dizaine d'ivoiriens aujourd'hui.

Pour répondre aux préoccupations du Gouvernement ivoirien, une partie des recherches étaient concentrées à partir de 1972 sur le réseau lagunaire, afin de préciser son importance dans l'économie du pays, les possibilités d'amélioration de sa production et les risques d'évolution du fait des interventions humaines. A partir de 1976, ces recherches représentaient la moitié des activités du CRO.

Actuellement, les programmes de recherche du CRO se trouvent regroupés sous deux thèmes :

- lagune : hydrobioclimat, exploitation rationnelle des principales espèces, conséquences des pollutions, développement de l'élevage, aspects socio-économiques.

- océan : hydrobioclimat de la province maritime ivoirienne, exploitation rationnelle des stocks du plateau continental, exploitation rationnelle des thonidés de l'Atlantique tropical et production de matière vivante de la région équatoriale.

D'autres services et laboratoires ont aussi contribué à l'accumulation de connaissances de base sur les écosystèmes lagunaires et océaniques littoraux et leur environnement. Citons, en espérant ne pas trop en oublier : l'Université nationale d'Abidjan, (département des Sciences de la Terre et l'Institut d'Ecologie Tropicale), le Port Autonome d'Abidjan, l'IDREM, l'ASECNA, la D.R.E.S., les Directions techniques des Ministères des Travaux Publics et des Mines, bien entendu aussi la Direction des Pêches Maritimes et Lagunaires du Ministère de la Production Animale et la Direction de l'Environnement Industriel du Ministère de l'Environnement, les centres O.R.S.T.O.M. d'Adiopoudoumé et de Petit-Bassam (Sciences humaines),...

Toutes ces interventions ont abouti à une accumulation de connaissances impressionnante, utiles à l'élaboration du RNO ivoirien. Nous en faisons une synthèse sommaire dans cette rubrique. Plus précisément, nous nous proposons :

- d'inventorier la somme des connaissances acquises sur le milieu naturel (frange littorale marine et lagunes ivoiriennes) en dressant une synthèse sommaire du fonctionnement des écosystèmes,
- de faire le point des études qui y ont été menées en matière de pollution,
- de dresser un catalogue de toutes les données brutes disponibles récoltées sur ces milieux,
- de fournir enfin aux futurs exécutants du Réseau une bibliographie sommaire relative à ces études et le moyen d'accéder à une information exhaustive sur le sujet.

LE MILIEU

1 - LE MILIEU

| | |
|---|------|
| 1.1 - LE CADRE GEOGRAPHIQUE | I,07 |
| 1.1.1. - Le cadre océanique | I,07 |
| 1.1.2. - Le cadre continental | I,07 |
| 1.2 - LE CADRE CLIMATIQUE | I,12 |
| 1.3 - LE CADRE HYDROCLIMATIQUE | I,12 |
| 1.3.1. - Les saisons marines | I,12 |
| 1.3.2. - Les saisons lagunaires | I,15 |
| 1.4 - LE CADRE HYDROLOGIQUE | I,15 |
| 1.4.1. - Le milieu océanique | I,15 |
| 1.4.1.1. Les masses d'eau | I,15 |
| 1.4.1.2. Les mouvements d'eau | I,16 |
| 1.4.1.3. Les apports d'eau douce | I,19 |
| 1.4.2. - Le système lagunaire | I,19 |
| 1.4.2.1. La lagune de Grand Lahou | I,19 |
| 1.4.2.2. La lagune Aby | I,21 |
| 1.4.2.3. La lagune Ebrié | I,23 |
| 1.4.2.4. Variabilité interannuelle des apports d'eau douce | I,26 |
| 1.4.2.4.1. Les précipitations | I,26 |
| 1.4.2.4.2. Les apports fluviaux | I,27 |
| 1.4.2.4.3. Les apports totaux d'eau douce | I,27 |
| 1.4.2.4.4. Conséquences sur l'hydroclimat lagunaire | I,29 |
| 1.4.2.4.4.1. Marées, courants, niveau moyen du plan d'eau | I,29 |
| 1.4.2.4.4.2. La température des eaux | I,29 |
| 1.4.2.4.4.3. La salinité | I,31 |
| 1.4.2.5. L'hétérogénéité spatiale | I,32 |

1 - LE MILIEU

1.1. - LE CADRE GEOGRAPHIQUE

1.1.1. - Le cadre océanique

Le plateau continental ivoirien (fig. 1), situé entre 10 et 120 m de profondeur, s'étend approximativement entre 3° et 7,5° W sur environ 500 km. Sa largeur atteint un maximum de 35 km à la frontière du Ghana et à Sassandra. Son minimum (18 km) se situe au niveau d'Abidjan où un accident topographique majeur, le Trou-sans-fond, entaille le plateau continental. Cette crevasse débute au ras de la côte dans les fonds de 10 m et se termine dans la plaine abyssale de Guinée à 5.000 m de profondeur.

Le littoral est essentiellement bas et sableux surtout dans la partie orientale. De Fresco jusqu'au Cavally (frontière du Libéria) on rencontre des falaises, des rochers et des récifs.

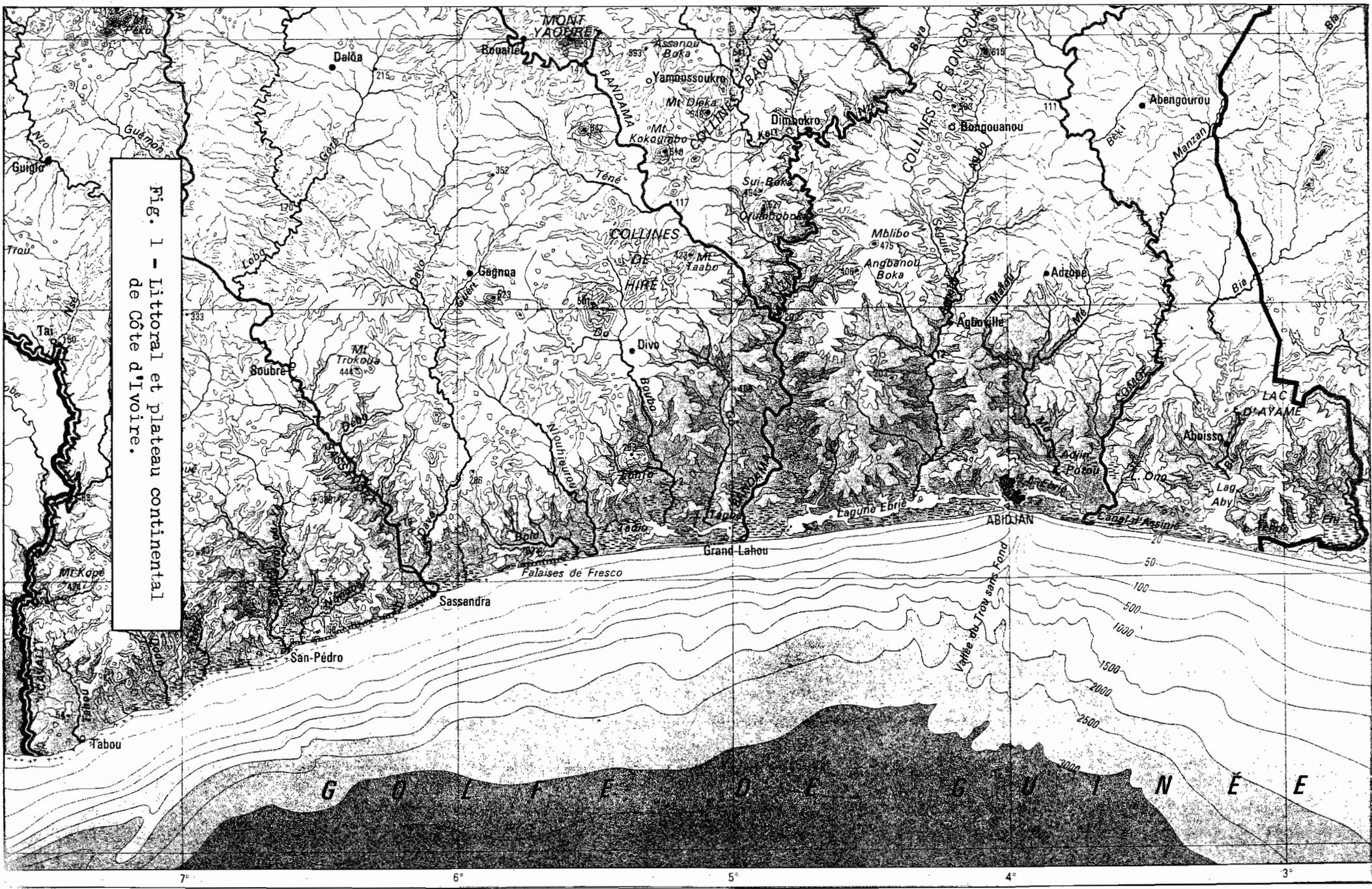
1.1.2. - Le cadre continental

Les lagunes ivoiriennes sont essentiellement rassemblées le long de la moitié orientale de la façade littorale, jusqu'au Ghana sur près de 300 km (fig. 2a,b,c). Cet ensemble qui couvre une superficie d'environ 1.200 km² est en réalité constitué de trois lagunes principales : d'ouest en est les lagunes de Grand-Lahou, Ebrié et Aby. Naturellement séparées, elles ont été reliées grâce au percement de canaux : le canal d'Assagny en 1939 et le canal d'Assinie entre 1955 et 1957.

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

Citons enfin pour mémoire les étendues d'eau douce, importantes comme les retenues de barrage de Kossou, Ayamé et Buyo, et plus réduites comme les lacs Bakré et Labion ou la lagune Ono qui n'est pas une lagune à proprement parler.

Fig. 1 - Littoral et plateau continental de Côte d'Ivoire.



7° 6° 5° 4° 3°

1.2. - LE CADRE CLIMATIQUE

La région est soumise au régime climatique dit "équatorial de transition". Les précipitations abondantes (1.400 à 2.500 mm/an) sont réparties en deux saisons centrées sur juin et octobre. Les averses peuvent être extrêmement violentes : averse décennale de 200 mm par jour et averse annuelle de plus de 100 mm par jour.

La température moyenne mensuelle est peu variable restant comprise entre 24,5 et 27,5°C.

Les vents sont de secteurs sud-ouest prédominants, et de vitesse modérée (2 m/s).

L'humidité atmosphérique moyenne est très élevée : 85 %.

L'évaporation est forte (1.200 mm/an et varie entre 67 mm en août, et 135 mm en mars).

L'énergie solaire incidente de 1.500 J/cm². j est modérée pour la latitude et varie entre 1.100 (août) et 1.900 (mars).

Les caractéristiques climatiques moyennes à la station bioclimatologique d'Adiopodoumé sont rassemblées dans le tableau I. De ces caractéristiques découlent les saisons marines et les saisons lagunaires.

1.3. - LE CADRE HYDROCLIMATIQUE

1.3.1. - Les saisons marines

Au-dessus du plateau continental ivoirien, les facteurs agissant sur la mer au niveau du littoral entraînent l'apparition alternée de différents types d'eaux qui permettent de définir des saisons marines.

| Paramètre | | Unité | Période | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | \bar{M} | Total | |
|-------------------------------------|-----|----------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----------|--------|--|
| Rayonnement solaire global..... | M | J/cm ² /j | 1968/ 1979 | 1520 | 1737 | 1891 | 1927 | 1755 | 1311 | 1222 | 1149 | 1355 | 1658 | 1758 | 1498 | 1565 | | |
| | CV | | | 7,0 | 6,1 | 6,1 | 6,3 | 7,9 | 8,5 | 11,2 | 12,6 | 10,0 | 14,4 | 7,3 | 9,9 | | | |
| Durée d'insolation... | M | heure/ mois | 1956/ 1979 | 177 | 181 | 201 | 190 | 176 | 92 | 96 | 78 | 89 | 158 | 194 | 179 | 151 | | |
| | CV | | | 29,7 | 18,9 | 15,5 | 13,8 | 18,6 | 33,7 | 38,3 | 24,9 | 25,4 | 21,6 | 17,5 | 30,5 | | | |
| Température de l'air sous abri..... | M | °C | 1950/ 1979 | 26,7 | 27,5 | 27,7 | 27,5 | 27,0 | 25,6 | 24,8 | 24,4 | 25,0 | 25,9 | 26,5 | 26,3 | 26,2 | | |
| | CV | | | 2,4 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 1,6 | 1,9 | 2,3 | 2,8 | 2,1 | 2,0 | 1,3 | 1,7 | | | |
| | Max | | 31,1 | 31,9 | 32,1 | 31,8 | 30,9 | 28,7 | 27,8 | 27,3 | 28,0 | 29,2 | 30,5 | 30,4 | 30,0 | 30,0 | | |
| | Min | | 22,2 | 23,1 | 23,3 | 23,3 | 23,1 | 22,4 | 21,8 | 21,3 | 21,9 | 21,8 | 22,5 | 22,2 | 22,4 | | | |
| Vitesse du vent..... | M | m/sec | 1966/ 1979 | 1,18 | 1,43 | 1,53 | 1,41 | 1,23 | 1,25 | 1,46 | 1,59 | 1,67 | 1,54 | 1,19 | 1,01 | 1,37 | | |
| | CV | | | 13,7 | 11,8 | 44,5 | 9,3 | 11,2 | 9,1 | 6,7 | 4,9 | 9,6 | 15,7 | 9,9 | 7,1 | | | |
| Tension de vapeur d'eau..... | M | mb | 1969/ 1979 | 28,7 | 29,8 | 29,9 | 30,1 | 30,2 | 28,7 | 27,0 | 26,3 | 26,9 | 28,2 | 29,4 | 29,3 | 28,7 | | |
| Évapo transpiration (Penman)..... | M | mm | 1968/ 1979 | 113,6 | 121,5 | 141,8 | 137,3 | 126,5 | 90,2 | 90,4 | 86,1 | 98,0 | 122,6 | 121,2 | 106,8 | | 1356 | |
| | CV | | | 7,6 | 6,8 | 7,3 | 5,7 | 8,3 | 10,1 | 10,1 | 11,6 | 8,4 | 10,8 | 7,6 | 9,9 | | | |
| Précipitations..... | M | mm | 1948/ 1980 | 28,3 | 65,4 | 106,4 | 143,6 | 295,7 | 685,5 | 250,4 | 41,0 | 82,3 | 168,3 | 152,3 | 77,2 | | 2096,3 | |
| | CV | | | 112,0 | 82,0 | 49,0 | 49,0 | 42,0 | 38,0 | 85,0 | 124,0 | 96,0 | 69,0 | 42,0 | 77,0 | | | |

Tableau I - Caractéristiques climatiques moyennes à la station bioclimatologique de l'O.R.S.T.O.M. à Adiopodoumé (d'après Monteny et Lhomme, 1980) ; M = moyenne, σ = écart-type, \bar{M} = moyenne annuelle des moyennes mensuelles, $CV = \frac{100 \times \sigma}{M}$.

On peut distinguer quatre saisons principales :

Petite saison froide (fin décembre-janvier) : il se produit un upwelling côtier qui intéresse toute la Côte d'Ivoire, les eaux marines côtières sont froides (24-25°C) et salées (plus de 35‰).

Grande saison chaude (février-mai) : les eaux océaniques s'installent devant la Côte d'Ivoire, la température oscille entre 27 et 28°C et la salinité est proche de 35‰.

Grande saison froide (juillet à octobre) : c'est la saison de l'upwelling normalement le plus marqué, la salinité des eaux marines côtières est toujours proche de 35‰ avec une température inférieure à 23°C.

Petite saison chaude (novembre-décembre) : des eaux guinéennes chaudes et dessalées viennent recouvrir celles de l'upwelling.

La figure 3 illustre les fluctuations de la température et de la salinité des eaux océaniques devant Abidjan.

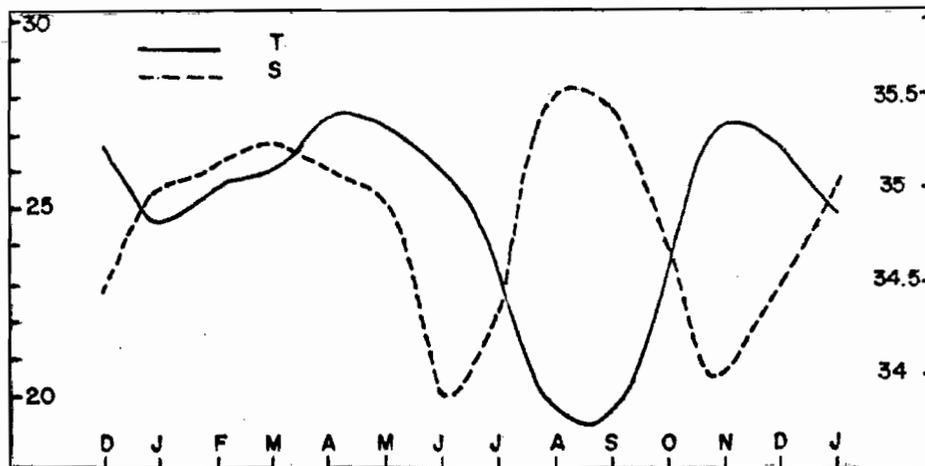


Fig. 3 - Fluctuations de la température et de la salinité des eaux océaniques devant Abidjan (moyenne 1966-1970) d'après Morlière, 1970.

1.3.2. - Les saisons lagunaires

On peut schématiquement considérer trois saisons distinctes :

Saison sèche (de janvier à avril) : les apports continentaux - qu'il s'agisse d'écoulements ou de précipitation - sont négligeables, l'évaporation est maximale et l'influence marine prépondérante. Températures et salinités atteignent leur niveau le plus élevé. C'est aussi l'époque des gradients verticaux les mieux marqués.

Saison des pluies (de mai à août) : époque des plus fortes précipitations puis des apports des rivières forestières, la température atteint sa valeur minimale. C'est l'époque de l'upwelling dans la région côtière.

Saison des crues (de septembre à décembre) : l'arrivée des eaux des fleuves drainant le nord de la Côte d'Ivoire bouleverse certaines régions lagunaires où la salinité s'approche de zéro. La température remonte à partir d'octobre.

1.4 - LE CADRE HYDROLOGIQUE

1.4.1 - Le milieu océanique

1.4.1.1. Les masses d'eau

Dans les régions tropicales de l'Atlantique, existe en permanence une couche mince d'eau tropicale superficielle dont la température est élevée et la salinité variable (MORLIERE, 1970).

Son épaisseur varie entre 30 et 40 mètres en fonction de la latitude et de la saison.

Le littoral ivoirien bien que situé par 5°N est soumis aux influences australes et en particulier aux alizés australs. Pendant l'été austral, entre Abidjan et l'équateur, la température de la couche de surface reste supérieure à 28° C et la salinité inférieure à 35‰ ; le refroidissement lié à l'hiver austral entraîne un abaissement de la température ($T < 25^{\circ}\text{C}$) et une augmentation de la salinité surtout près de la côte.

L'existence d'une thermocline et d'une halocline à des immersions proches entraîne l'existence d'une couche de discontinuité de la densité. La thermocline présente un point haut fortement marqué ; le point bas (18°C) est accompagné d'un maximum de salinité ($35,8\text{‰}$).

Dans le Golfe de Guinée existent en permanence des masses d'eau chaudes et peu salées (BERRIT, 1966) résultant des fortes précipitations et des apports fluviatiles. Les deux principales zones de formation : les côtes du Libéria et la baie de Biafra sont situées de part et d'autre de la Côte d'Ivoire.

Sur le littoral ivoirien, les vents et les courants vont créer des mouvements horizontaux et verticaux qui vont faire alterner ces différentes eaux : eau tropicale superficielle, eau subtropicale du maximum de salinité et eaux guinéennes déterminant ainsi les caractères des saisons marines (cf. § 3.1).

1.4.1.2 Les mouvements d'eau

Les études de courantologie (LEMASSON et REBERT, 1968) effectuées sur le plateau continental ivoirien ont montré l'existence d'un courant superficiel orienté vers l'est et d'un sous-courant orienté en sens contraire. Le courant superficiel, de vitesse moyenne 0,5 noeud, s'inverse pendant 15 % du temps. Le sous-courant se situe entre 15 et 80 m de la surface ; sa vitesse est sensiblement la même (fig. 4).

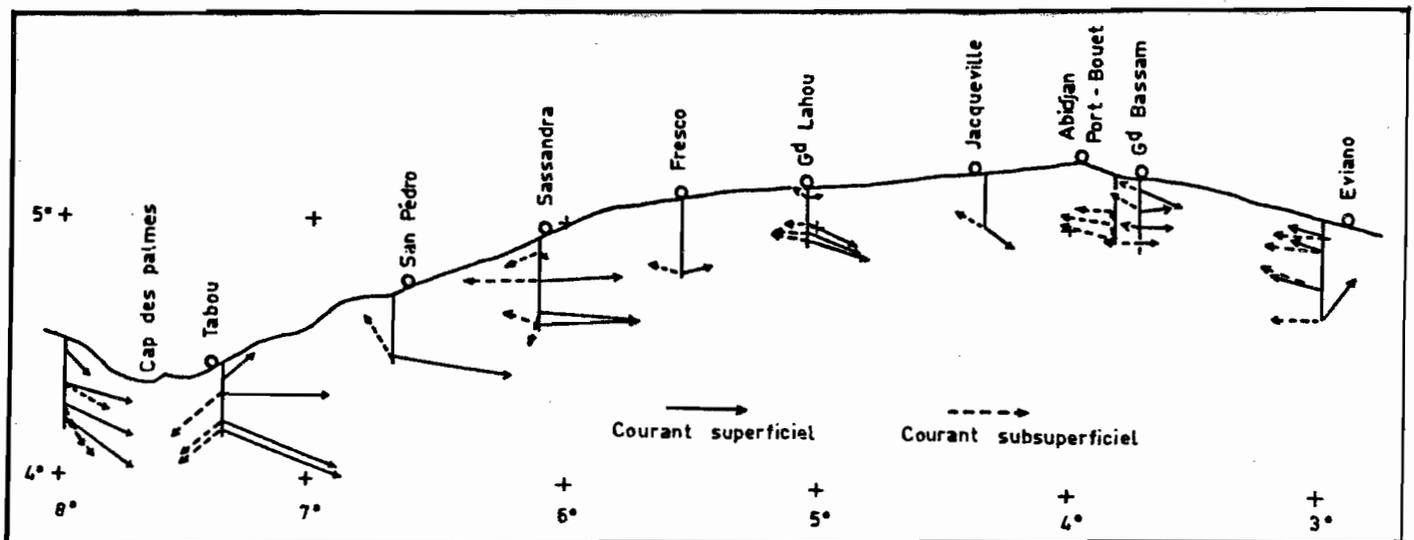


Fig. 4 - Les courants sur le plateau continental ivoirien (d'après Lemasson et Rébert, 1968)

Au printemps les alizés australs franchissent l'équateur et c'est avec une direction SW à WSW qu'ils atteignent la Côte d'Ivoire où ils créent un climat de mousson.

Ces vents réguliers sont générateurs d'upwelling du fait de l'orientation favorable de la côte : les vents sont parallèles à celle-ci entre le Cap des Palmes et Sassandra et c'est dans cette zone que l'upwelling atteindra son maximum d'intensité ; entre Sassandra et Abidjan l'orientation de la côte par rapport au vent est encore favorable à l'upwelling ; à l'est d'Abidjan l'orientation est neutre, c'est à dire qu'il peut y avoir plongée ou remontée des eaux suivant les fluctuations de la direction des vents.

Pendant la période d'upwelling il y a donc une masse d'eau froide le long du littoral ivoirien, les eaux les plus froides ($18^{\circ}\text{C} - 35,5\text{‰}$) se trouvant à l'ouest. La température augmente vers l'est et vers le large, la salinité variant en sens inverse. Il existe au niveau du Cap des Palmes une zone frontale très marquée ($16^{\circ}\text{C} - 35,5\text{‰}$ et $26^{\circ}\text{C} - 34\text{‰}$ à 23 milles de distance de part et d'autre du Cap des Palmes en juillet 1969). Cette zone frontale sépare les eaux d'upwelling d'une masse d'eau chaude et dessalée : les eaux guinéennes (BERRIT, 1966) accumulées le long de la côte du Libéria.

A l'issue de cette période, quand cessent les remontées d'eau (octobre), les eaux guinéennes se répandent le long de la Côte d'Ivoire qui se trouve alors baignée d'eaux chaudes et peu salées ($28^{\circ}\text{C} - 34\text{‰}$ à 10 mètres).

En janvier un faible upwelling se développe dans la région ouest de la Côte d'Ivoire (Tabou - Sassandra) ce qui a pour effet de remplacer les eaux guinéennes par des eaux "océaniques" plus salées ($S > 35\text{‰}$) et plus froides ($T < 25^{\circ}\text{C}$). La force du vent et celle du courant conditionnent l'intensité et l'extension du phénomène.

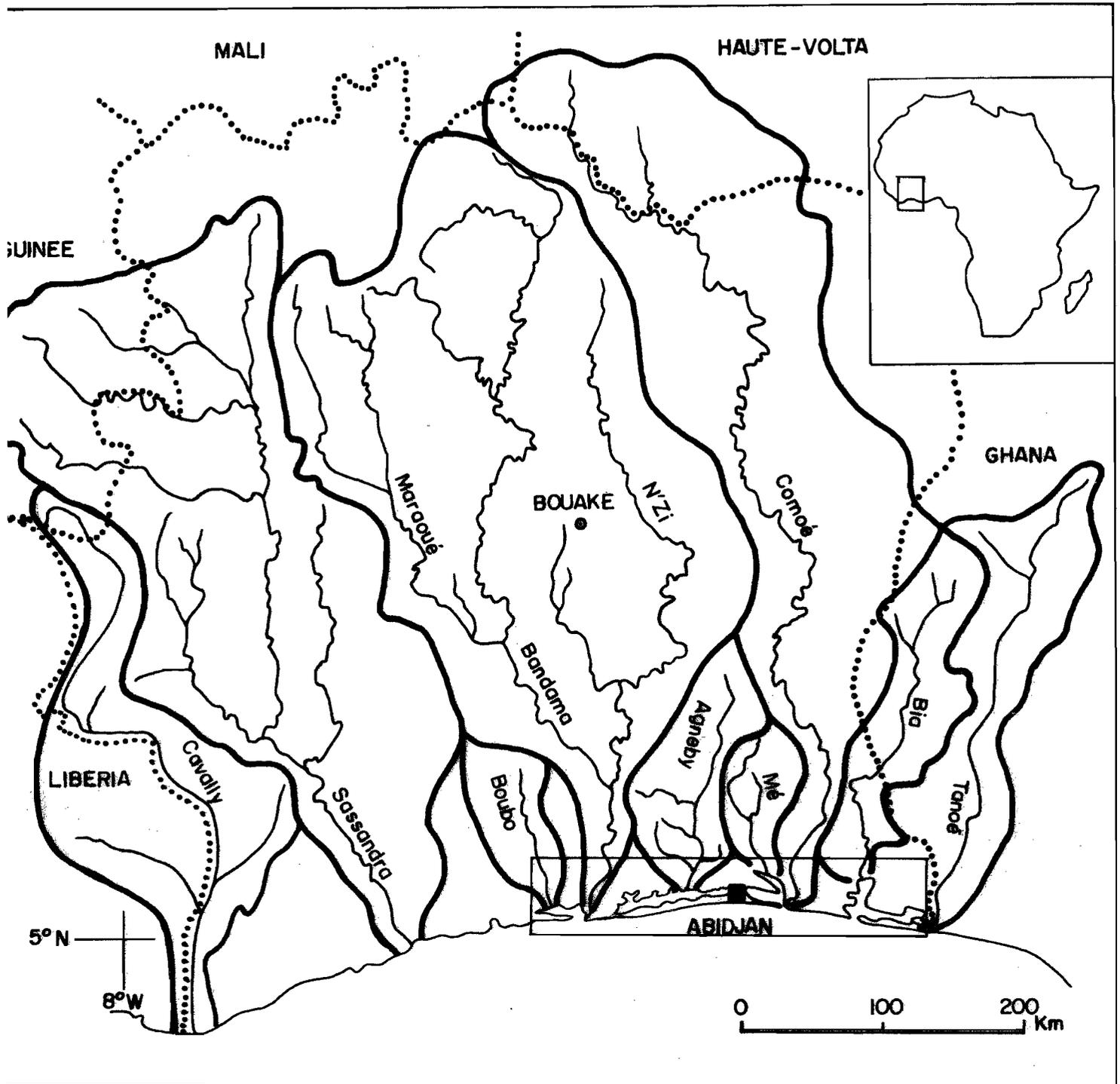


Fig. 5 - Bassins versants des principaux fleuves de Côte d'Ivoire.

| Fleuve | Cavally | Sassandra | Boubo | Bandama | Agnèby | Mé | Comoé | Bia | Tanoé |
|--|---------|-----------|---------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Surface du bassin versant (km ²) | 30.000 | 75.000 | 5.100 | 97.500 | 8.900 | 4.300 | 78.000 | 10.000 | 16.000 |
| Module moyen annuel (km ³) | 18,9 | 18,1 | 0,6 estimé | 9,4 | 0,9 | 1,5 | 7,1 | 1,9 | 4,2 |

Tableau II - Surface du bassin versant et module moyen annuel des principaux fleuves de Côte d'Ivoire.

Cet upwelling faible semble se maintenir pendant les cinq premiers mois de l'année avec des variations importantes dont les conséquences, dans les régions situées plus à l'est, sont des fluctuations de la température et de la salinité dont l'amplitude, le nombre et la position dans l'année varient d'une année à l'autre.

1.4.1.3. Les apports d'eau douce

Outre les précipitations directes de la mi-mai à la mi-juillet (mousson) et en octobre-novembre lors du recul du front de mousson, l'océan reçoit les eaux de fleuves et rivières d'importances variables, soit directement (Cavally, Sassandra) soit par l'intermédiaire des grandes lagunes (Bandama, Agnéby, Mé, Comoé, Bia et Tanoé) aux passes de Grand-Lahou, Vridi et Assinie.

La figure 5 représente ces principaux bassins versants; leur surface ainsi que le module moyen annuel des fleuves correspondants sont reportés sur le Tableau II.

1.4.2. - Le système lagunaire

Ce chapitre sera consacré aux trois grandes lagunes de Côte d'Ivoire, surtout la lagune Ebrié qui a été, et qui est encore, l'objet d'études approfondies. On ne dispose pratiquement d'aucunes données scientifiques sur les petites lagunes littorales déjà citées (cf. § 1.2).

Il est remarquable de noter (fig. 5) que les bassins versants des fleuves qui alimentent les trois principales lagunes ivoiriennes, constituent les deux tiers (rapport de surface) du réseau hydrographique. Cette constatation est essentielle pour la conception du RNOCI.

1.4.2.1 La lagune de Grand-Lahou

La lagune de Grand-Lahou (fig. 6) est orientée est-ouest ; c'est la plus petite et la moins profonde des trois grandes lagunes. Sa superficie est de 190 km². Elle s'étend sur une cinquantaine de kilomètres.

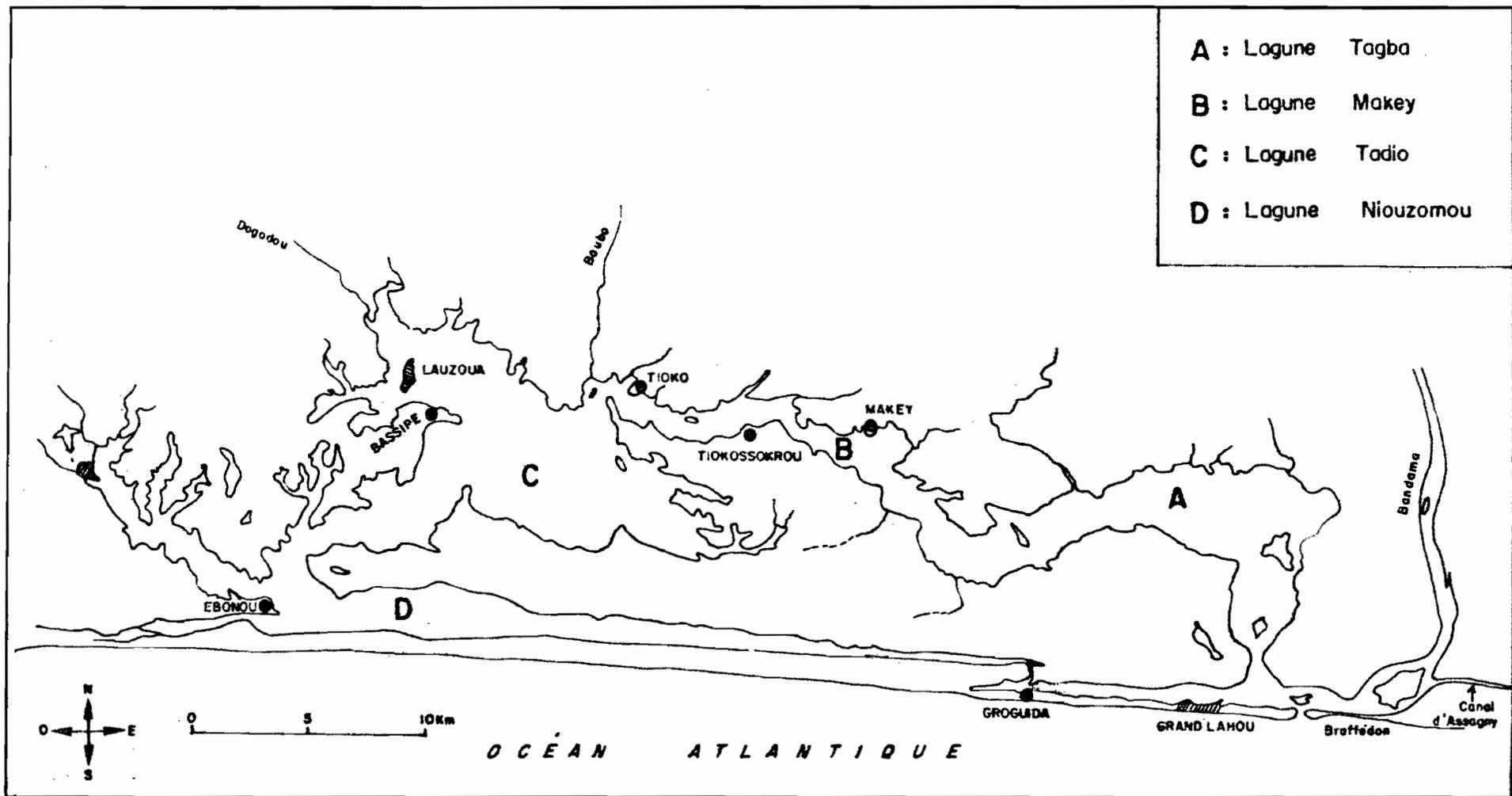


Fig. 6 - Lagune de Grand-Lahou

Elle se raccorde à son extrémité orientale avec l'estuaire du Bandama qui est le plus grand fleuve de Côte d'Ivoire. Cela explique que la passe de Grand-Lahou, qui constitue le seul exutoire de la lagune, ait été ouverte en permanence sur la mer. Cette situation a cependant évolué sensiblement ces dernières années car la sécheresse persistante sur le Sahel et les grands barrages construits sur le Bandama entraînent des écoulements très inférieurs à ceux des années précédentes. Au plus fort de la sécheresse, la passe de Grand-Lahou s'est fermée et l'ouverture n'a été rétablie que par l'intervention de bulldozers en novembre 1973.

Son bassin versant (fig. 5) est constitué principalement par celui du Bandama (97.500 km²) qui apporte en moyenne 9,4 km³ par an.

Les variations de salinité et de température s'échelonnent respectivement entre 0 et 23‰ d'une part, et entre 25 et 32°C d'autre part.

1.4.2.2. La lagune Aby

D'une superficie de 424 km² et de profondeur moyenne de 3,8 m, la lagune Aby se distingue de ses deux voisines par des apports continentaux beaucoup moins importants que ceux du Bandama ou du Comoé, des échanges relativement réduits avec la mer par le grau d'Assinie, et une morphologie très différente puisque la partie la plus vaste de la lagune - qui atteint une profondeur maximale de 17 m - s'enfonce sur plus de 30 km à l'intérieur des terres (fig. 7).

Le bassin versant de la lagune (fig. 5) couvre seulement 26.000 km², drainés par les rivières côtières Bia et Tanoé. Celles-ci apportent annuellement environ 6 km³ d'eau douce, soit presque 4 fois le volume propre de la lagune.

Ces différents apports d'eau entraînent des variations spatio-temporelles des caractéristiques physico-chimiques. La salinité oscille entre 0 et 15‰ environ en surface, alors qu'elle est supérieure à 20‰ en profondeur (< 6 m). La température de surface varie de 26 à 32°C.

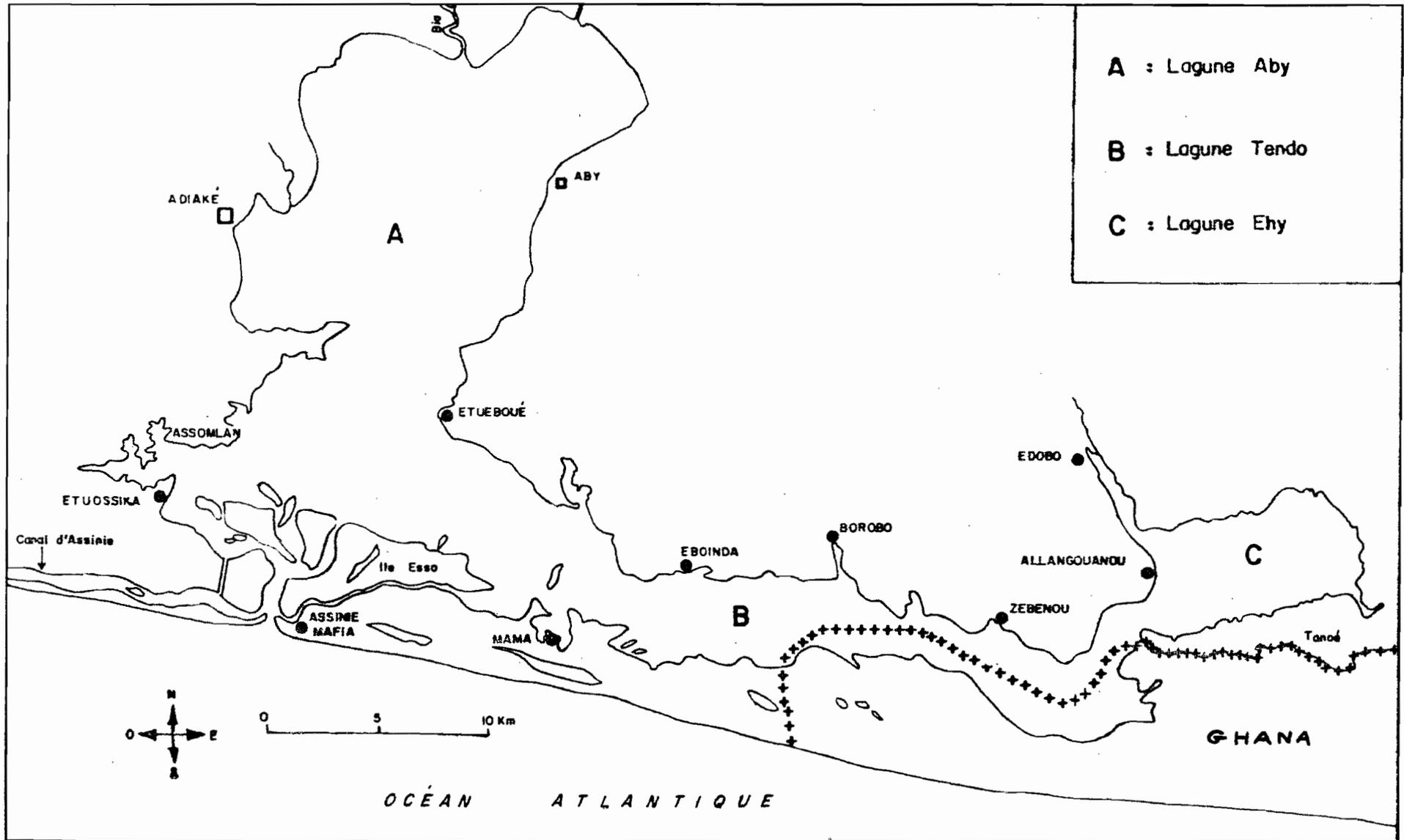


Fig. 7 - Lagune Aby

1.4.2.3. La lagune Ebrié

Le système lagunaire Ebrié se compose d'un bassin principal orienté est-ouest parallèlement au littoral atlantique sur une longueur de 125 km, autour duquel s'organisent de nombreuses baies (fig. 8). Sa superficie de 566 km² en fait le milieu saumâtre le plus étendu d'Afrique de l'ouest. Sa profondeur moyenne est de 4,8 m. Le bassin lagunaire est renouvelé de façon variable à la fois dans le temps et l'espace par des eaux océaniques, fluviales et météoriques.

La lagune communique avec l'océan, de façon quasi-exclusive par le canal artificiel de Vridi. Celui-ci, large de 370 m et profond de 15 à 20 m, traverse le cordon lagunaire au sud d'Abidjan. De ce fait, le bassin lagunaire est soumis à des marées dont l'amplitude s'amortit du canal vers l'amont. Exemple : marée de 90 cm en mer = 52 cm à la pointe nord-ouest de l'île de Petit Bassam, et 8 et 10 cm aux extrémités est et ouest. Les marées s'accompagnent de courants qui dépassent fréquemment 1 m/s dans la région d'Abidjan. Les courants de flot (marée montante) transportent vers la lagune, au travers du canal de Vridi, un volume d'eau océanique estimé à 38 km³/an (VARLET, 1978). Ce volume varie saisonnièrement selon un rythme inverse de celui des eaux douces, entre 0,35 km³ en novembre et 10,9 km³ en mars. En outre, ce volume s'amortit rapidement du canal vers l'amont, car chaque courant de jusant (marée descendante) entraîne avec lui la plus grande partie du courant de flot. Aucun bilan de ces échanges d'eau océanique n'a été dressé en dehors du canal de Vridi. Il en résulte qu'on ne connaît pas le volume d'eau océanique traversant Abidjan.

Le régime des eaux douces est mieux connu. Le bassin versant de la lagune (fig. 5) couvre 93.600 km² drainés pour l'essentiel par le fleuve Comoé (78.000 km²). Les eaux des rivières et des précipitations directes doivent traverser la région d'Abidjan, avant d'aboutir en mer, au travers du canal de Vridi. Elles provoquent un renouvellement moyen des eaux lagunaires de la région 20 fois par an.

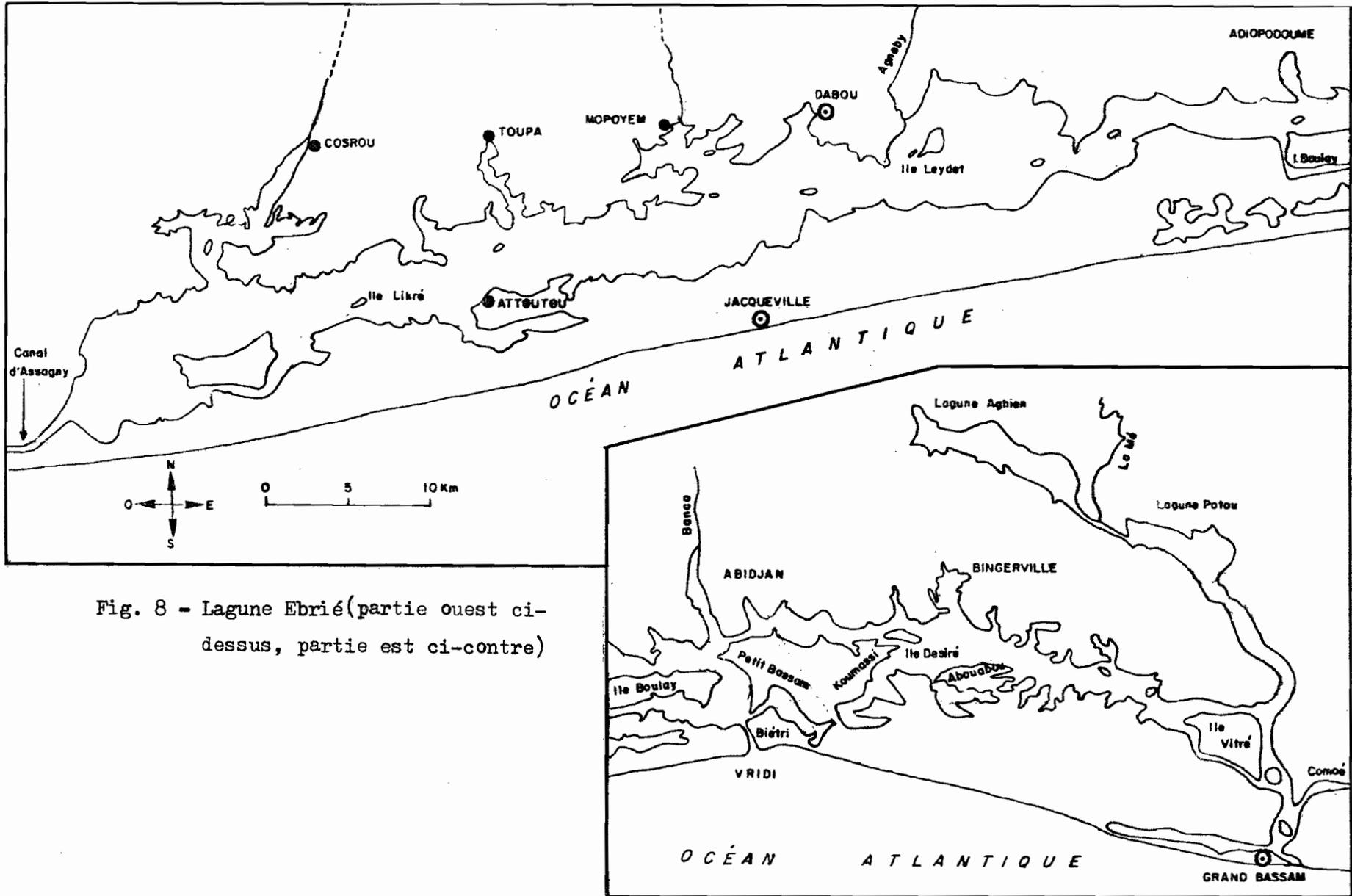


Fig. 8 - Lagune Ebré (partie ouest ci-dessus, partie est ci-contre)

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | 1977 |
|---------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|
| <u>Est de Vridi</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Débit du fleuve Comoé | 40 | 18 | 34 | 41 | 51 | 150 | 81 | 199 | 1713 | 1441 | 280 | 65 | 4113 |
| Débit des autres rivières | 18 | 24 | 24 | 27 | 92 | 140 | 62 | 14 | 54 | 100 | 69 | 18 | 662 |
| Précipitations directes | 0 | 6 | 6 | 15 | 28 | 55 | 9 | 2 | 14 | 21 | 31 | 3 | 180 |
| Evaporation | 13 | 15 | 21 | 20 | 15 | 12 | 13 | 12 | 14 | 16 | 17 | 14 | 182 |
| Bilan net d'eau douce | 45 | 33 | 43 | 63 | 156 | 353 | 139 | 203 | 1767 | 1546 | 253 | 72 | 4773 |
| <u>Ouest de Vridi</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Débit des rivières | 16 | 13 | 40 | 49 | 51 | 91 | 10 | 22 | 61 | 59 | 51 | 21 | 484 |
| Précipitations directes | 0 | 16 | 17 | 42 | 32 | 158 | 26 | 7 | 41 | 61 | 61 | 8 | 519 |
| Evaporation | 38 | 44 | 59 | 58 | 45 | 35 | 36 | 33 | 39 | 46 | 49 | 41 | 523 |
| Bilan net d'eau douce | -22 | -15 | - 2 | 33 | 88 | 214 | 0 | - 4 | 63 | 74 | 63 | -12 | 480 |
| <u>Total lagune</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Bilan net d'eau douce | 23 | 28 | 41 | 96 | 244 | 567 | 139 | 199 | 1830 | 1620 | 416 | 60 | 5253 |

Tableau III - Apports d'eau douce mensuels nets en 1977 pour les régions est, ouest et pour l'ensemble de la lagune (10^6 m³). Données du Dres (comm. pers.) pour le Comoé à M'basso et la Mé à Alepé. Calcul à partir des précipitations mensuelles à Agboville (comm. pers. ASECNA) et d'un coefficient d'écoulement moyen de 4,1 % (Adou, 1973) pour tous les autres bassins versants. Apports directs sur la lagune d'après les précipitations à Adiopodoumé (Monteny et Lhomme, 1980). Evaporation d'après les moyennes mensuelles établies par Varlet (1978).

Le taux de renouvellement varie géographiquement, de 6 fois par an, à l'ouest du canal de Vridi (nord de l'île Boulay) à 30 fois par an à l'est du canal (entre l'île de Petit Bassam et le Plateau). Il est maximum en juin et octobre, périodes de crues, séparant les périodes d'étiages centrées sur août et mars. Entre ces périodes, le volume mensuel des eaux douces circulant à Abidjan varie d'un facteur 100 (Tabl. III).

Les échanges d'eau, d'origine différente, entraînent une variation saisonnière des caractéristiques hydrochimiques des eaux de la lagune à Abidjan. La salinité varie entre 30 ‰ (eau de mer 35) et 0 ‰. La température moyenne des eaux superficielles oscille entre 26 et 31°C. Le pH varie entre 6,5 et 8,2 unités. La charge solide varie aussi saisonnièrement : elle est maximale en période de crue où elle peut atteindre 400 mg/l, elle est alors essentiellement minérale. Dans la région d'Abidjan, la charge solide est très liée aux matières organiques en suspension. La transparence qui est de 3 à 4 mètres en saison d'étiage, peut descendre en dessous de 50 cm en période de crue.

1.4.2.4. Variabilité interannuelle des apports d'eau douce

1.4.2.4.1 : Les précipitations

La figure 9 représente les variations des précipitations à Abidjan de 1950 à 1980. Sans que l'on puisse vraiment parler d'évolution sur la série chronologique considérée, il existe néanmoins une tendance et en moyenne les années 1966-1980 sont plus sèches que celles de la période 1950-1965. On remarque des années à pluviométrie exceptionnelle, aussi bien par excès que par défaut. Enfin l'écart entre valeurs extrêmes va du simple au double.

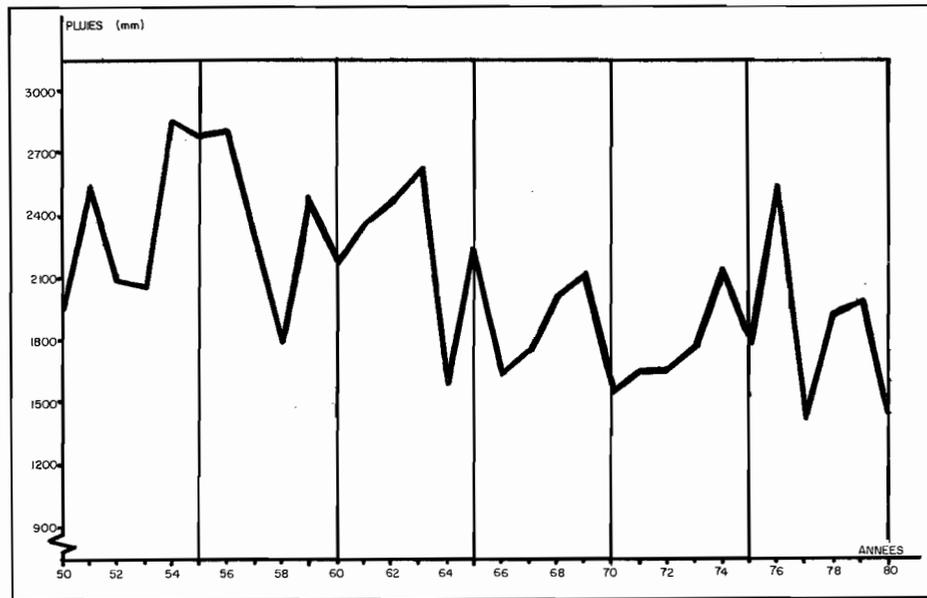


Fig. 9 - Variations interannuelles des précipitations à Abidjan entre 1950 et 1980.

1.4.2.4.2 : Les apports fluviaux

La figure 10 représente la variabilité interannuelle des crues des fleuves débouchant dans le système lagunaire ivoirien. On constate que celle-ci est très forte et présente une certaine analogie avec les variations pluviométriques. Il existe des années exceptionnelles - en dehors de la période de sécheresse - où le contexte climatique général marque son empreinte aussi bien sur les bassins forestiers (Bia, Tanoé, Mé, Agnéby) que sur la savane soudanienne (Bandama, Comoé). C'est par exemple le cas de 1968 et 1958 : en 1968, l'ensemble des six rivières auront écoulé environ 53 milliards de m³ et 10 seulement en 1958 ; l'excès ou le déficit provenant à la fois des rivières soudanienues et forestières.

1.4.2.4.3 : Apports totaux d'eau douce

Toutes choses égales d'ailleurs, on peut penser que les échanges avec la mer gardent une importance comparable d'une année à l'autre. Ce n'est pas le cas en revanche des apports d'eau douce : si l'on peut estimer que les pertes par évaporation sont peu variables, les précipitations locales et les apports par les rivières peuvent être très différents.

A titre d'exemple nous avons choisi la lagune Ebrié et deux années opposées : 1958 d'une part, 1963 d'autre part. En 1958 les apports du Comoé furent de $2,4 \cdot 10^9$ m³, ceux des rivières côtières de l'ordre de $0,9 \cdot 10^9$ m³ et les précipitations d'environ $0,9 \cdot 10^9$ m³, soit au total 4,2 milliards au lieu de 10,3 en année moyenne. A l'inverse le même calcul conduit à un apport total de $21 \cdot 10^9$ m³ environ en 1963. De tels écarts ne peuvent pas ne pas avoir de conséquences sur l'équilibre de l'écosystème lagunaire car la qualité des eaux et leur rythme d'arrivée peuvent introduire des modulations spatio-temporelles appréciables.

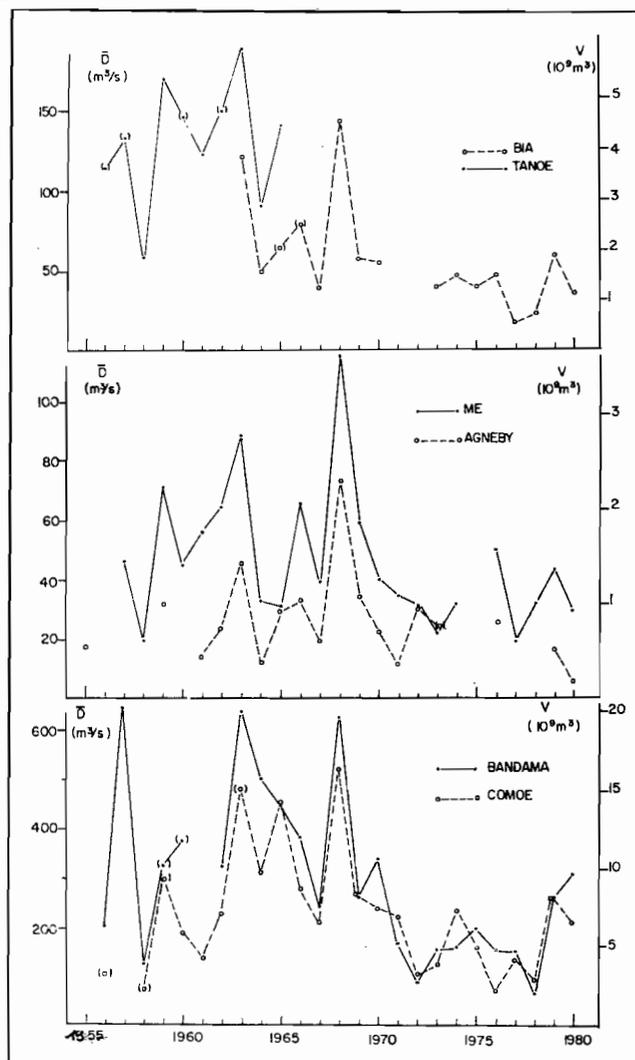


Fig. 10 - Variabilité interannuelle des crues des principaux cours d'eau débouchant dans le système lagunaire ivoirien (1955-1980). \bar{D} désigne le débit annuel moyen - ou module -, V le volume total écoulé. (D'après les données O.R.S.T.O.M. et D.R.E.S.).

1.4.2.4.4 : Conséquences sur l'hydroclimat lagunaire

Le contexte climatique général, les apports d'eaux météoriques et continentales, l'influence quotidienne des marées induisent - indépendamment de toute activité biologique - les grandes variations de certaines caractéristiques physiques et chimiques du milieu, principalement courants et niveau moyen, température et salinité des eaux.

1.4.2.4.4.1 : Marées, courants, niveau moyen du plan d'eau

L'influence des marées est sensible sur l'ensemble des lagunes, cependant son influence est très amortie dès qu'on s'éloigne des estuaires. Seule la lagune Ebrié a été étudiée de ce point de vue. D'une manière générale le marnage diminue et le retard par rapport à la marée en mer augmente quand on s'éloigne du canal de Vridi à l'ouest comme à l'est.

En lagune les courants dépassent souvent 1 m/s : les valeurs maximales mesurées atteignent même 2 m/s dans le canal de Vridi et 1 m/s au bac de Jacquville, zone d'étranglement à l'ouest. A l'ouest de l'Agnéby, ils ne dépassent guère 0,1 à 0,2 m/s.

La variation annuelle du niveau de la lagune est appréciable, elle reflète essentiellement les fluctuations des apports d'eau douce confrontées aux capacités d'évacuation, capacités constantes dans le cas de la lagune Ebrié depuis l'ouverture du canal de Vridi. L'amplitude annuelle dépasse 50 cm entre août, mois de niveau le plus bas, et octobre, mois de niveau le plus élevé lié à la crue du Comoé.

Aucune mesure à notre connaissance n'a été faite sur les lagunes Aby et de Grand Lahou. Il est néanmoins probable que les variations de niveau sont considérables car les exutoires sont très réduits.

1.4.2.4.4.2 : La température des eaux

La meilleure série de mesures de température des eaux lagunaires a été effectuée de 1938 à 1945, lors d'observations triquotidiennes à Abidjan.

On constate que les variations sont faibles : 3 à 4°C au maximum pour les moyennes mensuelles : 31,2°C en avril à l'étiage et 27,4 en août après la grande saison des pluies. Les extrêmes observés sont de l'ordre de 25,5 et 34°C (PAGES et al, 1979; TASTET, 1976). Ces mesures ont été faites avant l'ouverture du canal de Vridi. On constate depuis un léger refroidissement dans la région d'Abidjan, phénomène appréciable surtout pour les eaux profondes et de juillet à août, pendant l'upwelling (PAGES et al, 1979). On peut donc estimer que ces mesures anciennes représentent bien les températures superficielles en dehors de la région d'Abidjan. A partir des mesures concomitantes de la température de l'air, on constate que la lagune est constamment plus chaude que l'air, de 2 à 3°C (fig. 11).

La variabilité spatiale des températures de surface est faible elle aussi et ne dépasse guère 3°C d'une extrémité à l'autre de la lagune, la seule exception étant constituée par les eaux sous influence marine, légèrement plus fraîches. Par rapport au chenal central, on note aussi un léger refroidissement dans les baies, alors que les rivières sont plus froides que les lagunes.

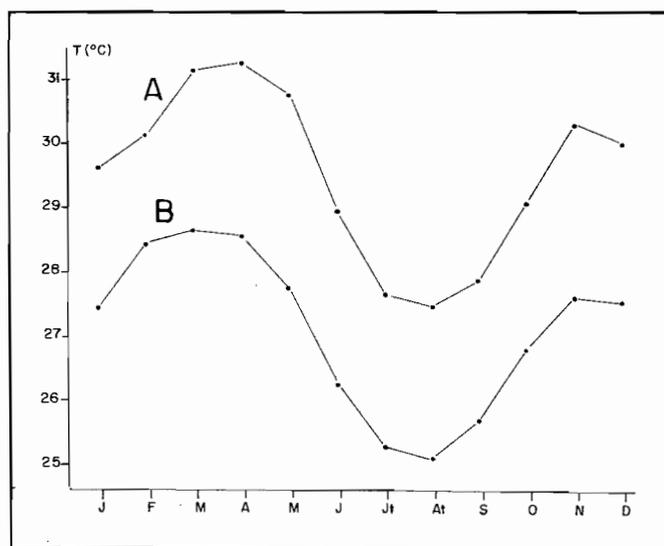


Fig. 11 - Variation annuelle de la température de l'air sous abri (A) et de l'eau de surface de la lagune (B) à Abidjan (moyennes 1938-1945).

Le gradient vertical n'est jamais accentué, sauf en saison de crues; il peut alors dépasser 6°C avec la présence simultanée des eaux froides marines d'upwelling en profondeur et des eaux chaudes dessalées des fleuves en surface (PAGES et al, 1979).

En lagune Aby les variations thermiques présentent certaines analogies (CHANTRAINE, 1980): valeurs maximales en février (30 à 31°C) et minimales en juin (26 à 28°C). La colonne d'eau se trouve stratifiée en saison sèche de par la forte température de l'air et les apports d'eau pratiquement nuls. Cette stratification disparaît à la première saison de pluies où les eaux superficielles sont chassées par des apports très abondants, pour renaître à la deuxième saison de pluies où, bien que les apports soient encore importants, l'air ambiant parvient à réchauffer la couche superficielle.

Les données sur la lagune de Grand Lahou sont trop peu nombreuses pour esquisser une description générale. Cependant les variations thermiques doivent vraisemblablement aussi présenter des analogies avec celles des autres lagunes. Il est à noter que l'excentricité de l'embouchure du Bandama puisse créer des caractéristiques propres.

Il ressort en définitive que ce facteur joue un rôle évident par sa valeur moyenne élevée (environ 29°C), mais il n'intervient qu'assez faiblement par sa variabilité spatio-temporelle à l'échelle annuelle. Il est en revanche possible que des variations météorologiques brutales interviennent à très petite échelle (vents, pluies,...) (GUIRAL et CHANTRAINE, 1982).

1.4.2.4.4.3. : La salinité

La salinité des eaux reflète directement le contexte climatique dont l'influence se fait sentir aussi bien par le rythme des apports que par leur importance. Elle est par ailleurs modifiée localement par la morphologie et la bathymétrie. Enfin les gradients verticaux peuvent être très notables, la stabilité verticale correspondant à un mélange insuffisant des eaux océaniques et continentales, la circulation étant alors caractérisée par un écoulement superficiel d'eau moins salée vers la mer et un écoulement sous-jacent d'eau salée en sens inverse : c'est la situation rencontrée en lagune Ebrié dans le secteur sous influence marine, de part et d'autre d'Abidjan.

En lagune Ebrié le maximum de salinité se situe évidemment toujours dans la région du port d'Abidjan : il y a un renouvellement constant d'eaux salées par le canal de Vridi et leur salinité est généralement supérieure à 20‰ entre 4 et 20 mètres de profondeur. Le gradient vertical et la variabilité saisonnière s'atténuent d'autant plus que l'on s'éloigne du canal de Vridi, à l'ouest comme à l'est. La figure 12 représente les variations saisonnières de la salinité de surface en 1975 pour six stations régulièrement réparties d'ouest en est dans le chenal central.

En lagune de Grand-Lahou on peut considérer qu'il y a deux régions distinctes : la région orientale présente une forte instabilité annuelle puisqu'elle reçoit tout à la fois les apports océaniques par le grau de Grand-Lahou et la crue du Bandama. Dans la région occidentale en revanche, l'influence de ces apports est amortie : la salinité évolue de 10 à 3‰ au cours du cycle annuel pendant que celle du secteur oriental varie de 25 à 0‰.

En lagune Aby, les salinités de surface ne sont élevées que dans une zone restreinte influencée par la marée et proche de l'ouverture d'Assinie. Partout ailleurs, la salinité de surface est faible (eaux oligohalines entre 5 et 0‰), l'influence marine est maximale en saison sèche et crée un gradient horizontal depuis le delta aux embouchures des fleuves (de 10 à 0‰ pour la salinité de surface) ; celui-ci s'affaiblit au fur et à mesure de la saison des pluies, et en octobre la lagune est parfaitement homogène et dessalée en surface. Une forte stratification permanente existe : au-dessous de 6 mètres, la salinité est toujours de 18 à 22‰ ce qui prouve que les eaux de fond ne sont pratiquement pas renouvelées.

1.4.2.5. L'hétérogénéité spatiale

Il existe donc une variabilité temporelle notable. Celle-ci est de deux ordres, tout d'abord d'abord saisonnière, les influences combinées des climats marins et terrestres conduisant à la distinction de saisons lagunaires, ensuite interannuelle et nous avons vu que cette dernière est considérable. Il faut tenir compte aussi de l'hétérogénéité de l'environnement lagunaire qui est modelé par des variations morphologiques locales qui amortissent ou amplifient les conséquences des variations climatiques.

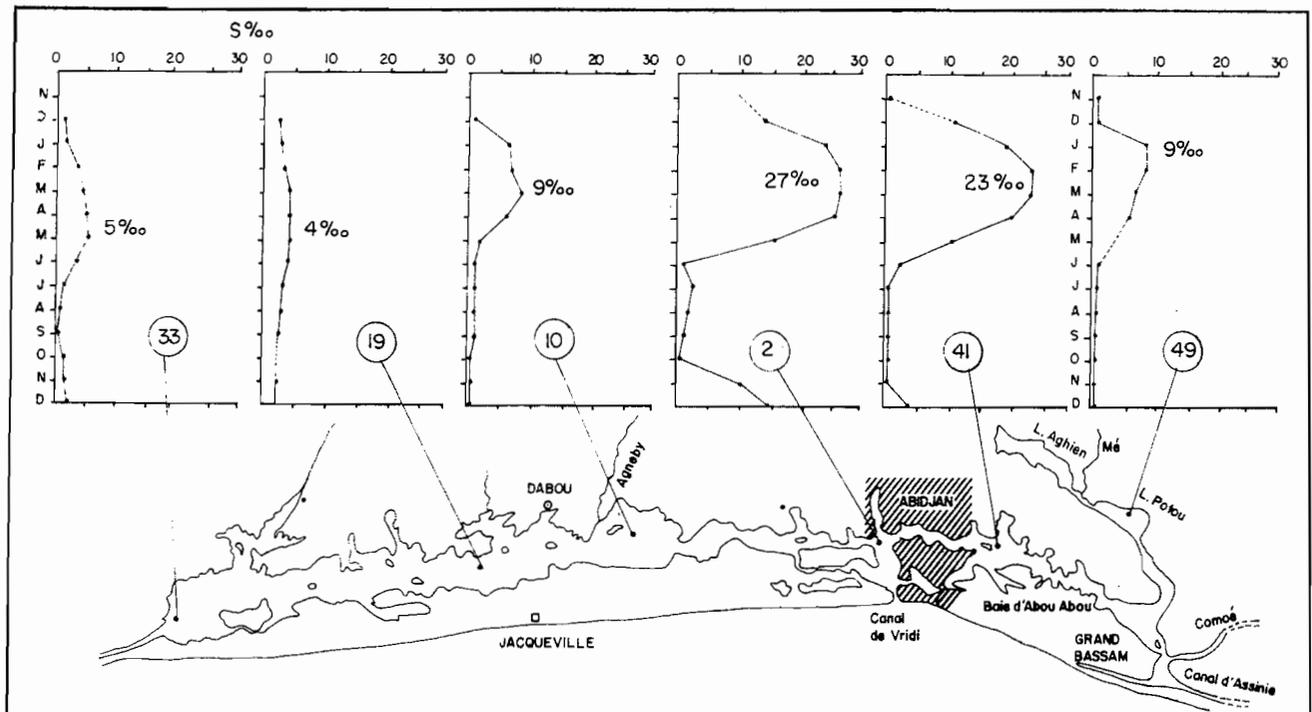


Fig. 12 - Variation annuelle de la salinité en six stations du chenal central de la lagune Ebrié en 1975 (d'après Pagès et al., 1979).

L'hétérogénéité spatiale est bien illustrée par l'exemple de la lagune Ebrié, qui est tout à la fois la mieux connue, la plus modifiée par l'homme et la plus hétérogène. Deux phénomènes essentiels déterminent le caractère principal de la zonation :

l'ouverture de Vridi qui s'inscrit à l'aplomb d'Abidjan. C'est d'elle que provient toute l'influence marine depuis la fermeture de la passe de Bassam. Contrairement à cette dernière, c'est une ouverture permanente et vaste et l'influence de la marée se fait sentir, au moins par ses effets mécaniques, avec retard et amortissement jusqu'aux extrémités est et ouest du système Ebrié. Notons que le canal de Vridi est deux fois plus distant du canal d'Assagny que de l'ancienne passe de Bassam, d'où une dissymétrie certaine (fig. 13).

les apports d'eaux continentales sont constitués pour les deux tiers de ceux du Comoé. Celui-ci débouche à l'extrémité orientale et c'est là aussi l'origine d'une dissymétrie spatiale à laquelle s'ajoute la fluctuation saisonnière très marquée de la crue annuelle.

Ces deux traits dominants, associés à la morphologie très allongée du système et à l'existence de deux rivières à régime "équatorial" permettent déjà d'effectuer une première zonation qui n'est basée que sur des critères morphologiques et hydrologiques. Cette zonation est illustrée par la figure 13.

Une analyse identique conduit à des distinctions analogues pour les deux autres grandes lagunes. La lagune de Grand-Lahou a un caractère général plus estuarien. A l'opposé, en lagune Aby c'est le caractère oligohalin et continental qui l'emporte, associé à une stabilité évidente.

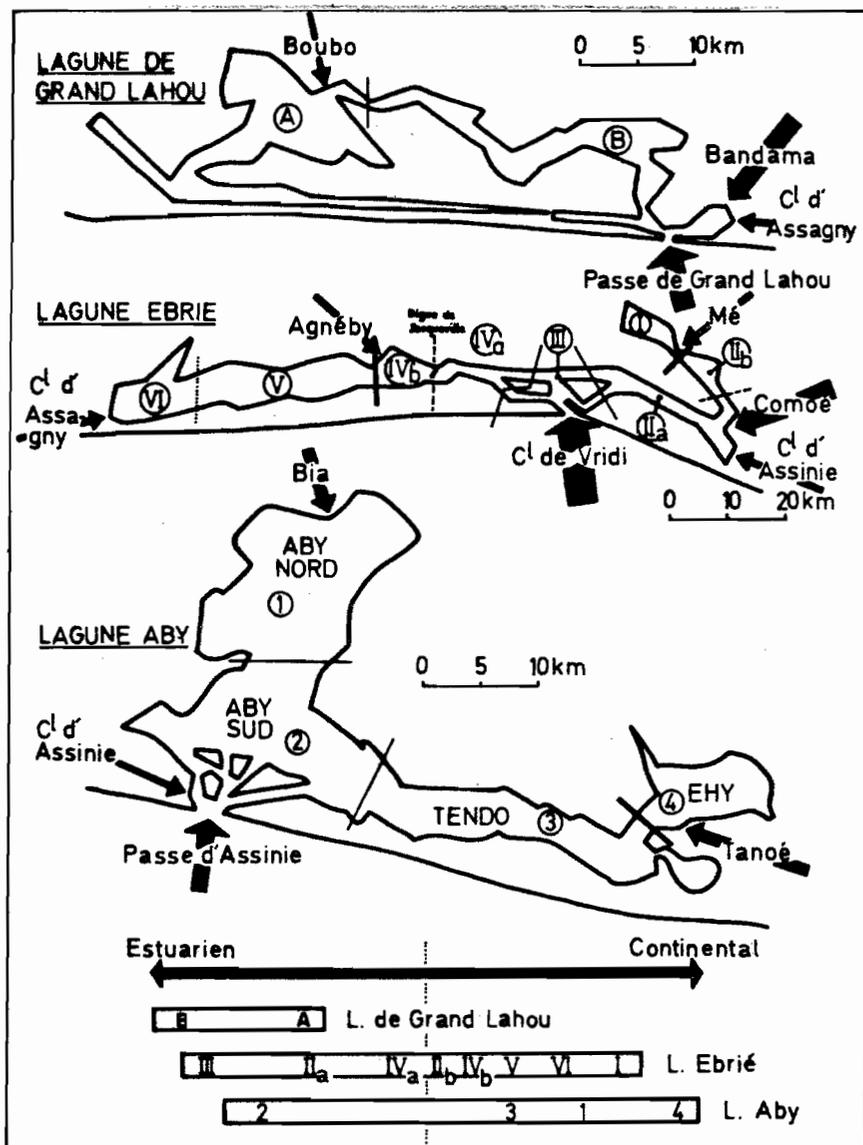


Fig. 13 - Découpage schématique des 14 secteurs ou sous-secteurs distingués dans les trois grandes lagunes ivoiriennes. Leur classement indicatif en fonction de leur caractère plus ou moins estuarien ou continental est indiqué sur le segment horizontal.

LA POLLUTION

2 - LA POLLUTION

| | |
|--|------|
| 2.1 - CARACTERISATION DE LA POLLUTION | I,37 |
| 2.1.1. - Les différentes formes de pollution | I,37 |
| 2.1.1.1. Les pollutions occasionnelles | I,37 |
| 2.1.1.2. Les pollutions chroniques | I,37 |
| 2.1.2. - Les différentes natures de pollution | I,38 |
| 2.1.2.1. La pollution organique primaire | I,38 |
| 2.1.2.2. La pollution nutritionnelle | I,38 |
| 2.1.2.3. La pollution bactérienne et virale | I,38 |
| 2.1.2.4. La pollution chimique | I,38 |
| 2.1.2.5. La pollution thermique | I,39 |
| 2.1.2.6. La pollution radioactive | I,39 |
| 2.1.3. - Mode d'action des différentes pollutions | I,39 |
| 2.1.3.1. Pollution organique et nutritionnelle | I,39 |
| 2.1.3.2. Pollution bactérienne et virale | I,40 |
| 2.1.3.3. Pollution chimique | I,40 |
| 2.2 - LA POLLUTION MARINE EN COTE D'IVOIRE | I,41 |
| 2.3 - LA POLLUTION LAGUNAIRE EN COTE D'IVOIRE | I,42 |
| 2.3.1. - Connaissances acquises | I,43 |
| 2.3.2. - Travaux en cours | I,47 |
| 2.3.2.1. Physico-chimie | I,47 |
| 2.3.2.2. Bactériologie | I,48 |
| 2.3.2.3. Hydrodynamique | I,49 |
| 2.3.3. - Qualité biochimique des milieux récepteurs | I,50 |
| 2.3.4. - Qualité bactériologique des milieux récepteurs | I,53 |
| 2.3.5. - Conséquences de la pollution actuelle sur la production terminale : pêche et aquaculture | I,56 |
| 2.3.5.1. Importance de la région lagunaire d'Abidjan | I,56 |
| 2.3.5.2. Point des études actuelles sur l'effet des pollutions en lagune sur la production terminale | I,60 |

2 - LA POLLUTION

2.1. - CARACTERISATION DE LA POLLUTION

Il faut regarder la pollution en milieu aquatique comme une atteinte à un écosystème et un environnement que l'on veut préserver, mais aussi comme une agression des espèces vivantes et notamment de l'espèce humaine utilisatrice du milieu, qui se trouve ainsi paradoxalement à la fois l'agresseur et l'agressé.

2.1.1. - Les différentes formes de pollution

D'une manière générale, deux aspects distincts peuvent caractériser la pollution en milieu aquatique : les pollutions occasionnelles ou chroniques.

2.1.1.1. Les pollutions occasionnelles

Celles-ci ont un impact brutal. Il s'agit là de rejets chimiques si importants et toxiques qu'ils détruisent l'écosystème instantanément, et de pollution mécanique (brassage des eaux par les hélices de moteurs dans les aires de pont, dragage des sédiments,...). Le biotope "récupère" assez rapidement si le rejet est peu étendu. Le cas le plus spectaculaire est celui des hydrocarbures.

2.1.1.2. Les pollutions chroniques

Les effets de ces pollutions sont ressentis à plus ou moins long terme. Ce sont les pollutions radioactives, thermiques, chimiques (comme le rejet faible mais continu de métaux lourds, détergents, pesticides), et toutes les formes de la pollution organique qui, dans un premier temps, enrichit le milieu récepteur pour l'intoxiquer ensuite de façon souvent irrécupérable écologiquement. La pollution organique est un des aspects les plus importants de ce type de pollution actuellement en Côte d'Ivoire. Les apports constitués par les effluents urbains (d'origine vivante, déchets alimentaires, sous-produits d'industries agro-alimentaires) augmentent chaque année, constituant une charge grandissante dans ce que l'écosystème peut assimiler.

2.1.2. - Les différentes natures de pollution

2.1.2.1. La pollution organique primaire

Les apports de matière organique (ou M.O.) détritique : il s'agit de la M.O. particulaire ou dissoute, conséquence de matière vivante puis morte, et en état de dégradation. Elle parvient dans le milieu récepteur depuis tout le bassin versant, drainé par les fleuves et depuis tous les rejets urbains. Elle a pour origine les détritiques ménagers, les matières fécales, les résidus des industries agro-alimentaires...

2.1.2.2. La pollution nutritionnelle

Les apports en sels nutritifs (azote, phosphore) : dus au lessivage des sols agricoles enrichis en engrais. Ils favorisent la production algale qui crée in situ une quantité de matière organique non négligeable. Ils constituent donc une pollution organique secondaire. La matière vivante formée dans un écosystème équilibré est absorbée par la chaîne alimentaire. Si le système se déséquilibre, le surplus de matière végétale meurt et la M.O. détritique produite au cours de sa dégradation est la source d'une pollution complémentaire.

2.1.2.3. La pollution bactérienne et virale

A la matière détritique introduite dans le milieu sont liées des populations bactériennes hétérotrophes qui réalisent la dégradation de la M.O. Parmi ces bactéries, certaines sont pathogènes pour l'homme ou pour les animaux (Salmonelloses, colites, thyphoïdes,...) ; à ces bactéries sont souvent associés des virus (hépatite, poliomyélite, viroses animales, ...) provenant essentiellement des effluents urbains.

2.1.2.4. La pollution chimique

Il s'agit là d'une pollution occasionnée par les produits chimiques toxiques les plus divers et provenant le plus souvent des activités industrielles et agricoles. On peut citer principalement les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium ...), les détergents, les pesticides, les hydrocarbures, le cyanure, l'arsenic, etc...

2.1.2.5. La pollution thermique

C'est celle qui est issue des centrales nucléaires par exemple. Sans objet actuellement en Côte d'Ivoire.

2.1.2.6. La pollution radioactive

Egalement sans objet actuellement en Côte d'Ivoire.

2.1.3. - Mode d'action des différentes pollutions

2.1.3.1. Pollution organique et nutritionnelle

Quand la M.O. est déversée dans l'eau, elle est transformée par les bactéries hétérotrophes qui lui sont inféodées et qui sont capables de se développer dans le milieu. Ces bactéries l'utilisent pour leur métabolisme et la respirent, c'est à dire qu'elles utilisent de l'oxygène. La demande biologique en oxygène (D.B.O.) varie donc avec l'état de pollution. Cette D.B.O. peut varier de 1,5 mg/l à 8 mg/l pour les zones le plus polluées. Les sels nutritifs apportés ou issus de la minéralisation bactérienne (pollution nutritionnelle) favorisent la prolifération des algues et activent les rendements dans les différents maillons de la chaîne alimentaire. Cette croissance algale induite se traduit à terme par une sédimentation sur le fond où la dégradation des algues épuise l'oxygène. Simultanément, la turbidité des eaux est accrue à la fois par la pollution organique primaire et secondaire. La photosynthèse des végétaux dépendante de la lumière et productrice d'oxygène ne peut plus avoir lieu que dans la couche de surface. Dans les couches plus profondes rendues obscures n'ont lieu que des phénomènes consommateurs d'oxygène (respirations et dégradations). L'oxygène y devient limitant. Un tel type de situation est caractérisé par de fortes sursaturations d'oxygène en surface en fin de journée, des sous saturations en surface la nuit et un épuisement total de l'oxygène au fond. Passé un certain seuil, des composés réducteurs toxiques tels que l'acide sulfhydrique, le méthane, l'ammoniaque se dégagent du fond et empoisonnent toute la colonne d'eau. Les eaux deviennent noirâtres, nauséabondes et tous les organismes aérobies (poissons, crustacés) meurent, laissant la place à des micro-organismes moins désirables, pathogènes en particulier. Il y a crise dystrophique, plus ou moins réversible.

2.1.3.2. Pollution bactérienne et virale

La pollution bactérienne et virale est le fait des eaux résiduaires, des ordures ménagères et surtout des excréments rejetés directement ou par l'intermédiaire des égouts. Ceux-ci apportent bactéries et virus susceptibles de transmettre à l'homme des maladies telles que le choléra, la typhoïde, la fièvre paratyphoïde, les dysenteries, les gastroentérites, l'hépatite virale, la poliomyélite...

Notons ici que les lagunes se défendent moins bien que l'océan contre cette agression. Leur pouvoir autoépurateur et le facteur de dilution y sont en effet inférieurs.

La contamination humaine se fait par la baignade et la consommation de produits crus ou mal cuits (poissons, crustacés, mollusques). Certains germes seraient résistants à la cuisson. Il peut y avoir aussi transport de germes par les oiseaux, les insectes et les aérosols.

2.1.3.3. Pollution chimique

Les produits chimiques toxiques (cyanure, arsenic, pesticides...) peuvent agir directement en provoquant des mortalités massives. Par exemple le lindane, qui est un pesticide, est couramment utilisé dans la pêche au poison. Ils peuvent indirectement (cas des métaux lourds) après avoir été concentrés tout au long de la chaîne alimentaire et absorbés finalement par l'homme chez qui ils occasionnent des troubles de gravité variables (on se souvient des dégâts causés par le mercure à Minamata).

L'action du polluant chimique dépend de sa concentration dans l'eau. A forte dose il y a empoisonnement des espèces aquatiques. A faible dose il y a action toxique sur le consommateur final, l'homme. Enfin à très faible dose des désordres peuvent apparaître dans la régulation des équilibres biologiques.

Les hydrocarbures, en général de faibles densité, restent à la surface de l'eau. Ils empêchent les échanges d'oxygène avec l'atmosphère et contrarient la photosynthèse par une diminution de la pénétration lumineuse dans l'eau.

2.2. - LA POLLUTION MARINE EN COTE D'IVOIRE

Le bilan des connaissances acquises sur la pollution des eaux littorales océaniques est plutôt faible, ce qui est sans doute dû au fait que justement celles-ci ne sont pas encore en danger. Cela ne veut pas dire qu'elles ne peuvent pas le devenir rapidement avec l'essor démographique, industriel, commercial et les forages pétroliers.

On peut citer en particulier les travaux de :

- BINET et MARCHAL (1970) : le littoral ivoirien est de plus en plus pollué par des dépôts de résidus d'hydrocarbures. Des traits de filet à plancton effectués en mer ont montré que la quantité d'hydrocarbures en suspension est loin d'être négligeable et en général plus importante près de la côte. La présence de goudron dans les estomacs de poissons pélagiques et la rareté des oeufs et larves de ces poissons ont suggéré l'hypothèse d'un rôle important joué par ces hydrocarbures, dans la raréfaction de ces poissons dans les eaux ivoiriennes. Les auteurs suggèrent qu'une action vigoureuse soit entreprise afin que les navires pétroliers respectent la réglementation internationale (nettoyage interdit à l'intérieur des 100 milles) en attendant que des méthodes vraiment efficaces soient imposées.

- PAGES et CITEAU (1978) qui dénombrent dans 33 stations lagunaires de l'agglomération abidjanaise les coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques fécaux. L'état sanitaire de la lagune est jugé préoccupant surtout dans les baies où le renouvellement d'eau s'opère mal. En mer les plages présentent un nombre élevé de germes fécaux correspondant aux concentrations humaines. Ils posent la question de savoir à quelle vitesse le milieu retrouve son équilibre après l'arrêt des rejets en lagune. Ils craignent que la pose du grand émissaire dans le "trou sans fond" ne résolve pas tous les problèmes. Cependant ils rappellent qu'il n'est guère prouvé qu'il y ait une relation entre la pollution des eaux de baignade et l'incidence d'épidémies ou d'endémies. (cf. § 2.3.4 et figures 17, 18 et 19).

- CITEAU et PAGES (1979). Ils exposent des remarques méthodologiques sur l'estimation de l'auto-épuration du milieu marin, motivées par le projet de réalisation d'un émissaire en mer. Ils évaluent la mortalité des bactéries (temps au bout duquel 90 % des bactéries sont mortes) qui seront rejetées, et comparent deux types d'essais : in situ en utilisant la rhodamine comme traceur, et puis in vitro.

Notons enfin les boulettes de "goudron" qui parsèment les plages et qui sont très vraisemblablement dues au dégazage des pétroliers. Il ne s'agit pas là précisément de pollution des eaux, mais il est sûr qu'une part de ces résidus reste en suspension dans la mer (cf. travaux de BINET et MARCHAL, 1970).

Les points cruciaux qui seront à examiner dans le cadre du RNOCI sont les zones de :

- Vridi au débouché de la lagune Ebrié, elle-même polluée dans la région abidjanaise.
- San Pedro de par ses activités portuaires
- Grand Bassam et Jacquville à cause des gisements pétroliers Bélier et Espoir, récemment découverts.
- Les débouchés des grands fleuves en mer (Cavally, Sassandra) et les autres estuaires lagunaires (Grand-Lahou et Assinie).

2.3. - LA POLLUTION LAGUNAIRE EN COTE D'IVOIRE

Contrairement au milieu marin, le milieu lagunaire est fortement mis à contribution pour absorber les déchets, en particulier la lagune Ebrié dans la zone abidjanaise, que ce soit intentionnellement (déversement des effluents urbains) ou accidentellement (marée noire en baie de Biétri de décembre 1981). Les lagunes Aby et de Grand-Lahou semblent pour le moment épargnées ; on peut y suspecter peut-être la présence de pesticides issus des épandages dans les plantations et dans une bien moindre mesure la pêche au poison. La lagune Ono reçoit les déchets d'une conserverie d'ananas, mais n'a été l'objet d'aucune étude.

La lagune Ebrié qui baigne la métropole d'Abidjan se trouve être pour cette raison, sollicitée pour absorber les déchets de l'agglomération, et ce au même rythme que l'essor démographique et industriel.

Son état de pollution est devenu ces dernières années alarmant. Ce n'est donc pas un hasard si cette lagune a été plus particulièrement étudiée sous cet aspect.

Dans ce chapitre seront successivement examinés les travaux réalisés et en cours, puis plus en détail la qualité biochimique et bactériologique de la lagune, ainsi que les conséquences de la pollution sur la production terminale, c'est à dire la pêche et l'aquaculture.

2.3.1. - Connaissances acquises

NOVO (1974) effectue une enquête générale sur la pollution des eaux par l'industrie, portant sur 239 entreprises abidjanaises. La quantité de matières oxydables rejetées est évaluée à environ 11 t/j soit sensiblement l'équivalent d'une population de 200.000 h. La pollution est quantifiée par établissement, par branche d'industrie et par zone de rejet.

Un état de la pollution par coliformes dans la zone urbaine est décrit par PAGES (1975) qui préconise un suivi de cet état pour connaître l'évolution des conditions sanitaires au cours du développement d'Abidjan et de la réalisation des travaux d'urbanisme. La situation n'était jugée alarmante qu'en baie de Marcorry et en certains points très localisés.

DUFOUR et SLEPOUKHA (1975) présentent l'état d'oxygénation de la région lagunaire abidjanaise aux deux périodes extrêmes du cycle hydrologique : étiage et crue. Ils examinent le rôle des eaux continentales et océaniques, de la photosynthèse, des échanges avec l'atmosphère et des pollutions. Le bassin central soumis à de forts courants d'eaux douces et marines, présente une oxygénation satisfaisante toute l'année. Dans les baies périphériques le brassage et la circulation des eaux sont moindres et la pollution accélère l'eutrophisation naturelle. A l'étiage la stratification verticale favorise l'apparition d'une couche désoxygénée en profondeur et le dépôt de vases organiques réductrices. En surface par contre des sursaturations jusqu'à 200 % y sont observées. En saison de crues la disparition de la stratification y permet la remise en suspension des vases réductrices meubles et la réoxygénation partielle des eaux de fond. Ils proposent enfin une classification des eaux de la région basée sur les profils verticaux d'oxygène.

Rappelons ici les travaux de PAGES et CITEAU (1978) (cf § 2.2 : la pollution marine) qui traitent principalement de la pollution bactérienne en zone abidjanaise. Des dénombrements de germes (coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux) montrent une situation préoccupante surtout dans les baies où le renouvellement d'eau s'opère mal.

Citons la thèse de RAMANY (1979) qui propose un modèle mathématique unidimensionnel de dynamique et de salinité des masses d'eau pour la lagune Ebrié. Celui-ci permet l'analyse de situations fictives (courants et hauteurs d'eau d'une part, salinités d'autre part) correspondant à différents aménagements.

En 1979 DUFOUR et MAURER délimitent des zones dystrophes et eutrophes engendrées par les effluents des abattoirs en baie de Biétri, respectivement à courte et longue distance du point de rejet. En zone eutrophe la production résultante est très mal utilisée par l'échelon secondaire (le taux de transfert d'énergie est inférieur à 0,5 %). Ils précisent la composition des peuplements phytoplanctoniques et ajoutent que les observations in situ sont vérifiées in vitro dans leur aspect quantitatif mais non qualitatif.

Outre une carte bathymétrique, une évaluation des courants et des taux de renouvellement des eaux en baie de Biétri est proposée par LEMASSON, PAGES et DUFOUR (1980). Les mouvements d'eau dans la partie occidentale sont déduits de la marée, alors qu'ils sont plutôt circulaires dans la partie orientale. Les courants mesurés sont respectivement de l'ordre de 10 et 5 cm.s^{-1} . Un calcul basé sur des observations de salinité et des mesures de volumes d'eau mis en jeu lors des marées aboutit au temps moyen de renouvellement des eaux : 2,2 à 7 jours selon les parties de la baie.

Ces mêmes auteurs déterminent, sur la base de divers critères de pollution (DCO, DBO, coliformes, phosphates, ammoniacque...), l'effet de divers rejets en baies de Biétri et de Marcory sur l'activité phytoplanctonique. Celui-ci est inhibiteur à proximité immédiate de l'émissaire mais devient eutrophisant lorsque la distance au point de rejet augmente, au-delà de plusieurs dizaines de mètres et jusqu'à plusieurs centaines. Le bilan global est positif, ce qui explique que biomasse et production sont nettement plus élevées en zone urbaine.

La dispersion des effluents se fait à des taux variables selon le rejet, mais constants pour tous les paramètres. Ils précisent qu'il n'est pas obligatoire de mesurer tous les critères de pollution puisqu'une simple mesure de turbidité au disque de Secchi accompagnée d'un dosage d'ammoniac, permet d'évaluer le degré de pollution, surtout organique, et de suivre la trajectoire d'un effluent dans le milieu.

Un important chapitre de la thèse de MAURER (1978) est consacré à l'influence des principaux rejets de la baie de Biétri sur le phytoplancton et son activité. Dans ce milieu très riche qu'est la lagune Ebrié, la baie de Biétri apparaît comme excessivement eutrophe : elle est le siège d'une intense pollution organique due à des déversements importants. La baie présente des développements algaux énormes dont certaines espèces sont caractéristiques de cette pollution. Les trois effluents étudiés (Blohorn, Icodi, Abattoirs) se révèlent toxiques à forte concentration avec un maximum pour le premier, mais offrent un effet eutrophisant très marqué (surtout le troisième bien que qualitativement moins important à cause de sa très forte charge en matière oxydable et son lieu de déversement en fond de baie).

ALBARET (1980) insiste sur une évidence parfois négligée : la nécessité d'une connaissance approfondie d'un écosystème dans son fonctionnement normal pour évaluer les modifications subies sous la pression de pollutions. L'on dispose de statistiques de pêche, de monographies sur la bio-écologie et la dynamique des populations des principales espèces exploitées (crevettes, crabes, poissons), de l'écologie du benthos, du peuplement ichtyologique de la baie de Cocody, de données fragmentaires sur la baie de Biétri, et depuis peu d'éléments sur la synécologie des peuplements. Après avoir fait cet inventaire des connaissances acquises et celui des effets possibles de la pollution sur les poissons, il précise les études à encourager ou à promouvoir :

- continuer et intensifier l'acquisition de données sur les peuplements et de statistiques de pêche.
- poursuivre ou mettre en place des programmes de surveillance.

En 1981 ALBARET et ECOUTIN notent, par rapport aux pêches expérimentales de 1962 en baie de Cocody, une augmentation de la richesse en espèces pêchées, l'inventaire faunistique global restant inchangé. Résultat à interpréter avec prudence car les modes d'échantillonnage étaient sensiblement différents. Le point majeur est que 26 espèces estuariennes (contre 16 en 1962) ont été recensées.

Cette baie est, nous le savons, passablement polluée actuellement ; mais elle l'était également il y a 20 ans par des effluents d'usines qui ont été par la suite transplantées ailleurs. Entretemps Abidjan a vu sa population augmenter considérablement. Il est donc difficile de conclure quant à l'effet de la pollution puisque ses variations ne sont pas chiffrables. Qualitativement par contre l'effet semble probable puisque la "densité" de poissons est de 113 kg/ha.an contre 26 en moyenne dans les secteurs voisins.

ARFI, DUFOUR et MAURER (1981) proposent un mode mathématique de traitement des données de phytoplancton et de pollution en baie de Biétri : l'analyse en composantes principales. Ils vérifient que l'effet des effluents industriels est toxique à forte concentration mais que celui-ci s'avère indéniablement eutrophisant après dilution et/ou transformation des composés. Certains rejets induisent des développements algaux exubérants en fond de baie, et ce à partir d'une population autochtone. Un certain nombre d'espèces se révèlent caractéristiques de l'intense pollution observée. Une zonation géographique de la baie est définie à partir des communautés spécifiques algales qui s'individualisent en fonction des charges nutritives et polluantes présentes et des conditions hydrologiques particulières.

DUFOUR (1981) décrit le pouvoir auto-épurateur de la lagune vis-à-vis des matières organiques par des mesures de DBO à 30°C. La demande est inhibée d'autant plus longtemps que la salinité du milieu récepteur est élevée. L'inhibition est toujours supprimée après deux jours. Elle n'a donc d'importance in situ qu'au voisinage des points de rejet où elle retarde la minéralisation. L'impact des variations naturelles de température et de salinité sur la DBO du milieu Ebrié est finalement masqué par des variations supérieures imposées par des échanges d'eaux à charge organique contrastée. Les effluents de l'agglomération d'Abidjan, malgré leur faible volume comparé à celui des autres catégories d'eau, sont responsables du tiers de la DBO de la région d'estuaire. La moyenne de celle-ci varie entre 1,5 mg.l⁻¹ dans le chenal central aux eaux bien renouvelées et 8 mg.l⁻¹ au fond des baies urbaines abritées.

ZABI (1981) expose le lien entre la présence de certaines espèces de la macrofaune benthique avec l'état de pollution des baies abidjanaises, déterminant ainsi des organismes indicateurs de pollution. Il précise en outre que de telles espèces sont plus nombreuses en milieu saumâtre tropical que dans le même biotope et dans une mer, tous deux de la zone tempérée.

DUFOUR, CREMOUX et SLEFOUKHA (1981) ont prouvé que l'azote et le phosphore sont les seuls nutriments susceptibles de contrôler couramment la production végétale de la lagune Ebrié. Le phosphore est le facteur de contrôle principal en région continentale (éloignées du canal de Vridi). En région estuarienne (proches du canal) c'est l'azote qui a la rôle déterminant. En conséquence tout apport supplémentaire de phosphore risque d'accentuer l'eutrophisation en zone continentale. Par contre en zone estuarienne l'élimination du phosphore (classiquement réalisée en station d'épuration secondaire) ne résoudra probablement pas les problèmes d'eutrophisation excessive.

DUFOUR, CHANTRAINE et DURAND (1982) exposent les différents aspects de l'impact de l'homme sur l'écosystème lagunaire Ebrié (grands travaux, pollution industrielle et domestique) et les conséquences qui en découlent : perturbations écologiques, desoxygenation des eaux, contamination bactérienne ... Ils préconisent d'associer des écologistes aux responsables des projets de développement.

Notons enfin que le rapport COLCANAP-DUFOUR (1982) donne une évaluation des flux d'eau naturelle dans la région lagunaire d'Abidjan.

2.3.2. - Travaux en cours

Le Centre de Recherches Océanographiques n'a pas actuellement de programme axé sur la pollution marine. Les sujets des études qui y sont poursuivies dans l'optique pollution concernant la lagune Ebrié et sont de nature physico-chimique, bactériologique et hydrodynamique.

2.3.2.1. Physicochimie (CHANTRAINE et GUIRAL)

Un suivi des conditions physico-chimiques de la baie de Biétri pendant deux cycles annuels a permis d'accumuler un grand nombre de données.

Cette étude avait pour but, outre de suivre l'évolution de cette zone qui subit la pression polluante de nombreux rejets, d'étudier l'influence sur l'état de pollution de la mise en communication des baies de Biétri et de Koumassi par une percée à travers la digue de l'aéroport. Le grand nombre de données n'a pas encore permis l'exploitation complète des résultats. Des résultats partiels permettent d'affirmer que les conditions se détériorent continûment pour les eaux de fond alors qu'elles semblent stationnaires en surface. L'ouverture de la digue a eu un effet bienfaiteur mais limité. Des mesures de débit dans les buses de communication en période de crue et d'étiage, ont montré que si le volume d'eau qui transite en ce point est proportionnel au marnage, et ce d'autant plus à l'étiage que pendant la saison de crues, il n'en est plus de même sur le bilan global. A l'étiage ce bilan est pratiquement nul. A la crue, principalement du Comoé, environ 600 000 m³ d'eau de ce fleuve pénètrent quotidiennement en baie de Biétri. Ce chiffre comparé aux 21,7 millions de m³ représentant le volume de la baie, est faible. La situation ne va malheureusement pas s'améliorer avec le déversement d'un nouvel émissaire important dans la baie, solution il est vrai provisoire en attendant l'achèvement du projet "Trou sans fond" : rejet en mer de tout ou partie des effluents urbains.

2.3.2.2 Bactériologie (CARMOUZE et CAUMETTE)

Une étude bactériologique de la lagune Ebrié a débuté en 1981. Elle porte sur les bactéries aérobies en pleine eau et leurs activités soit en eau douce (Tiegba, Toupa) soit en eau saumâtre (Biétri, Abouabou). Dans les zones polluées (Biétri, Toupa) où des strates anaérobies étaient observées, les bactéries de cette couche, participant notamment au cycle du soufre, ont été déterminées et quantifiées. De plus l'étude des bactéries témoins de contamination fécale a aussi été entreprise. D'une manière générale il apparaît que les populations de bactéries hétérotrophes aérobies en pleine eau sont assez diversifiées avec toutefois certaines particularités liées à des configurations hydroclimatiques : les bactéries cocci gram + sont dominantes dans les zones d'eau douce et seulement dans l'eau. Les sédiments sous-jacents sont surtout colonisés par des bactéries de type Bacillus sporulées.

Dans la zone estuarienne, les bactéries dominantes sont de type bacille gram - oxydatif, soulignant une grande influence du milieu marin. L'activité de ces organismes est très élevée, ainsi que leur productivité. Dans cette même zone estuarienne où des strates anaérobies ont été mises en évidence, les bactéries sulfato-réductrices jouent un rôle important dans la maintenance de l'anaérobiose. Une couche dense de bactéries photosynthétiques a été observée à l'interface entre les eaux oxygénées et les eaux anoxiques.

Ces bactéries sont consommées par le zooplancton. L'étude des bactéries témoins de contamination fécale fait apparaître une répartition ubiquiste des organismes analysés. Leur nombre est plus élevé dans la zone abidjanaise ; toutefois leur densité n'est pas négligeable dans les zones d'eau douce.

2.3.2.3 Hydrodynamique (BERAL, CARMOUZE et GRAS)

La gestion du milieu lagunaire en matière de pollution nécessite une connaissance approfondie des mouvements des masses d'eaux, en particulier les échanges qui s'opèrent avec l'extérieur (océan, fleuves).

Les études effectuées ont donc eu pour but premier de mesurer ces échanges aux "extrémités" de la lagune, débouchés des fleuves et canal de Vridi mais également d'avoir une appréciation des mouvements des masses d'eau à l'intérieur. La principale section étudiée a donc été le canal de Vridi. Deux sections sur la partie ouest, village d'Azito, bac de Jacquville, deux sections sur la partie est, hotel Golf, village de Vitre l'ont été également mais de manière moins approfondie.

L'évaluation des premiers résultats ainsi que l'apparition de problèmes matériels ont amené à se limiter à une portion plus modeste de la lagune, la baie de Biétri. Celle ci offre le double avantage de permettre une étude hydrodynamique plus simple (à cause de l'exiguïté de ses communications avec le reste du système lagunaire), et d'être particulièrement intéressant à suivre (pour la très forte charge organique dont elle est le récepteur).

Il est certain maintenant qu'une connaissance globale du régime hydrodynamique de la lagune est illusoire. Néanmoins les premières études ont permis une meilleure perception des difficultés, ainsi que des approches de solution. Les travaux actuels sur la baie de Biétri permettront une connaissance suffisamment fine des mouvements des masses d'eau et des échanges, pour aider efficacement les chercheurs et les gestionnaires de la lagune particulièrement intéressés par ce milieu restreint.

2.3.3. - Qualité biochimique des milieux récepteurs

La qualité biochimique des milieux aquatiques peut être testée au moyen de trois bilans intimement liés : bilan d'oxygène, bilan de sels nutritifs et bilan de matière végétale.

Le tableau IV représente les médianes (*) d'un des paramètres représentatifs de chacun de ces bilans dans les eaux de surface du chenal central lagunaire, du centre de la baie de Biétri, et de l'extrémité est de la baie de Biétri en 1977, c'est à dire selon un gradient croissant de pollution.

| Bilan | Paramètre | chenal central (baie d'Abidjan) | centre baie de Biétri | est baie de Biétri |
|------------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Sel nutritif | Phosphore total | 1,6 | 2,8 | 4,6 |
| Oxygène | DBO 30°C, 3 j. | 1,6 | 3,4 | 8,5 |
| Matière végétale | Chlorophylle a | 9,5 | 24,4 | 96,7 |

Tableau IV - Modification des bilans de sels nutritifs, d'oxygène et de matière végétale entre le chenal central et une baie urbaine en 1977 (lagune Ebrié).

On constate que, selon le bilan adopté, l'extrémité est de la baie de Biétri était en 1977, 3 à 10 fois plus polluée que le chenal central. Cet exemple traduit bien une situation générale. Les chenaux centraux soumis à des forts courants d'eau douce et de marée saline sont relativement moins atteints que les baies périphériques, où d'une part la circulation des eaux est moindre, et d'autre part la pression polluante est jusqu'à présent supérieure.

(*) médiane : valeur la plus fréquente

La charge organique, à la fois naturelle et issue des pollutions, peut être évaluée par le test DBO (demande biochimique en oxygène). Le tableau V indique la charge moyenne des milieux récepteurs de la pollution d'Abidjan en 1977 et la compare à d'autres milieux naturels ou artificiels en zone climatique tropicale.

| Milieux | DBO (30°C, 3 j.) en mg/l. |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Océan | 0,8 |
| Lagune, bassin central | 1,6 |
| Lagune, baie en région urbaine | 3,6 |
| Lagune, secteur est Biétri | 8,5 |
| Fleuve Comoé en crue | 0,4 |
| Autres rivières | 1,8 |
| Bassin de lagunage aérobie - sortie | 20 |
| Bassin de lagunage anaérobie - sortie | 50 |
| Effluents domestiques à Abidjan | 330 à 750 |

Tableau V : DBO moyenne de la lagune et de la mer en 1977
DBO de quelques autres milieux aquatiques tropicaux.

En 1981, on peut estimer par extrapolation des mesures effectuées en 1977, que l'agglomération d'Abidjan est responsable de 44 % de la DBO des eaux lagunaires de la région. Cette proportion dépasse 80 % dans certains secteurs, tels la baie de Biétri. C'est dire que l'homme est devenu un facteur déterminant de l'écologie de cette région.

Il n'est donc pas étonnant que, déjà en septembre-octobre 1976, la demande en oxygène de près de 10 % des eaux superficielles ait été supérieure à leur contenu naturel en oxygène (fig. 14).

Notons qu'à cette époque de l'année, les eaux sont particulièrement bien renouvelées par le fleuve Comoé en crue.

La situation est plus critique en saison d'étiage. Déjà en 1974, le fond de l'ensemble des baies urbaines était totalement désoxygéné à cette époque de l'année (fig. 15).

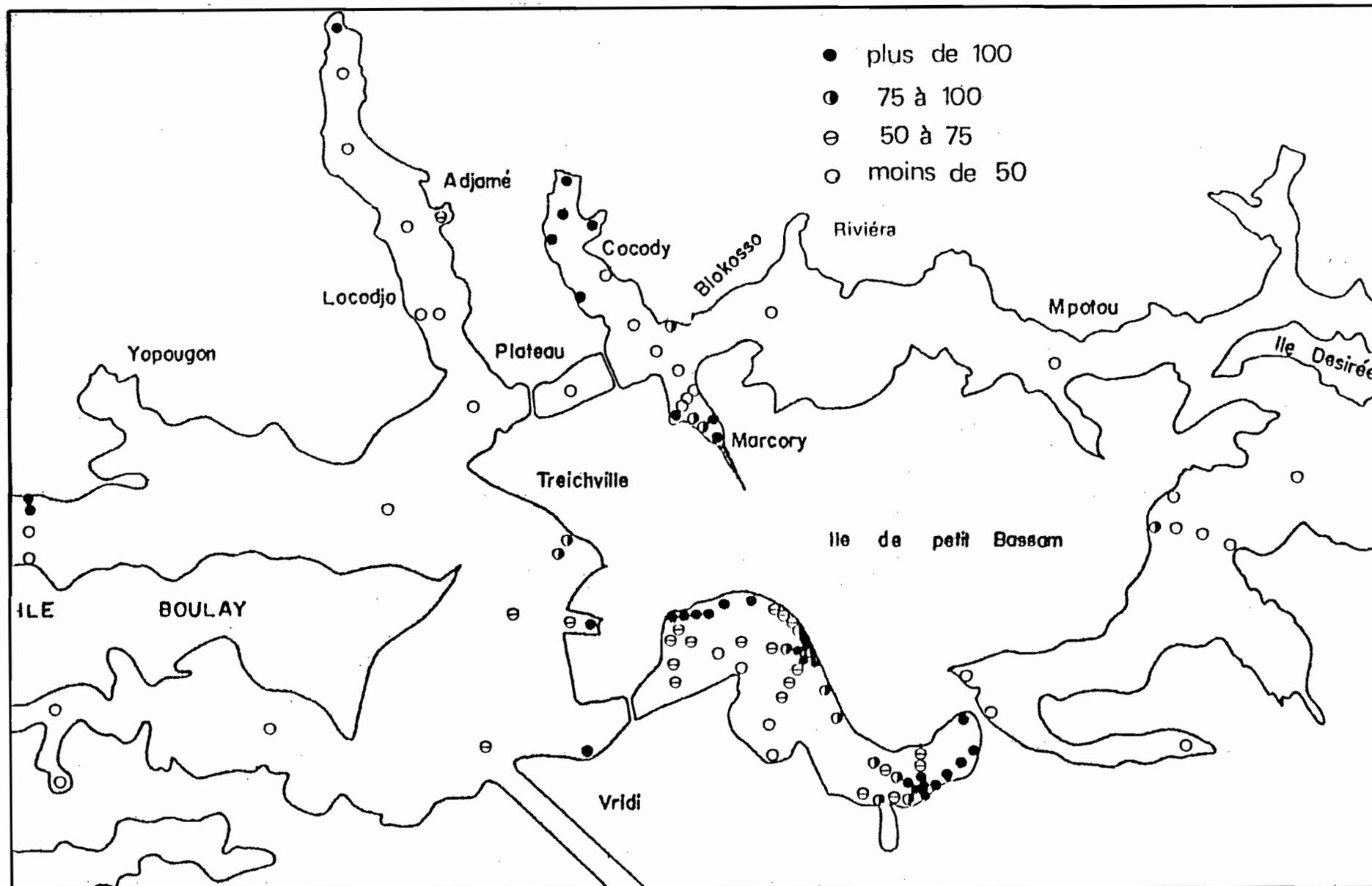


Fig. 14 - Pourcentage de l'oxygène du milieu consommé en 3 jours à 30°C (eau de surface).

Une grande partie des eaux de surface était par contre suroxygénée en fin d'après-midi du fait du phénomène d'eutrophisation (fig. 16). Il est inquiétant de constater que plus forte est la sursaturation le soir, plus intense est la sous-saturation le matin consécutivement à la respiration végétale au cours de la nuit. Malgré ces oscillations de forte amplitude, il n'a pas été observé entre 1974 et 1977 de concentrations en oxygène et en surface inférieures à 4 mg/l, ailleurs qu'à l'extrémité continentale des baies, ou qu'au voisinage des gros égouts. Cette valeur de 4 mg/l est admise par les américains comme la limite inférieure à ne pas dépasser en zone d'estuaire.

Une telle constatation ne suffit pas à rassurer, car depuis 1977 le volume des rejets polluants en lagune s'est accru. Malgré l'absence de mesures régulières, on peut en déduire que :

1°) l'amplitude des oscillations d'oxygène en surface a dû s'accroître, les teneurs du matin se rapprochant de zéro,

2°) les secteurs à couche totalement désoxygénée au fond (fig. 15) ont dû s'étendre, cette couche s'épaissit et se rapproche de la surface.

On peut supposer que les conditions d'apparition d'une désoxygénation totale (crises dystrophiques) sont réunies dans les baies les plus atteintes.

Une situation aussi spectaculaire n'est, dans la situation actuelle, pas envisageable dans les chenaux centraux bien renouvelés par les courants de marée et d'eau douce. Les effets plus insidieux de la pollution n'en sont pas moins préoccupants.

2.3.4. - Qualité bactériologique des milieux récepteurs

Ce paragraphe examinera aussi bien la qualité bactériologique de la lagune que celle de la mer près d'Abidjan.

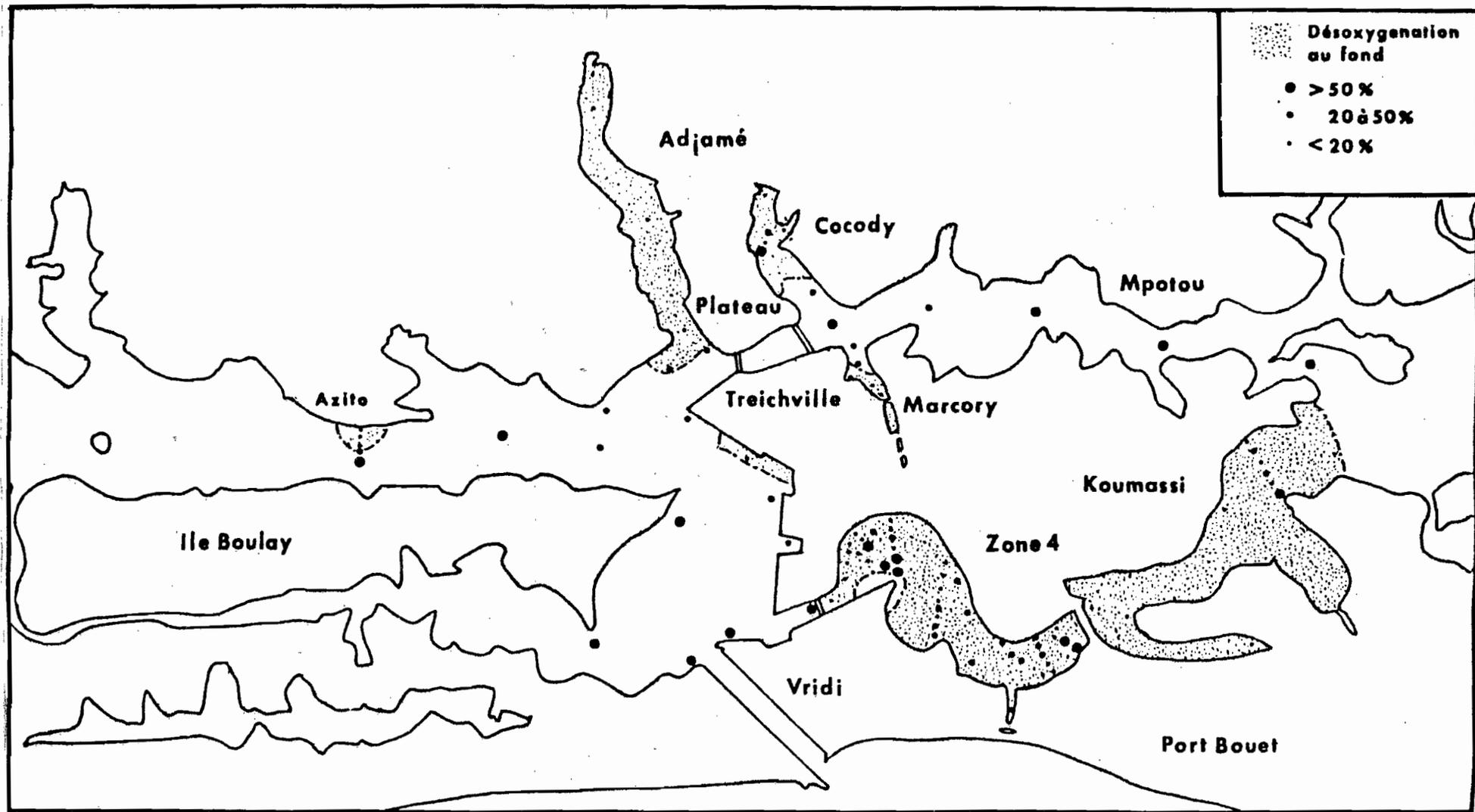


Fig. 15 - Pourcentage de saturation en oxygène des eaux de fond en saison d'été (mars 1974).

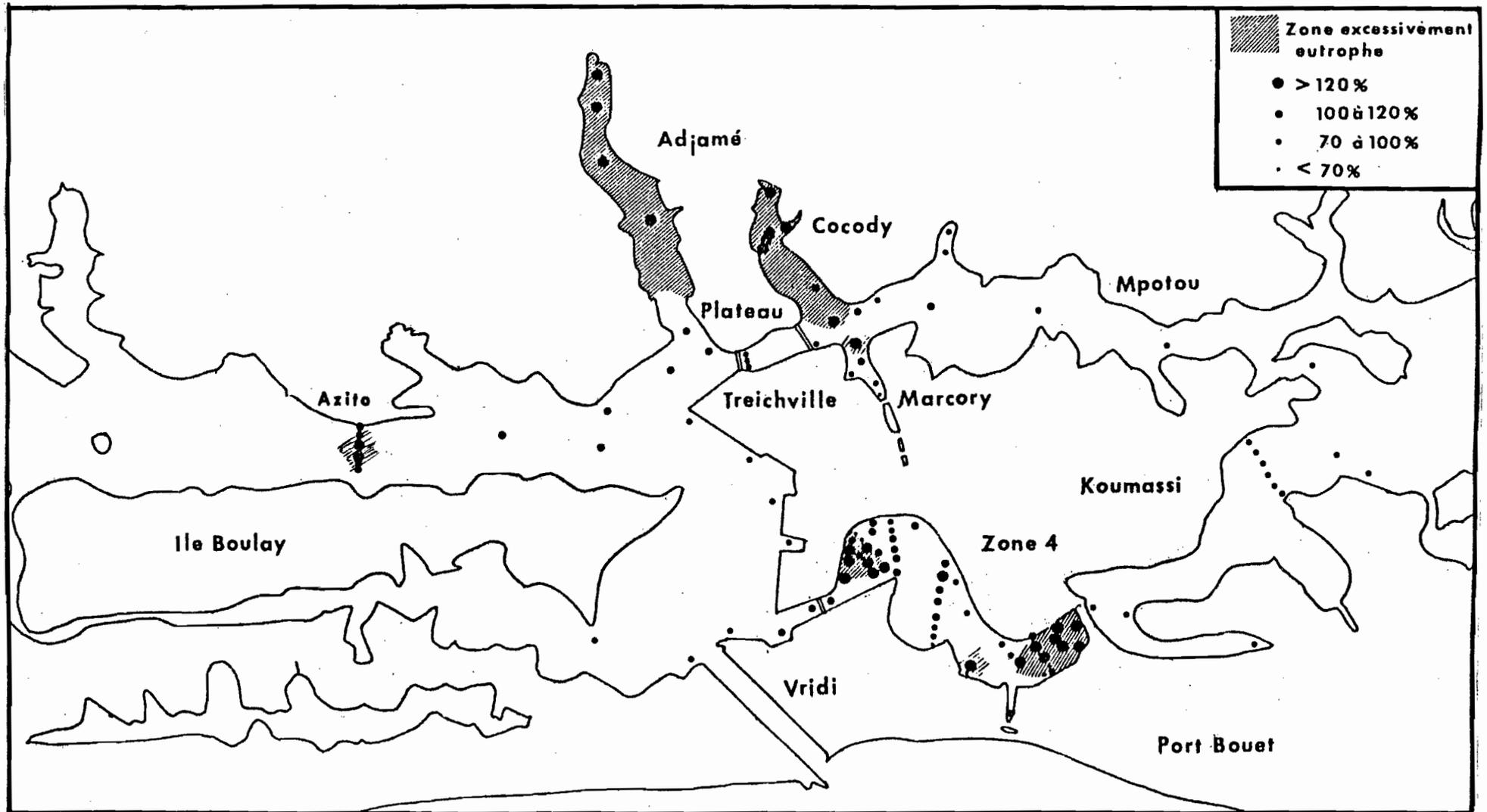


Fig. 16 - Pourcentage de saturation en oxygène des eaux de surface le soir en saison d'été (mars 1974).

L'état bactériologique des eaux peut être apprécié par dénombrements de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de streptocoques fécaux. Les moyennes des comptages effectués lors de 13 sorties en lagune et 12 sorties en mer entre 1974 et 1977 ont servi à dresser les cartes 17, 18 et 19. Dans les secteurs hachurés de la figure 17, on doit considérer, d'après les standards du conseil des communautés européennes que la baignade est déconseillée. Il s'agit de toute la lagune urbaine. Y sont également incluses les plages proches de Port Bouet. Là, l'abondance de germes d'origine fécale a très probablement pour origine, la présence d'excréments, détritiques ménagers et autres sur les plages. La barre, malgré l'agitation généralement violente qu'elle produit, semble agir comme une barrière à sens unique entre la haute mer et l'étroite bande d'eau littorale. Dans les secteurs hachurés de la figure 18 la baignade est carrément dangereuse. La totalité des baies de Cocody et de Marcory, la plus grande partie des baies de Biétri et du Banco, pratiquement tout le littoral urbanisé de la lagune, ainsi que les plages de Port Bouet et Gonzagueville font partie de cette catégorie. Les coliformes fécaux dépassent même des concentrations, phénoménales pour un milieu naturel, de 50.000 coliformes fécaux/100 ml, au fond des baies de Cocody, Marcory et Biétri.

Les secteurs hachurés de la figure 19 sont d'après les standards américains impropres à toute utilisation y compris la pêche. Etant donné que les poissons et crustacés ayant séjourné dans ces secteurs peuvent, de par leur mobilité, être capturés ailleurs, on est en droit de se demander, si les produits de la pêche sur l'ensemble de la région ne sont pas dangereux pour les consommateurs. Les débarquements de poissons dans la zone urbaine devraient faire l'objet d'études sanitaires et contrôles bactériologiques.

2.3.5. - Conséquences de la pollution actuelle sur la production terminale : pêche et aquaculture

2.3.5.1 Importance de la région lagunaire d'Abidjan

Les conséquences de la pollution sur les poissons et crustacés peuvent, très schématiquement, être cataloguées en :

- atteintes aux stocks (augmentation de la mortalité, diminution du potentiel reproducteur, fuite).

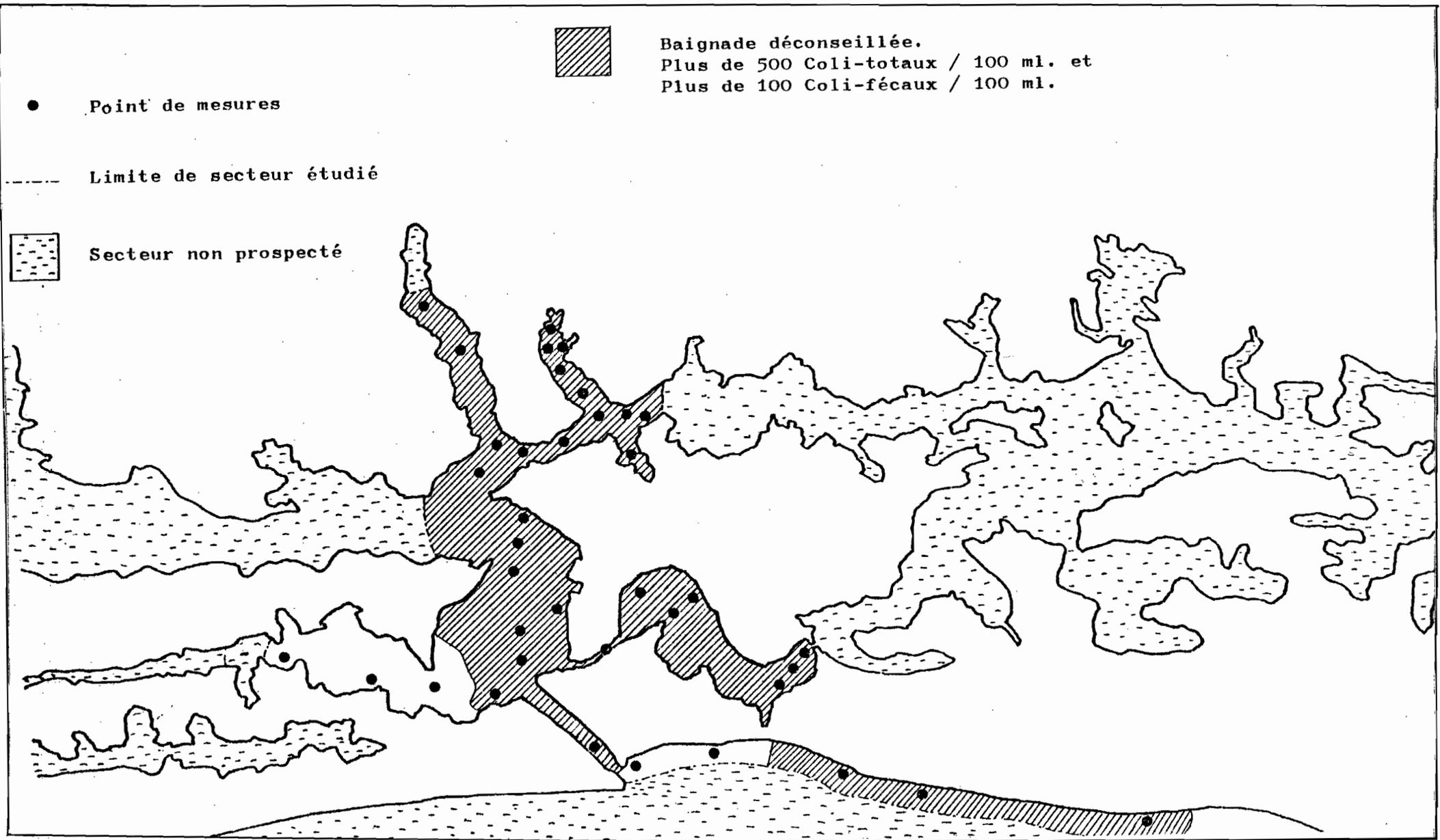


Fig. 17 - Agglomération d'Abidjan : qualité du milieu lagunaire.

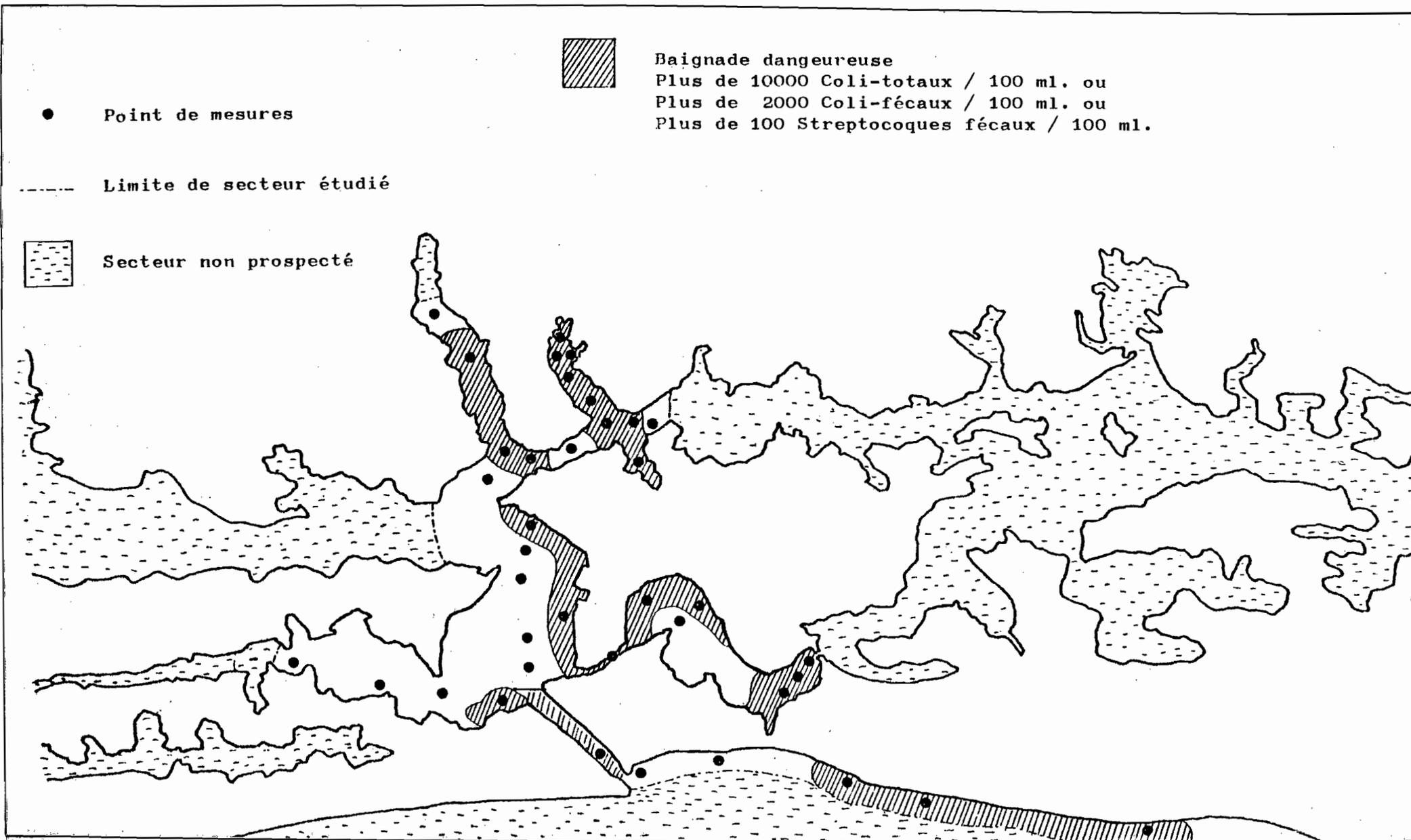


Fig. 18 - Agglomération d'Abidjan : qualité du milieu lagunaire.

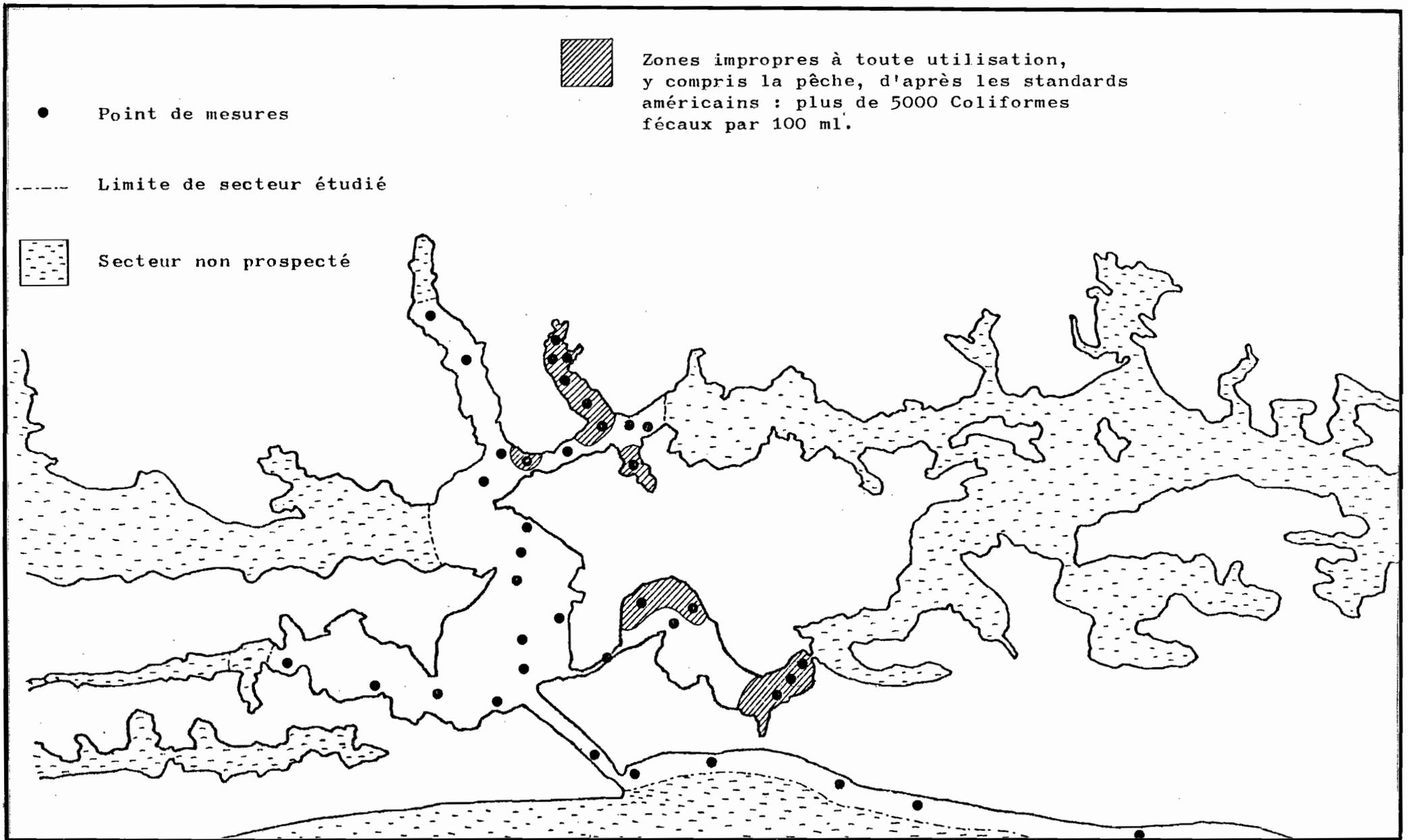


Fig. 19 - Agglomération d'Abidjan : qualité du milieu lagunaire.

- modification dans la nature et la structure des peuplements (certaines espèces se développant au détriment d'autres : déplacement des équilibres).

- détérioration de la qualité gustative et nutritive de la chair du poisson pouvant aller jusqu'à la toxicité.

Depuis le percement du canal de Vridi, la région d'Abidjan joue un rôle clef dans le fonctionnement de l'écosystème lagunaire et même marin.

- dans cette zone de nombreuses baies servent de "nurseries" (aux crevettes et mâchoirons par exemple).

- d'une manière générale, cette région lagunaire dans son ensemble, est propice au frai et à la reproduction de nombreuses espèces non seulement lagunaires mais aussi littorales (ethmaloses, carpes, gerres, mulets, etc...).

- cette région est le passage obligé de nombreuses espèces qui présentent une phase marine et une phase lagunaire. Notons que la migration s'effectue dans certains cas aux stades larvaire ou juvénile, particulièrement vulnérables parce que sensibles aux pollutions (besoins en oxygène...).

- l'aquaculture lagunaire devenue prioritaire voit son développement s'accélérer. Les sites favorables sont nombreux et certains sont très proches d'Abidjan (des stations fonctionnent déjà : Jacquville, Bingerville, Dabou). Ces sites peuvent être hypothéqués dans une certaine mesure par les risques d'accroissement de la pollution d'origine urbaine.

De l'exposé rapide de ces quelques points, il ressort que la dégradation grave du milieu lagunaire d'Abidjan aurait non seulement des répercussions sur la production terminale de l'ensemble de la lagune, mais aussi dans une mesure actuellement impossible à préciser, de la zone marine littorale.

2.3.5.2 Point des études actuelles sur l'effet des pollutions en lagune sur la production terminale

Il est indispensable de garder en mémoire quelques évidences parfois ignorées :

- toute évaluation quantitative ou qualitative des modifications subies (ou pouvant être subies) par un écosystème sous la pression de pollutions, quelles qu'elles soient, nécessite impérativement une connaissance approfondie des conditions "normales" de fonctionnement de cet écosystème avant ou en dehors de ces pollutions.

- l'étude des conditions normales de fonctionnement d'un écosystème est une oeuvre de longue haleine. L'unité de temps en est généralement l'année (cycle annuel). Il faut ensuite tenir compte d'une variabilité interannuelle naturelle du milieu lagunaire qui est considérable.

Des interprétations valables des données ne peuvent donc être déduites que de l'analyse des moyennes ou des tendances sur plusieurs années. En ce qui concerne les statistiques de pêches, les premières enquêtes fiables remontent à 1975.

La plupart des autres études sur la bio-écologie, la synécologie et la dynamique des peuplements lagunaires ont démarré plus récemment encore.

Par ailleurs, l'aspect relatif à l'impact des pollutions n'a pas jusqu'à présent été considéré comme axe de recherche au Centre de Recherches Océanographiques. Le fait que d'autres facteurs, tels que les travaux publics (digues, canaux, dragages ...), le climat, la pêche sélective et plus ou moins surexploitante, puissent agir aussi sur les stocks et la structure des peuplements de poissons et crustacés complique singulièrement l'analyse de l'effet des pollutions.

Il en résulte qu'aucune conclusion certaine concernant l'impact des pollutions sur la production terminale n'a pu encore raisonnablement être publiée. On ne peut ici que formuler des craintes quant à la détérioration de la région lagunaire d'Abidjan, eu égard à sa position stratégique.

En lagune Ebrié le pêche est en constante diminution depuis 1976. Cette situation s'explique en grande partie par la raréfaction des ethmaloses. La détérioration des conditions de milieu (pollution, extraction de sable) est pressentie comme l'une des causes de cette diminution. En effet, l'ethmalose, espèce océanique, passe la première partie de sa vie en lagune, où elle accomplit sa reproduction, principalement dans la zone d'estuaire d'Abidjan.

C A T A L O G U E S
D E S
D O N N E E S

3 - CATALOGUES DES DONNEES

(Données recueillies de 1956 à 1983 sur les lagunes, les fleuves débouchant dans les lagunes et la frange littorale océanique en Côte d'Ivoire : physique, chimie, bactériologie).

| | |
|--|------|
| 3.1 - LAGUNE EBRIE : CATALOGUE DES DONNEES DISPONIBLES EN MAI 1974 | I,65 |
| 3.1.1. - Données historique du CRO et de l'IFAN (1945-1964) | I,66 |
| 3.1.2. - Données des programmes CRO en cours (Ph. DUFOUR) | I,67 |
| 3.1.3. - Etude réalisée dans le cadre du projet O.M.S. | I,67 |
| 3.1.4. - Données réunies par J.P. TASTET | I,68 |
| 3.1.4.1. Géologie | I,68 |
| 3.1.4.2. Bathymétrie | I,68 |
| 3.1.4.3. Marées | I,68 |
| 3.1.4.4. Courantométrie | I,68 |
| 3.1.4.5. Sédimentologie | I,68 |
| 3.1.4.6. Apports d'eau continentale | I,69 |
| 3.1.4.7. Hydrologie-chimie | I,69 |
| 3.1.5. - Données du Port Autonome d'Abidjan | I,69 |
| 3.1.5.1. Courants | I,69 |
| 3.1.5.2. Marées | I,70 |
| 3.1.5.3. Bathymétrie | I,70 |
| 3.2 - LAGUNE EBRIE, REGION D'ABIDJAN : CATALOGUE DES DONNEES COLLECTEES DE DECEMBRE 1973 A MARS 1978 | I,71 |
| 3.3 - LAGUNES EBRIE, ABY ET DE GRAND-LAHOUE : DONNEES COLLEC- TEES AU COURS DE 20 CAMPAGNES EFFECTUEES EN 1974, 1975 ET 1976 | I,75 |
| 3.4 - INVENTAIRE DES DONNEES RECUEILLIES DEPUIS 1978 AU CEN- TRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES D'ABIDJAN | I,78 |
| 3.4.1. - Lagune Ebrié : baie de Biétri | I,79 |
| 3.4.2. - Lagune Ebrié : variabilité interannuelle | I,81 |
| 3.4.3. - Lagune Aby : 1979 | I,82 |

| | |
|--|--------------|
| 3.4.4. - Lagune Ebrié : ions majeurs | I, 83 |
| 3.4.5. - Lagune Ebrié : courantométrie | I, 84 |
| 3.4.6. - Lagune Ebrié : bactériologie et production phytoplanctonique | I, 85 |
| 3.4.7. - Lagune Ebrié : zooplancton | I, 86 |
| 3.4.8. - Fleuves ayant leur débouché en lagune Ebrié | I, 87 |
| 3.5 - STATIONS HYDROLOGIQUES EFFECTUEES AU LARGE DE LA COTE D'IVOIRE DE 1956 A 1962 | I, 88 |
| 3.6 - CAMPAGNES HYDROLOGIQUES REALISEES DANS UN CADRE ORSTOM ET DISPONIBLES AU CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE | I, 90 |
| 3.6.1. - Liste des navires | I, 92 |
| 3.6.2. - Croisières | I, 93 |
| 3.7 - TRAVAUX OCEANOGRAPHIQUES EFFECTUES PAR LE CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES D'ABIDJAN DE 1976 A 1978 : CONVENTION CRO-SETU (4 rapports) | I, 99 |
| 3.7.1. - Mesures de courants en continu | I,100 |
| 3.7.2. - Mesures hydrologiques | I,100 |
| 3.7.3. - Mesures de trajectoires | I,100 |
| 3.7.4. - Mesures bactériologiques sur les plages | I,101 |
| 3.7.5. - Mesures de mortalité bactérienne en mer | I,101 |
| 3.7.6. - Mesures de diffusion en mer | I,101 |
| 3.8 - OCEANOGRAPHIE COTIERE : PROGRAMMES DE ROUTINE ACTUELS AU CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES D'ABIDJAN | I,102 |

3.1 - LAGUNE EBRIE : CATALOGUE DES DONNEES DISPONIBLES EN MAI 1974

(Cadre physique et sédimentologie, hydrologie,
courants et marées, chimie, bactériologie).

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

3.1.1. DONNEES HISTORIQUES DU C.R.O. ET DE L'I.F.A.N. (1945-1964)

| PARAMETRE | NIVEAU | PERIODICITE | EPOQUE | EMPLACEMENT |
|--|---|---|--|--|
| S%. S%. | Surface 0,1 et 3 m | Quotidien Quotidien | 1945-1957 12/52 à 3/53 | Baie de Cocody (près du Stade) |
| S%. T T, pH Humidité Lumière | Surface Surface Surface Air Profil vertical | Quotidien Quotidien 8 et 12 h 8 et 12 h Quotidien | 7/58 à 12/63 1959 2/63 à 12/64 2/63 à 12/64 6/64 à 12/64 | Baie de Biétri (port des pêches maritimes et lagu- naire) |
| T, S%, PO ₄ , NO ₂ , Si, pH T, S%. T, S%, O ₂ , T, S%, O ₂ , pH | Surface Surface Surface Surface | 1 à 3 mensuel 6 visites Hebdomadaire Horaire (12h) | 1948 1/49 à 7/49 2/50 à 3/53 26/4/51 | de part et d'autre de la route de Port Bouët (baies de Bié- tri et de Koumassi) |
| T, S%, pH | Profil vertical | Mensuel | 4/50 à 3/52 | 6 stations en baie de Koumassi |
| T | Surface | Enregistrement | 11/54, 2/55, 3/55 | Baie de Koumassi (entrée) |
| T | 0,1, 2 et 3 m | Horaire | 16 au 22/11/54 | Baie de Koumassi (fond) |
| T, S%. | Profil vertical | 1 Visite | 10/7/50 | (Lagune Agbou) 5 stations |
| T, S%, pH | Profil vertical | 1 Visite | 5/7/51 | 1 Station |
| T, S%, pH Si, PO ₄ , NO ₂ et matière organique | Profil vertical Profil vertical | Mensuel Mensuel | 8/50 à 6/56 8/53 à 6/54 | Radiale Bassam- Dabou : 18 stations dans le chenal cen- tral) |

Ces données réunies par Messieurs VARLET, MENACHE et PRIVE peuvent être consultées au C.R.O.

3.1.2. DONNEES DES PROGRAMMES C.R.O. EN COURS (P. DUFOUR)

| PARAMETRE | NIVEAU | PERIODICITE | EPOQUE | EMPLACEMENT |
|------------------------|-----------------|------------------------------|---------------|--|
| T, S‰. | Surface-fond | Hebdomadaire | 72 - 73 | 3 stations en baie d'Adiopodoumé autour d'Abidjan. |
| O ₂ | Profil vertical | 36 stations | Janvier 1974 | |
| T, S‰., O ₂ | Profil vertical | 1 "Survey" matin marée basse | Mars-Avril 74 | 85 stations autour d'Abidjan. |
| T, S‰., O ₂ | Profil vertical | 1 "Survey" soir, marée haute | Mars-Avril 74 | 106 stations autour d'Abidjan. |

3.1.3. ETUDE REALISEE DANS LE CADRE DU PROJET OMS
(SOUS-DIRECTION DE HYDRAULIQUE, MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS)

| PARAMETRE | NIVEAU | STATIONS NOMBRE | MESURES PAR STATION | EPOQUE | EMPLACEMENT |
|--|---------|-----------------|---------------------|-------------|--------------------------|
| Courants | Surface | 10 | 2 | 10 et 11/71 | Lagune autour d'Abidjan |
| | | 10 | 2 | | |
| | | 10 | 2 | 1 et 2/72 | |
| | | 10 | 2 | | |
| T, S‰., pH, rH | Surface | 13 | 1 | Mars 72 | Lagune autour d'Abidjan. |
| TH, O ₂ , DBO, DCO | Surface | 10 | 1 | Avril 72 | |
| Matière organique | Surface | 13 | 1 | Afril 72 | |
| Comptages bactériologiques | Surface | 19 | 1 à 2 | 1 et 3/72 | Lagune autour d'Abidjan |
| T, S‰., d, pH, O ₂ , DBO, DCO | Surface | 52 | 1 | 4 et 5/73 | Lagune autour d'Abidjan |
| Comptages bactériologiques | Surface | 52 | 1 | 4 et 5/73 | Lagune autour d'Abidjan |

3.1.4. DONNEES REUNIES PAR J.P. TASTET (Université d'Abidjan, Dépt. Géologie)

3.1.4.1. Géologie :

Cartes du cadre géologique et géomorphologique du système Ebrié.

3.1.4.2. Bathymétrie :

Carte au 20/1000 de la région d'Abidjan, d'Abou-Abou à Adiopodoumé. Couverture de la lagune Adjin et du lac Bakré.

3.1.4.3. Marées :

Mesures en continu de 24 à 48 heures en 14 points répartis sur tout le système Ebrié de juin à octobre 1966.

3.1.4.4. Courantométrie :

| NIVEAU | PERIODICITE | NOMBRE DE STATIONS | EPOQUE | LOCALISATION |
|-----------------|----------------------|--------------------|--------------|------------------------------------|
| 2,5 m | continu de 24 à 48 h | 14 | 6/66 à 10/66 | Tout le système Ebrié |
| Profil vertical | continu sur 24 h | 4 | 6/66 | Coupe à travers le canal de Vridi. |
| 0 à 5 m | 1 visite par station | 17 | 11/73 | Adiopodoumé à Bassam |
| 0 à 5 m | 1 visite par station | 23 | 6/66 | Grand-Lahou à Bassam |

3.1.4.5. Sédimentologie :

Analyse sur sédiment : teneur en matière organique, teneur en eau, granulométrie, calcimétrie, minéralogie des argiles.

Lagune Adjin : 34 prélèvements de surface
14 carottes de 50 cm à 2 m.

Lagune Agbaou : 25 prélèvements de surface
14 carottes de 50 cm à 2.

Ensemble du système Ebrié : 50 prélèvement de surface.

Zone d'extension du port : 40 carottes jusqu'à 20 m.

3.1.4.6. Apports d'eau continentale :

Classés par bassins versants, les apports d'eau mensuels en 1970, 1971 et 1972.

3.1.4.7. Hydrologie - Chimie (P. DUFOUR) :

| PARAMETRES | NIVEAU | NOMBRE DE STATIONS | EPOQUE | LOCALISATION |
|--|-----------------|--------------------|-------------|---------------------------|
| SZ., T, pH, Charge solide, Na, K, Mg, Ca, Fe, Al, Mn, Cu. | Profil vertical | 17 | 11/73 | Adiopodoumé à Bassam |
| SZ., T, pH, Charge solide, Na, K, Mg, Ca, Fe, Al, Mn, Cu, Co, Cr, Mo, Ni, Zn, PO ₄ ⁻⁻⁻ | Profil vertical | 23 | 3/74 | Grand-Lahou à Bassam |
| SZ., T, pH, Charge solide, Na, K, Mg, Ca, Fe, Al, Mn, Cu, Co, Cr, Mo, Ni, Zn, PO ₄ ⁻⁻⁻ | Surface | 21 | 11/73 | Grand-Lahou à Bassam |
| SZ., T, pH, Charge solide, Na, K, Mg, Ca, Fe, Al, Mn, Cu, Co, Cr, Mo, Ni, Zn, PO ₄ ⁻⁻⁻ | Surface | 21 | 1/74 | Grand-Lahou à Bassam |
| SZ., pH, Charge solide | Surface | 33/mois | 1/72 à 5/74 | Ensemble du système Ebrié |
| T, SZ., pH | Profil vertical | 3 | 5/71 | Lac Bakré |

3.1.5. DONNEES DU PORT AUTONOME D'ABIDJAN (voir M. SIMON)

3.1.5.1. Courants :

Canal de Vridi : 46 profils verticaux, cycles de 24 h minimum, entre 1954 et 1960,

: 1 série de mesures par flotteurs à 1, 3, 5 et 8 mètres

Zone d'influence du port : nombreux profils verticaux, cycles de 24 h minimum

Lagune hors du port : profils verticaux sur 24 h minimum à : Asagny, Godoumé, Assaba, Abra, Tefredji, Anaviblé, Mpotou, Eloba, Baie de Cocody, Digue de Jacquville, pont de Mossou.

3.1.5.2. Marées :

- Enregistrements continus depuis 1954 : Appontement (milieu canal de Vridi) ; Fascinage (entrée canal côté lagune) ; Quai nord (port près capitainerie).
- Enregistrements depuis mai 1972 à Mpotou et Azito.
- Enregistrements sur 3 mois minimum : entrée de la baie de Koumassi, baie de Biétri, Asagny, Grogrida, baie de Marcory, Mossou, île Vitré, M'bato, Abouaké, part et d'autre de la digue.

3.1.5.3. Bathymétrie :

Plus de 900 cartes bathymétriques ont été dressées de 1951 à 1974. Couverture de toute la lagune. Sondages plus serrés dans la zone d'influence du port. Le port autonome a aussi effectué des carottes de sédiments.

3.2 - LAGUNE EBRIE (REGION D'ABIDJAN) : CATALOGUE DES DONNEES
COLLECTEES DE DECEMBRE 1973 A MARS 1978

(Hydroclimat - Production du phyplancton - Pollution)

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

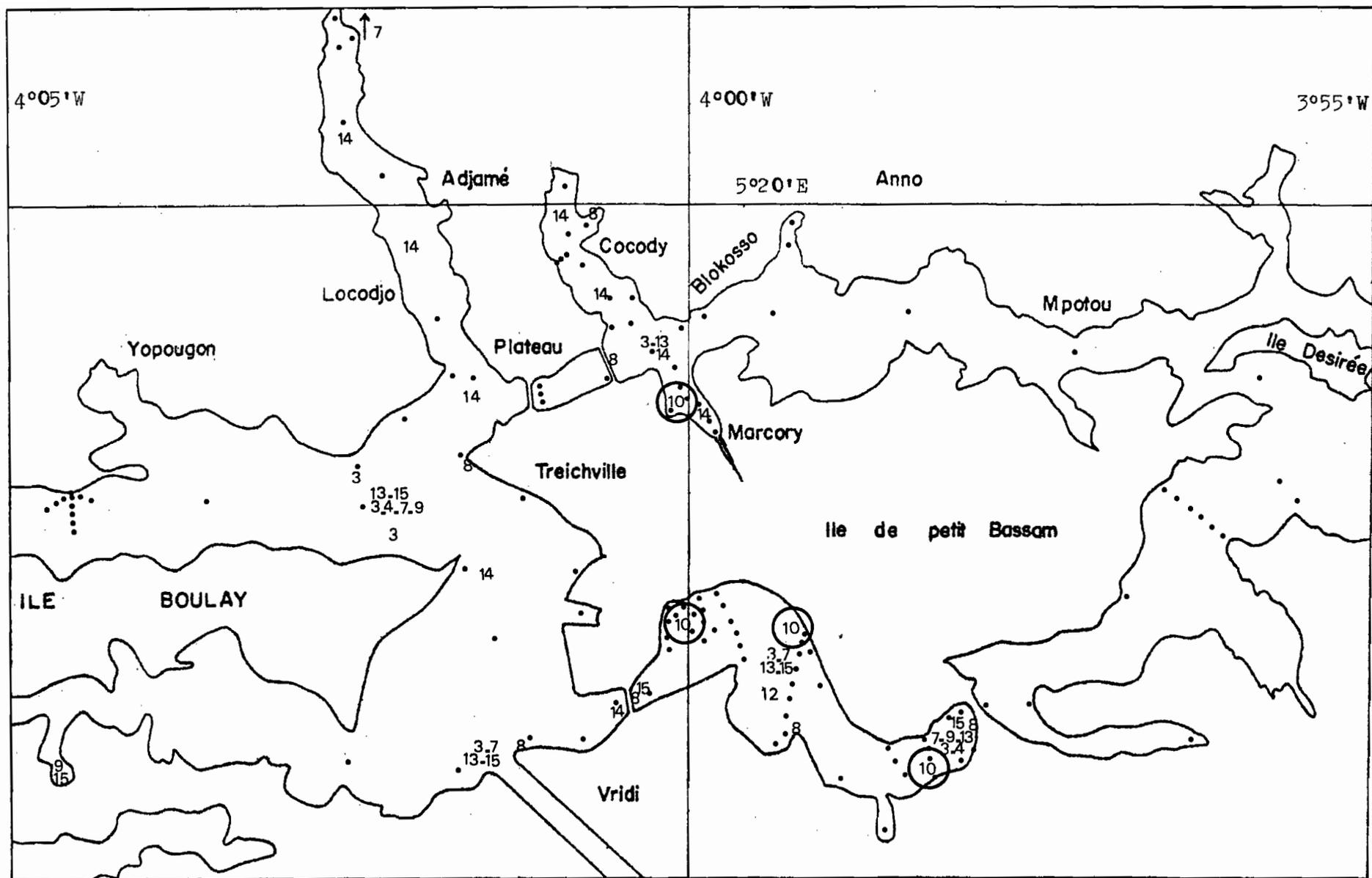
Ce catalogue dresse la liste des données collectées in situ dans la région d'Abidjan, à l'exclusion de celles issues d'expérience de laboratoire. Il fait suite à un document similaire regroupant les données antérieures : lagune Ebrié : catalogue des données disponibles en mai 1974. Les données brutes correspondantes sont disponibles auprès des responsables de leur collecte : P. DUFOUR, L. LEMASSON, D. MAURER, J. PAGES et R. REPELIN, dont l'adresse pourra être demandée à ORSTOM, 24 rue Bayard - 75008 Paris.

| CATALOGUE DES DONNEES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|----------------|-----------------|--------------------------------|--------------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | |
| Ordre | Nom | Paramètres mesurés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ni- veaux | fré- quence | dates | nombre positions | nb. stat. | |
| 1 | campagnes OXYG 1 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | P | U | 12/73 1/74 | 34 | 34 |
| 2 | campagnes OXYG 2 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | P | (1) | 3,4/74 10,11/74 | (1) | 450 |
| 3 | campagnes EBRIE | x | x | x | x | | | x | | | | | | | | | x | | | | | | | | | P | M | 10/74 12/75 | 7 (2) | 112 | |
| 4 | cycles NYCTH. | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | | | | | x | | | | | | | | | P | Zh. (2) | 2,3,4,5 6/76 | 2 (2) | 5 | |
| 5 | campagnes BIETRI | x | | | | x | | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | S | U | 9/75 3/76 | 8 11 | 19 | |
| 6 | continue | x | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | U | 3/76 | (1) | ∞ |
| 7 | QUO 1 | | x | x | x | x | | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | S | Q | 5,6/76 | 5 | 180 | |
| 8 | QUO 2 et 3 | salinité seule | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | Q | 5,9/77 | 8 (2) | 371 | |
| 9 | cycles diurnes | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | P | 2h (3) | 7,8/76 4,6,7,9, 10,11/77 | 4 (2) | 11 |
| 10 | PROPOLL 6 | x | | | | x | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | S | U | 7/76 | 21 (3) | 138 | |
| | 7 | x | | | | x | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | S | U | 8/76 | 21 (3) | | |
| | 8 | x | | | | x | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | S | U | 8/76 | 23 (3) | | |
| | 10 | x | x | | | x | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | S | U | 9/76 | 21 (3) | | |
| | 11 | x | x | | | x | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | S | U | 10/76 | 17 (3) | | |
| | 12 | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | S | U | 12/76 | | 21 (3) |
| 13 | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | S | U | 4/77 | 14 (3) | |
| 11 | MOX | x | x | | | | | | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | S | U | 10,11/76 | 112 (1) | 112 | |
| 12 | BIETRI | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | S | U | 3,7,11/76 | 1 | 5 | |
| 13 | TOTALAG | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | 12/76 | 3 | 29 |
| | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | S | S | 3,4/77 | 3 | |
| | | | x | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6/77 | 3 | |
| | | | x | x | x | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10/77 | 5 | |
| 14 | POLLUR | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | x | x | x | x | | | | | | S F | (4) | 3/77 | 10 (2) | 30 | |
| 15 | HEBDO | x | x | x | x | x | | | x | x | x | | | | | | x | x | | | | | | | | S | H | 1/77 3/78 | 6 (2) | 360 | |

COMMENTAIRES ET ABREVIATIONS

Outre les paramètres cités, toutes les stations comportent une mesure de température et de salinité.

| | |
|---|---|
| 3 Oxygène dissous | 29 : périodicité des mesures |
| 4 pH | 2h : toutes les deux heures |
| 5 PO_4^{---} | Q : quotidienne |
| 6 NO_3^- , NO_2^- | H : hebdomadaire |
| 7 NH_4 | M : mensuelle |
| 8 ϵ (coefficient d'extinction verticale) | S : saisonnière |
| 9 N et P organique dissous | U : unique |
| 10 C organique dissous | C : continue |
| 11 CO_2 | (1) : mesures en saison sèche et de crue, à marée haute et basse, le matin et le soir |
| 12 Chlorophylle et phaeophytine | (2) : pendant 24 heures |
| 13 P particulaire | (3) : pendant 12 heures de jour |
| 14 C et N particulaire | (4) : mesures à marée haute et basse, en période de vives eaux et de mortes eaux |
| 15 Adenosine-tri-phosphate | 30 : dates : mois et année |
| 16 DCO (demande chimique en oxygène) | 31 : nombre de positions différentes visitées |
| 17 DBO (demande biochimique en oxygène) | (1) : grand nombre de positions réparties dans toute la région |
| 18 - | (2) : voir la carte page suivante |
| 19 Production primaire, méthode à $l'O_2$ | (3) : campagne autour des émissaires : |
| 20 Production primaire, méthode au ^{14}C | d'une huilerie savonnerie: propoll 6, 7 et 8 |
| 21 Assimilation du $^{32}PO_4$ | d'une teinturerie industrielle : propoll 10 |
| 22 Assimilation du ^{14}C (bactéries) | des abattoirs municipaux : propoll 11 et 12 |
| 23 Bio-tests ("bio-assay") | domestiques de Treichville : propoll 13. |
| 24 Numération des bactéries fécales | |
| 25 Comptages et taxonomie du phytoplancton | |
| 26 Comptages et taxonomie du zooplancton | |
| 28 : niveaux de prélèvements | |
| P = profil (4 à 8 niveaux de mesure) | |
| S = surface | |
| F = fond | |
| | 32 : nombre de stations résultantes (espace x temps) |



- I, 74 -

LAGUNE EBRIE - REGION D'ESTUAIRE : Positions référencées dans le catalogue des stations dans la colonne 31.
 Le numéro correspond à celui de la série (ligne sur le tableau). . : série n°2 ; - séries n° 1, 6, 11 :
 positions non indiquées.

3.3 - LAGUNES EBRIE, ABY ET DE GRAND LAHOU :
DONNEES COLLECTEES AU COURS DE 20 CAMPAGNES
EFFECTUEES EN 1974, 1975 ET 1976

(Paramètres physiques, chimiques et biologiques)

Stations de prélèvement : voir cartes page suivante.

Niveaux de prélèvements : tous les 3 m, de la surface au fond.

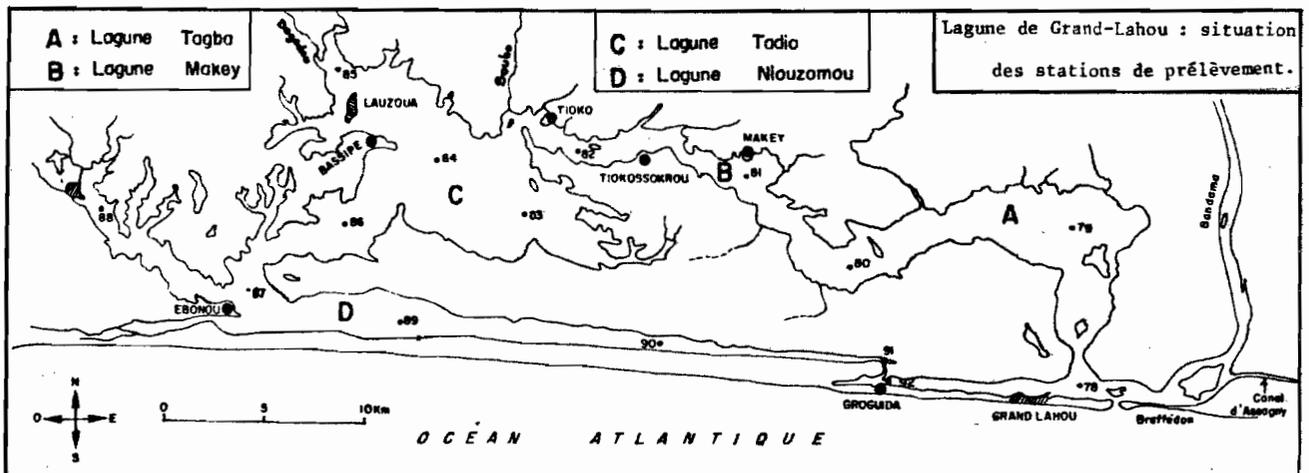
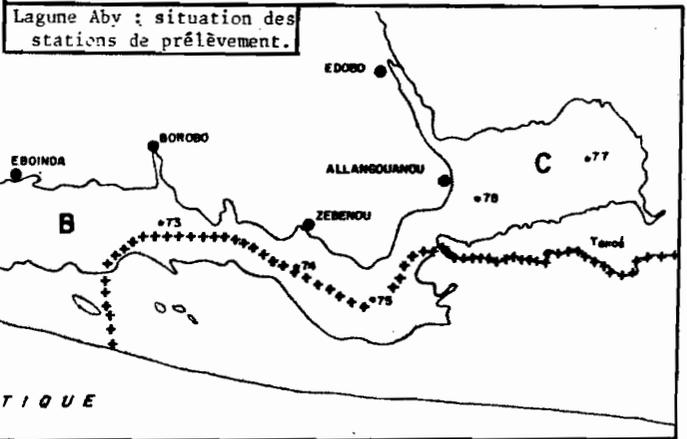
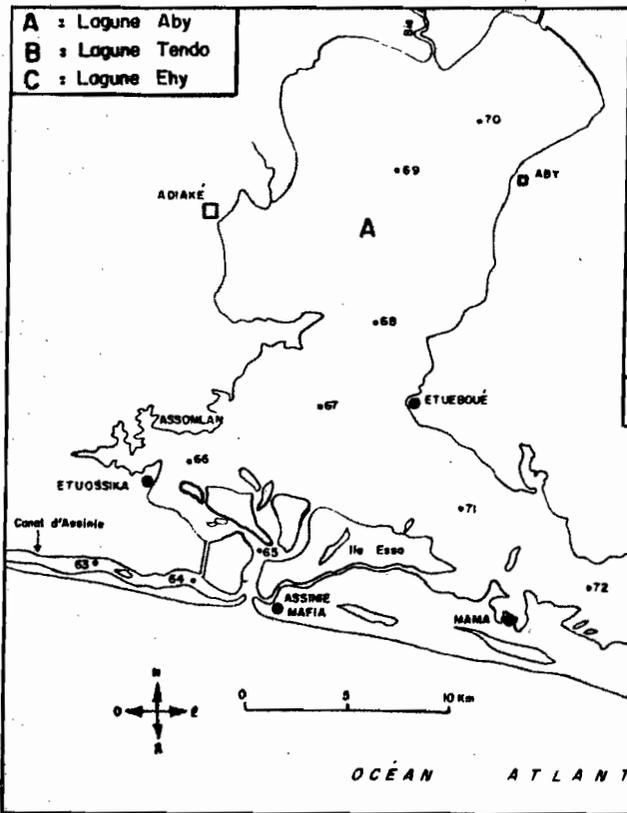
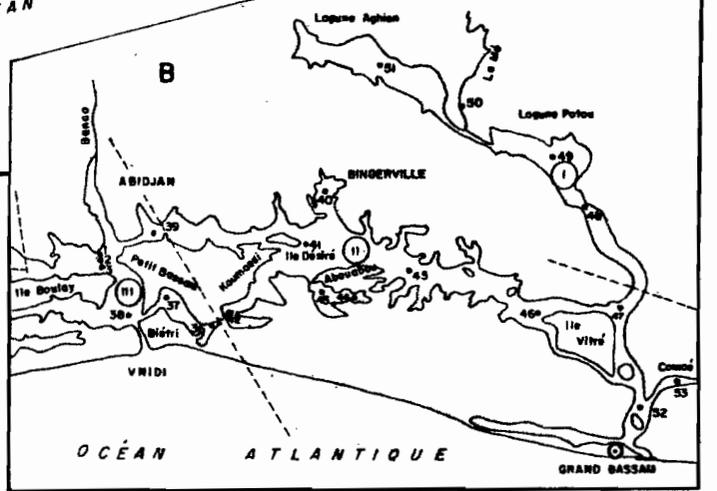
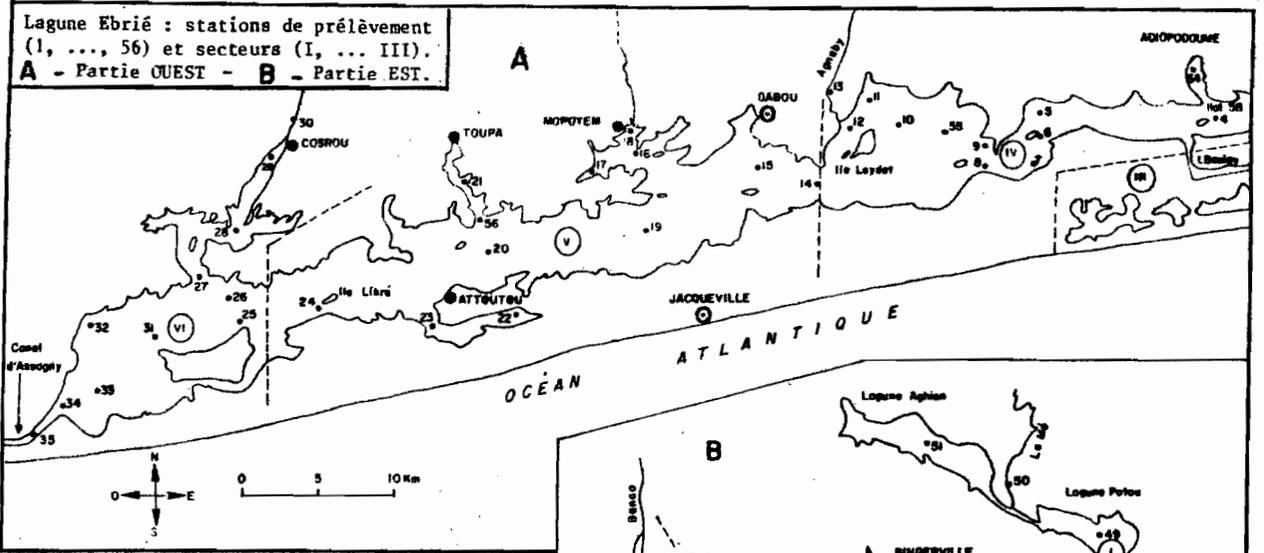
Analyses :

T = Température
 S = Salinité
 DS = Transparence (Disque de Secchi)
 O₂ = Oxygène dissous
 PO₄ = Phosphates
 NO₃ = Nitrates
 NO₂ = Nitrites
 NH₄ = Ammoniaque
 Chl = Chlorophylle
 PP = Production primaire

| LAGUNE | ANALYSES | EPOQUE |
|-------------|---|--------------------|
| EBRIE | T - S - DS - PO ₄ NO ₃ - NO ₂ - Chl - PP | Janvier à Décembre |
| | O ₂ | Mai à Décembre |
| ABY | T - S - O ₂ - PO ₄ - NO ₃ NO ₂ - NH ₄ - PP | Janvier à Avril |
| | T - S - DS - O ₂ - PO ₄ NO - NO - Chl | Mai à Août |
| GRAND LAHOU | T - S - DS - O ₂ - PO ₄ NO ₃ - NO ₂ - NH ₄ - Chl - PP | Janvier à Avril |
| | T - S - O ₂ - PO ₄ - NO ₃ | Mai à Août |

Référence : PAGES J., LEMASSON L. et DUFOUR P., 1979.- Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire. Cycle annuel. *Arch. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 5 (1), 1-60.

N.B. Les valeurs des paramètres sont présentées sous forme d'isoplèthes. Les données brutes peuvent être demandées aux auteurs ORSTOM, 24 rue Bayard, Paris.



3.4 - INVENTAIRE DES DONNEES RECUEILLIES DEPUIS 1978
AU CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES

(Paramètres physiques et chimiques ;
biologie et bactériologie)

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

3.4.1. LAGUNE EBRIE : BAIE DE BIETRI.

Epoque : de janvier 1979 à décembre 1980

Périodicité : environ une campagne mensuelle. Fréquence accélérée en janvier-février 1980 au moment de l'ouverture de la digue de l'aéroport, mettant en communication les baies de Biétri et de Koumassi.

Stations de prélèvement : voir carte page suivante

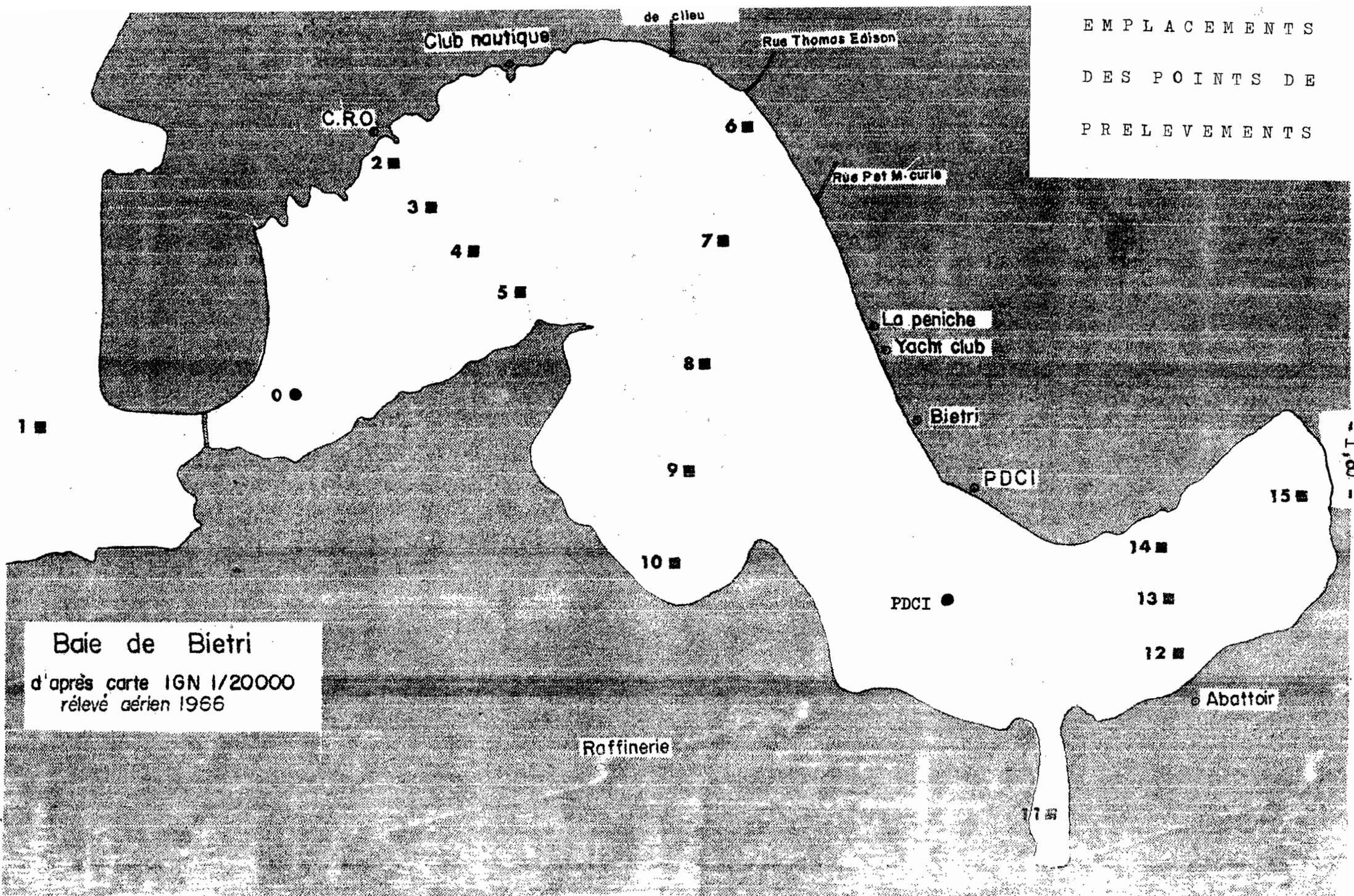
Niveaux de prélèvement : tous les 3 m, de la surface au fond

Analyses : température, salinité, transparence (disque de Secchi), oxygène dissous, phosphates, chlorophylle et phaeophytine.

Précisions complémentaires :

- . Année 1979 : Stations 1 à 15
- . Apartir de janvier 1980 :
 - mêmes niveaux
 - mêmes analyses
 - station 1 supprimée ; station PDCI ajoutée
- . A partir d'avril 1980 :
 - prélèvements de surface et de fond seulement
 - stations supprimées : 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 14.
 - analyses complémentaires : nitrates, nitrites, pénétration lumineuse (en remplacement de la transparence).

EMPLACEMENTS
DES POINTS DE
PRELEVEMENTS



Baie de Bietri
d'après carte IGN 1/20000
relevé aérien 1966

08'I

3.4.2. LAGUNE EBRIE : VARIABILITE INTERANNUELLE

Epoque : d'août 1979 à mars 1981

Périodicité : campagnes mensuelles

Stations de prélèvement : voir carte ci-dessous

Niveaux de prélèvement : surface et fond

Mode de prélèvement : pour chaque station, 3 positions éloignées d'environ 200 m.

Analyses : Température, salinité, transparence (disque de Secchi), oxygène dissous, phosphates, chlorophylle et phaeophytine.

Précisions complémentaires :

. A partir de janvier 1980 :

- analyses complémentaires : pH, nitrates, nitrites

. A partir de mars 1980 :

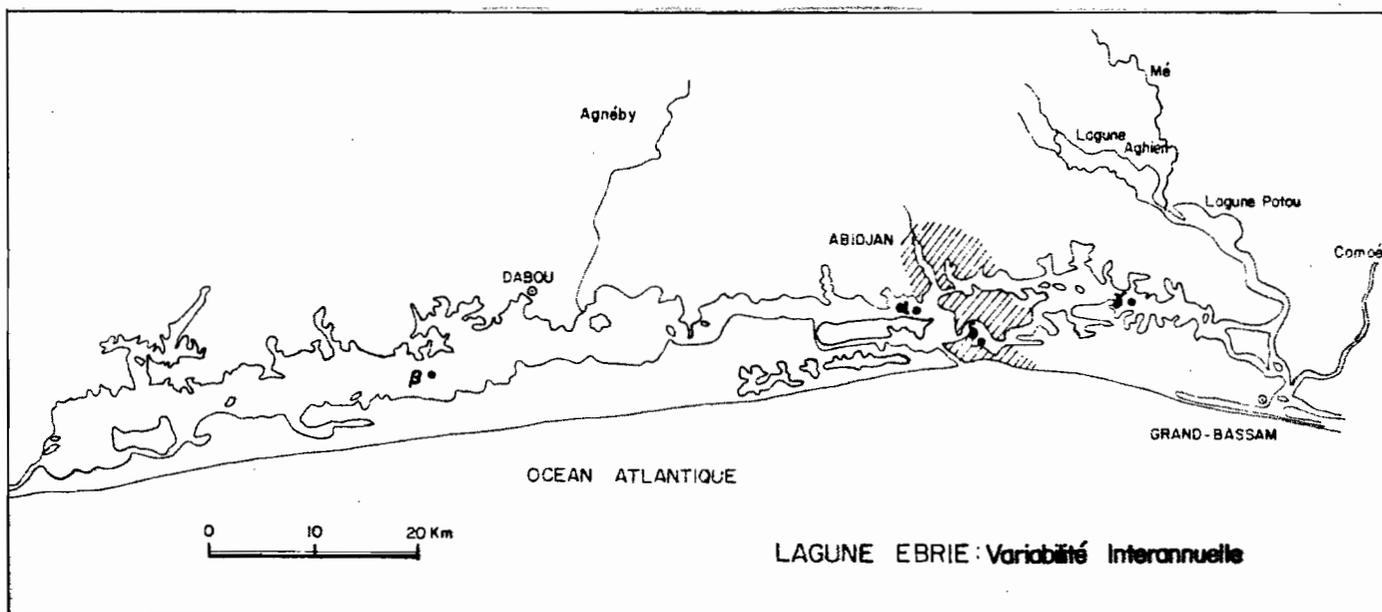
- analyses complémentaires : ammoniacque, gaz carbonique, carbone organique dissous, azote organique dissous, phosphore particulaire, phosphore organique.

. A partir de janvier 1981 :

- station complémentaire : δ = station 9 Biétri

- une seule position par station

- analyses : température, salinité, pénétration lumineuse, oxygène dissous, phosphates, nitrates, nitrites, ammoniacque, éléments particuliers (carbone, azote et phosphore).



3.4.3. LAGUNE ABY (1979)

Epoque : 3 campagnes effectuées en février, juillet et octobre 1979.

Stations de prélèvement: voir carte ci-dessous

Niveaux de prélèvement : tous les 3 m, de la surface au fond

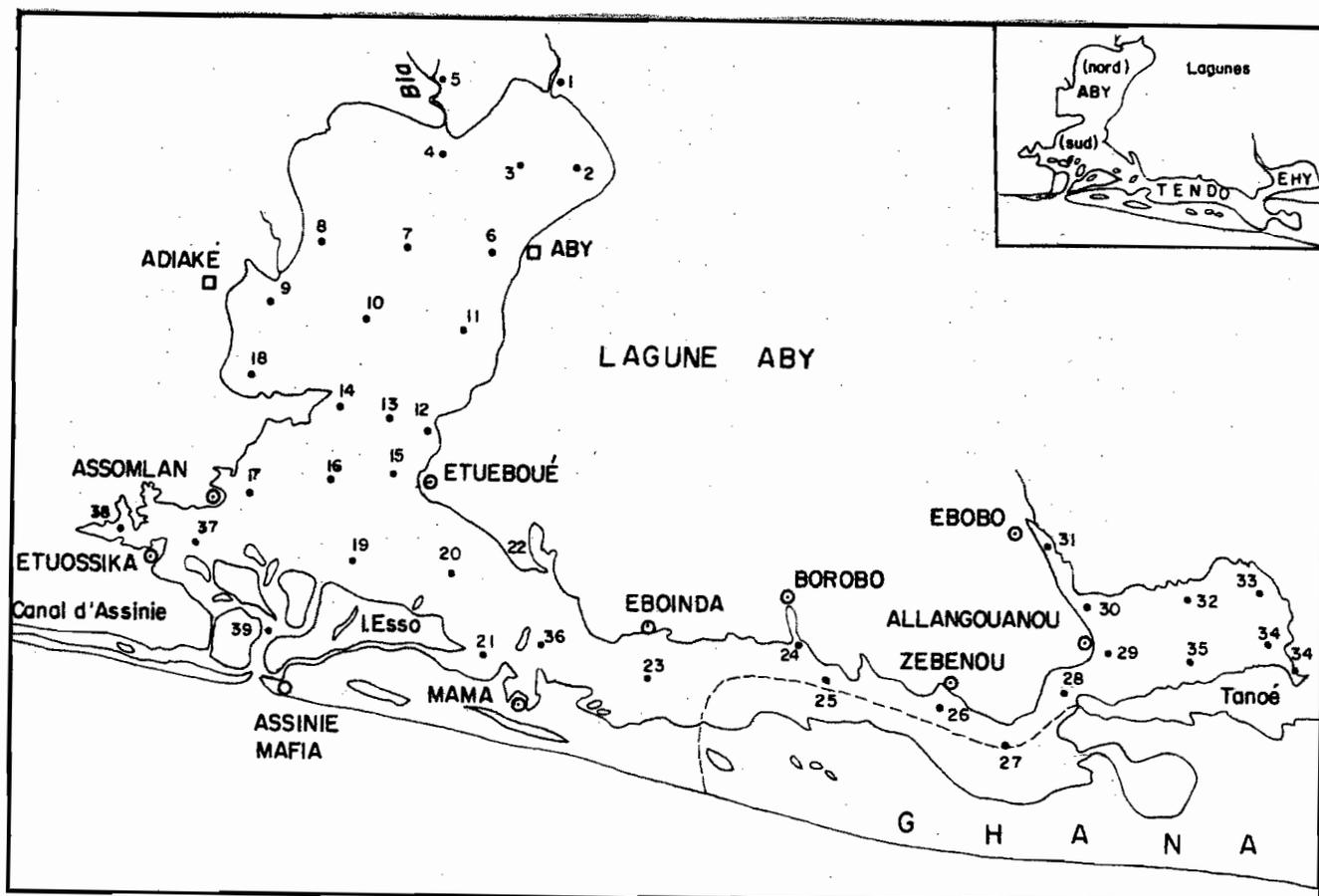
Analyses : température, salinité, transparence (disque de Secchi), oxygène dissous, phosphates, chlorophylle et phaeophytine.

Précisions complémentaires :

. campagne d'octobre 1979 : analyses complémentaires, nitrates et nitrites.

Référence : CHANTRAINE J.M., 1980.- La lagune Aby (Côte d'Ivoire) : morphologie, hydrologie, paramètres physico-chimiques. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 9 (2), 30-77.

N.B. Les valeurs des paramètres sont présentées sous forme de cartes et de profils. Les données brutes sont disponibles au C.R.O.



3.4.4. LAGUNE EBRIE : IONS MAJEURS

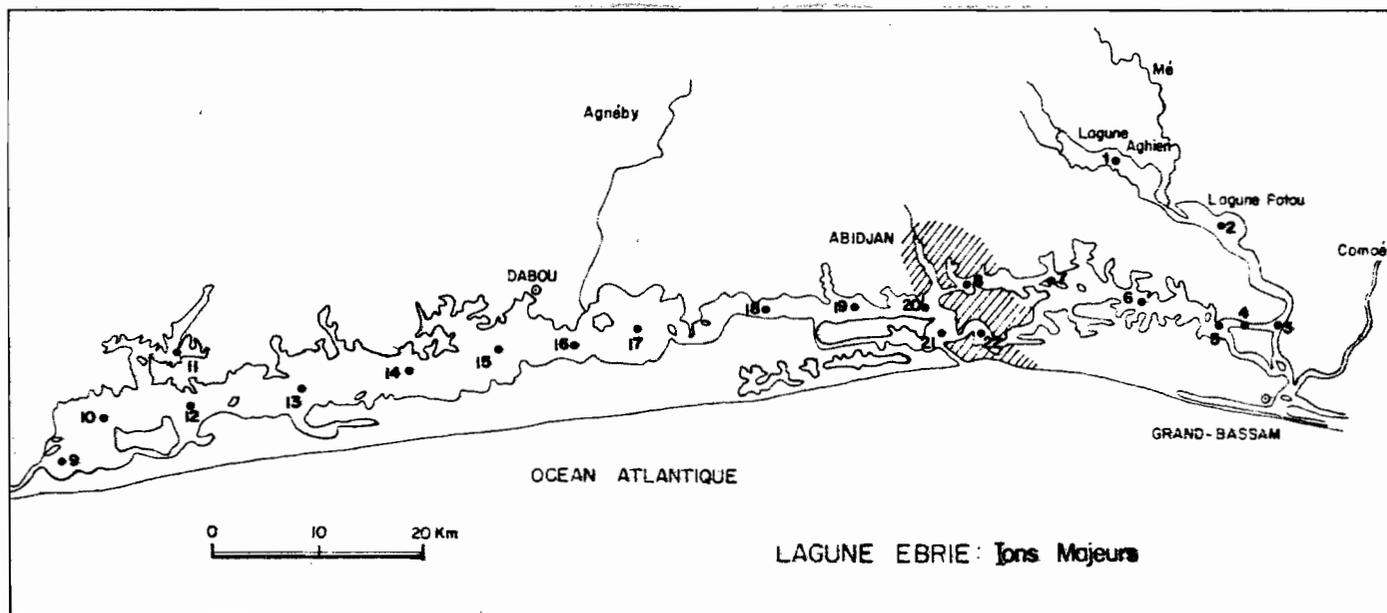
Epoque : de janvier à mai 1981

Périodicité : campagnes mensuelles

Stations de prélèvement : voir carte ci-dessous

Niveaux de prélèvement . : surface et fond

Analyses : température, salinité, transparence (disque de Secchi),
pH, anions (HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^-), cations (Na^+ , K^+ ,
 Ca^{++} , Mg^{++}), silice dissoute, éléments nutritifs (PO_4^{3-} ,
 NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+).



3.4.5. LAGUNE EBRIE : COURANTOMETRIE

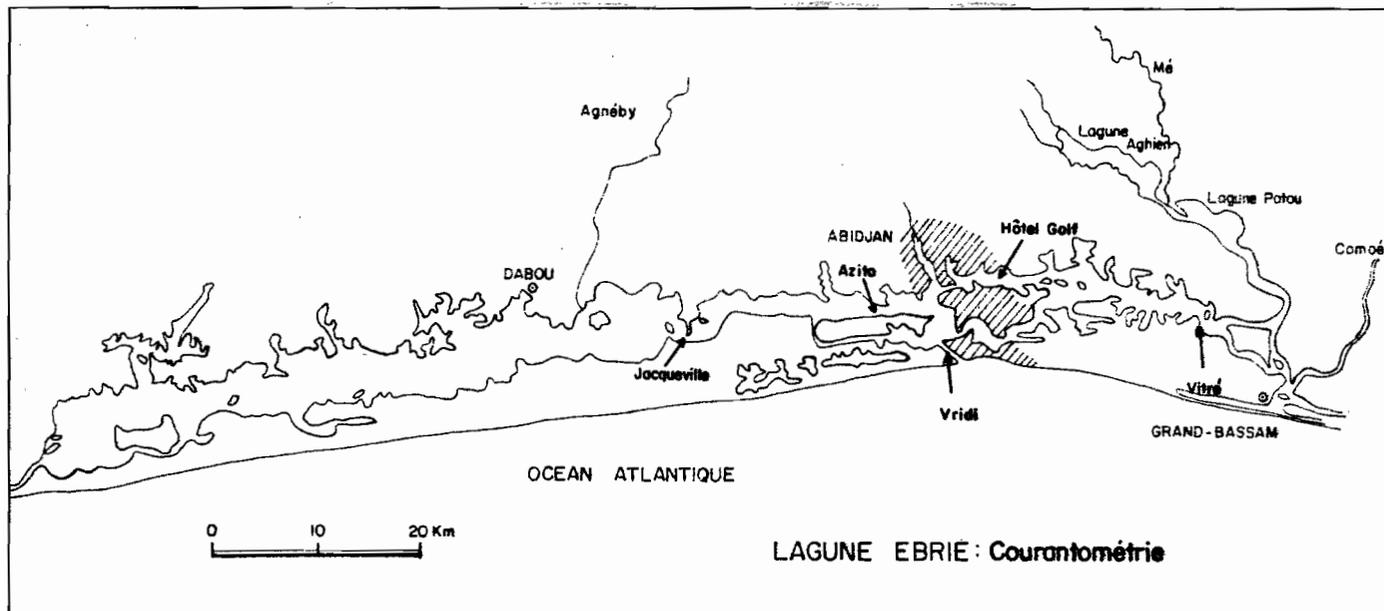
Epoque : de juin 1981 à mars 1983

Périodicité : 3 à 5 campagnes dans l'année

Stations de prélèvement . : Vridi, Azito, digue de Jacquville, Hôtel du Golfe, île Vitré (voir carte ci-dessous).

Précisions complémentaires :

- . soit mesures en continu (7 à 15 j) ; 1 profil sur la section (3-8-11 m).
- . soit sur un cycle de marée : 3 profils simultanés sur la section (0-1-2-... Zm) avec 3 minutes de mesure à chaque niveau.



3.4.6. LAGUNE EBRIE : BACTERIOLOGIE ET PRODUCTION PHYTOPLANCTONIQUE

Epoque : de juillet 1981 à juillet 1982

Périodicité : mensuelle

Stations de prélèvements : Biétri, Abouabou, Toupa, Tiegba (voir carte ci-dessous)

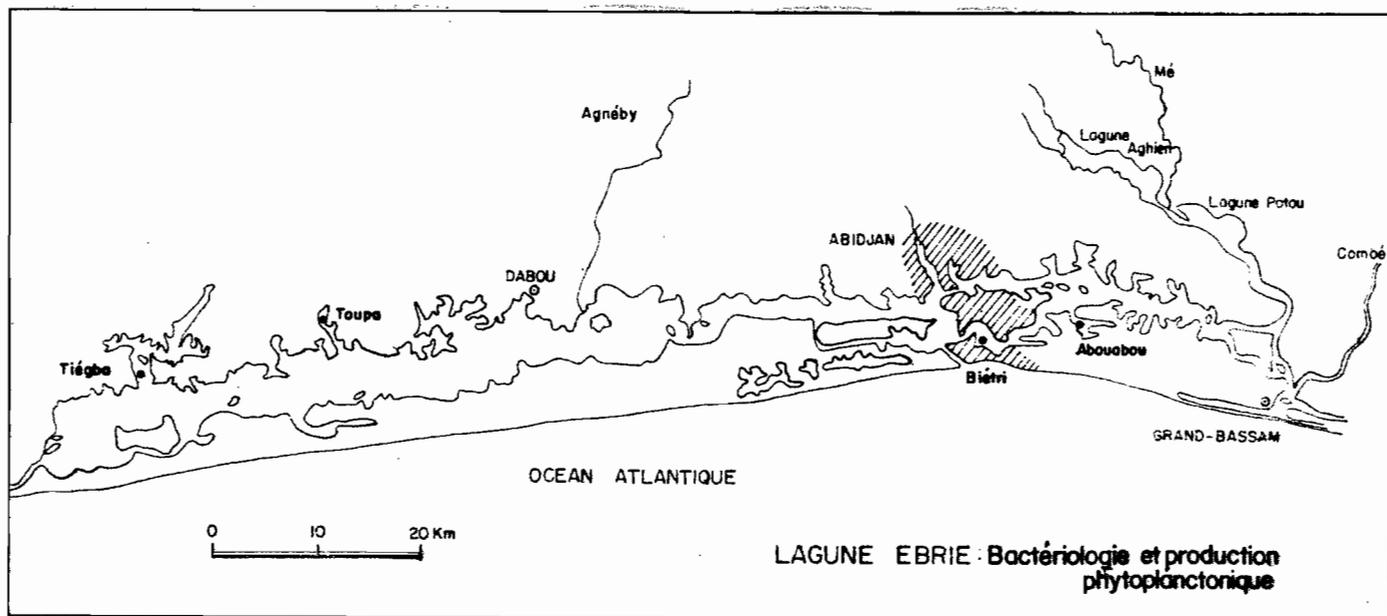
Niveaux de prélèvements . : tous les mètres, de la surface au fond et surface du sédiment.

Analyses : -température, salinité, pH, sels nutritifs (PO_4^{---} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), gaz carbonique, sulfates, sulfures.

- chlorophylle et production primaire phytoplanctonique

- bactéries :

- . hétérotrophes aérobies
- . sulfoxydantes aérobies
- . sulfato-réductrices
- . photosynthétiques
- . témoins de contamination fécale



3.4.7. LAGUNE EBRIE : ZOOPLANCTON

Epoque : de janvier 1981 à juillet 1982

Périodicité : de 6 à 11 visites par station sur la période étudiée

Stations de prélèvement : Biétri, Sud-Boulay, Bingerville, Mopoyeme, Tiegba (voir carte page suivante).

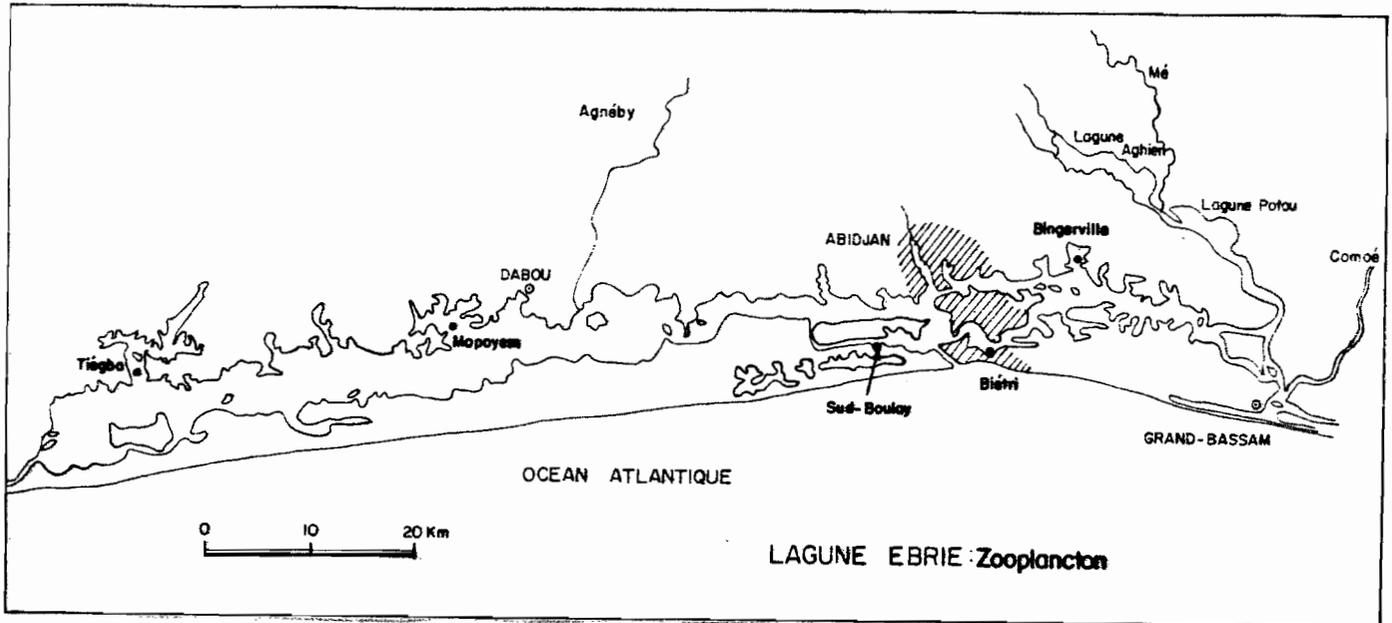
Analyses physico-chimiques : toutes bi-journalières (5h et 14h)

- température (profil)
- oxygène dissous (profil)
- salinité (profil)
- transparence au disque de Secchi
- azote et phosphore total dissous (eau de surface)
- sur toute la colonne d'eau
 - . carbone, azote et phosphore particulaires (< 60 μm)
 - . poids organique particulaire (< 60 ; 60-200 ; > 200 μm).

Analyses sur le zooplancton :

- . prélèvements à 20h00
- . production journalière d'oeufs
- . respiration
- . excrétion d'azote et de phosphore totaux sur le meso-zooplancton (>200 μm),

Référence : CAUMETTE P., PAGANO M. et SAINT-JEAN L.- Répartition verticale du phytoplancton, des bactéries, du zooplancton dans un milieu méromictique en baie de Biétri (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). Relations trophiques. Hydrobiologia (sous presse).



3.4.8. FLEUVES AYANT LEUR DEBOUCHE EN LAGUNE EBRIE

Epoque : d'aoűt 1981 à aoűt 1982

Pėriodicitė : mensuelle

Stations de prėlėvement :

- Agnėby (dėbouchė en lagune)
- Comoė (Alėpė)
- la Mė (Alėpė)

Niveaux de prėlėvement .. : surface

Analyses : sels nutritifs (PO_4^{---} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+)

3.5 - STATIONS HYDROLOGIQUES EFFECTUEES AU LARGE
DE LA COTE D'IVOIRE DE 1952 A 1962

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Le Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire a effectué de 1956 à 1963, avec le concours du Service des Pêches des stations hydrologiques hebdomadaires au large d'Abidjan.

De 1956 à 1960, les observations étaient effectuées grâce à une vedette de 10,50 mètres (la Coryphène), à une distance au Sud d'Abidjan variant de 8 à 20 milles et les mesures atteignaient au maximum la profondeur de 600 mètres.

Pendant cette période, les mesures suivantes furent faites :

- 1 - Température in situ à l'approximation de 0,02 en degré Celsius
- 2 - Salinité déterminée par la méthode de Knudsen
- 3 - Concentration en oxygène dissous déterminée par la méthode de Winckler
- 4 - Concentration en phosphates dissous déterminée par la méthode colorimétrique de Wattenberg
- 5 - Concentration en nitrites dissous déterminée également par la méthode colorimétrique de Wattenberg
- 6 - Concentration en silicates dissous déterminée aussi par la méthode colorimétrique de Wattenberg
- 7 - pH in situ mesuré colorimétriquement avec les tampons de palitzsch et le rouge de crésol comme indicateur
- 8 - Enfin, quelques dosages de nitrates ont été effectués par la méthode de Rochford.

De 1960 à 1962, la Côte d'Ivoire ayant acquis un navire de recherches de 26 mètres la "REINE POKOU", la station hydrologique hebdomadaire a pu être effectuée systématiquement à 24 milles au Sud d'Abidjan. Elle fut généralement accompagnée de stations intermédiaires au-dessus des fonds de 400, 60 et 25 mètres sur le même méridien.

Les mesures purent atteindre une immersion de 1.500 mètres, mais ne comportèrent que les mesures de la température in situ, de la salinité, de la concentration en oxygène dissous, de la concentration en phosphates dissous et celle du pH. Ont également été effectuées des mesures de transparence à l'aide du disque de Secchi.

3.6 - CAMPAGNES HYDROLOGIQUES REALISEES DANS UN CADRE ORSTOM
ET DISPONIBLES AU BUREAU DE CALCUL DU
CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE

(depuis la Côte d'Ivoire jusqu'à environ
300 milles vers le Sud).

Avertissement :

Ce catalogue est extrait de :

PRIVE M., 1980.- Campagnes hydrologiques réalisées dans un cadre ORSTOM et disponibles au Bureau de calcul.
Série : Doc. Tech. ORSTOM BC N°20.

Il ne traite que des campagnes au cours desquelles des mesures physiques et/ou chimiques ont été effectuées dans la zone 001 de la "Marsden Square Chart", c'est à dire un carré approximativement centré sur Abidjan et de 600 milles de côté, soit la zone qui nous intéresse dans le cadre de cet inventaire.

On y trouvera les éléments suivants :

1° - La liste des navires ayant participé aux campagnes citées ainsi que le code navire international (indispensable pour faciliter les recherches au BNDO : Banque Nationale de Données Océanographiques).

2° - Les résumés des données disposés comme suit :

- Numéro de référence sous lequel la campagne est identifiée au BNDO
- Nom de la campagne quand celle-ci a été baptisée
- Date de début et fin de la première à la dernière station de la croisière
- Numéro de la bande magnétique sur laquelle est archivée la croisière.

N.B. Certaines de ces données sont disponibles au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (Côte d'Ivoire).

3.6.1. LISTE DES NAVIRES

| NOM DU NAVIRE | CODE NAVIRE | LIEU | NOMBRE CROISIERES |
|---------------|-------------|---------------|----------------------|
| CAPRICORNE | FNBG | COTE W. AFRI. | 28 |
| CORYPHENE | FTUT | COTE D'IVOIRE | 1 |
| J. CHARCOT | FNOY | COTE W. AFRI. | 1 |
| LA RAFALE | TMRY | COTE W. AFRI. | 2 |
| LEON COURSIN | TKUW | COTE W. AFRI. | 2 |
| NIZERY | FWQP | R.P. CONGO | 1 |
| P. KENNEDY | TUN 2116 | COTE D'IVOIRE | 8 |
| REINE POKOU | TUN 2039 | COTE D'IVOIRE | 124 |
| SUROIT | FZVN | COTE W. AFRI. | 1 |
| THIERRY | TPFT | COTE W. AFRI. | 2 |

3.6.2. CROISIERES

CAPRICORNE

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | BM ARCHIVE |
|-------------|-----------------|------------------|---------------|
| 71 00 31 11 | HA 7107 | 03.11 / 05.12.71 | 2087 |
| 71 00 31 11 | Ste HELENE 7107 | 03.11 / 05.12.71 | 1825 |
| 72 00 19 11 | HA 7210 | 03.05 / 21.05.72 | 1566 |
| 72 00 21 11 | HA 7213 | 31.08 / 27.09.72 | HP |
| 73 00 04 11 | HA 7302 | 10.01 / 11.01.73 | 2087 |
| 73 00 65 11 | HA 7310 | 16.08 / 25.06.73 | 2087 |
| 73 00 66 11 | RECIF CAP 7314 | 18.10 / 30.10.73 | 1826 |
| 73 00 66 11 | HA 7314 | 19.10 / 29.10.73 | 2087 |
| 73 00 67 11 | HA 7315 | 13.11 / 17.11.73 | 1566 |
| 73 00 89 11 | HA 7316 | 20.11 / 25.11.73 | 1566 |
| 74 00 68 11 | HA 7405 | 25.05 / 10.08.74 | 1566 |
| 74 00 68 11 | CAP 7405 | 27.07 / 10.08.74 | 1826 |
| 75 00 01 11 | ANGOLA CAP 7501 | 07.01 / 03.02.75 | 1826 |
| 75 00 01 11 | HA 7501 | 08.01 / 01.02.75 | 2087 |
| 75 00 05 11 | HA 7502 | 12.02 / 05.03.75 | 2087 |
| 75 00 21 11 | CINECA 5 | 08.03 / 31.03.75 | 1826 |
| 75 00 29 11 | HA 7506 | 15.07 / 10.08.75 | 1566 |
| 76 00 13 11 | HA 7601 | 08.01 / 28.01.76 | 1566 |
| 76 00 80 11 | HA 7606 | 24.05 / 22.06.76 | HP |
| 76 00 26 11 | HA 7607 | 05.07 / 22.07.76 | 1566 |
| 77 00 02 11 | EOPEA I 7701 | 18.01 / 03.02.77 | 1826 |
| 77 00 02 11 | HA 7701 | 18.01 / 03.02.77 | 1566 |
| 77 00 53 11 | HA 7706 | 09.07 / 23.07.77 | 2087 |
| 77 00 02 11 | EOPEA II 7706 | 09.07 / 23.07.77 | 1826 |
| 78 00 24 21 | CAPREA 7802 | 02.08 / 14.09.78 | 1801 |
| 78 00 24 11 | HA 7802 | 02.08 / 14.09.78 | 2087 |
| 79 00 11 11 | HA 7906 | 02.04 / 28.04.79 | 1566 + HP |
| 79 00 68 11 | HA 7912 | 18.10 / 14.11.79 | " |
| 79 00 32 11 | HA 7910 | 21.06 / 17.07.79 | " |
| 80 00 31 11 | HA 8001 | 13.01 / 27.01.80 | " |

CORYPHENE

| REF. BNDO | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|----------------|
| 55 05 99 11 | 03.08 / 30.12.59 | 1826 |

JEAN CHARCOT

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|-----------|------------------|----------------|
| 68 06 05 11 | | 26.05 / 15.07.68 | 1826 |

LA RAFALE

| REF. BNDO | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|----------------|
| 64 06 13 11 | 19.02 / 01.06.64 | 1824 |
| 63 06 11 11 | 02.09 / 13.12.63 | 1824 |

LEON COURSIN

| REF. BNDO | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|----------------|
| 58 06 93 11 | 17.02 / 21.01.58 | 1826 |
| 58 06 90 11 | 02.11 / 23.11.58 | 1826 |

NIZERY

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|-------------|------------------|----------------|
| 78 00 24 41 | NIPREA 7802 | 24.07 / 28.08.78 | HP + 1826 |

P. KENNEDY

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|-----------|------------------|----------------|
| 69 00 52 11 | KENNEDY | 19.08 / 25.08.69 | 1825 |
| 69 00 53 11 | KENNEDY | 08.09 / 13.09.69 | 1825 |
| 69 00 54 11 | KENNEDY | 20.10 / 26.10.69 | 1825 |
| 69 00 55 11 | KENNEDY | 19.11 / 24.11.69 | 1825 |
| 70 00 49 11 | KENNEDY | 18.07 / 23.07.70 | 1825 |
| 70 00 50 11 | KENNEDY | 11.08 / 14.08.70 | 1825 |
| 70 00 52 11 | KENNEDY | 12.10 / 31.07.71 | 1825 |
| 71 00 85 11 | KENNEDY | 27.07 / 31.07.71 | 1827 |

REINE POKOU

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|------------------|----------------|
| 63 06 03 11 | | 12.02 / 07.12.63 | 1824 |
| 63 06 06 11 | | 22.03 / 28.03.63 | 1824 |
| 63 06 07 11 | | 01.08 / 09.08.63 | 1824 |
| 64 06 04 11 | | 06.01 / 31.12.64 | 1824 |
| 64 06 08 11 | | 02.03 / 07.03.64 | 1824 |
| 59 00 15 11 | CAP-PAL/3 tes | 25.02 / 09.04.59 | 1827 |
| 60 00 11 11 | MONROVIA/COTON | 19.03 / 20.05.64 | 1827 |
| 66 00 21 11 | BASSAM 3 | 01.03 / 04.03.66 | 1825 |
| 66 00 21 11 | BASSAM 3 bis | 08.03 / 13.03.66 | 1825 |
| 66 00 23 11 | VRIDI | 16.03 / 18.03.66 | 1825 |
| 66 00 24 11 | BASSAM 4 | 22.03 / 25.03.66 | 1825 |
| 66 00 25 11 | MANGIN 1 | 06.04 / 08.04.66 | 1825 |
| 66 00 26 11 | BASSAM 5 | 13.04 / 16.04.66 | 1825 |
| 66 00 27 11 | G.L. SASSANDRA 2 | 11.04 / 30.04.66 | 1825 |
| 66 00 28 11 | BASSAM 6 | 04.05 / 07.05.66 | 1825 |
| 66 00 29 11 | PHYSIQUE | 10.05 / 14.05.66 | 1825 |
| 66 00 30 11 | MISSION REYMENT | 18.05 / 19.05.66 | 1825 |
| 66 00 31 11 | BASSAM 7 | 24.05 / 27.05.66 | 1825 |
| 66 00 32 11 | BASSAM 8 | 15.06 / 18.06.66 | 1825 |
| 66 00 33 11 | SARDINELLES | 20.06 / 26.06.66 | 1825 |
| 66 00 34 11 | SASSANDRA G.L. 3 | 28.06 / 03.07.66 | 1825 |
| 66 00 35 11 | BASSAM 9 | 06.07 / 09/07.66 | 1825 |
| 66 00 36 11 | VRIDI | 15.07 / 16.07.66 | 1825 |
| 66 00 37 11 | BASSAM 10 | 27.07 / 30.07.66 | 1825 |
| 66 00 38 11 | BASSAM 11 | 17.08 / 20.08.66 | 1825 |
| 66 00 39 11 | SASSANDRA G.L. | 22.08 / 27.08.66 | 1825 |
| 66 00 40 11 | COURANTOMETRIE 1 | 01.09 / 02.09.66 | 1825 |
| 66 00 40 11 | BASSAM 12 | 07.09 / 10.09.66 | 1825 |
| 66 00 42 11 | COURANTOMETRIE 2 | 23.09 / 24.09.66 | 1825 |
| 66 00 43 11 | BASSAM 13 | 28.09 / 01.10.66 | 1825 |
| 66 00 44 11 | MANGIN 2 | 06.10 / 08.10.66 | 1825 |
| 66 00 45 11 | SASSANDRA G.L. 5 | 11.10 / 15.10.66 | 1825 |
| 66 00 46 11 | BASSAM 14 | 17.10 / 07.11.66 | 1825 |
| 66 00 47 11 | BASSAM 15 | 09.11 / 12.11.66 | 1825 |
| 66 00 48 11 | BASSAM 16 | 30.11 / 03.12.66 | 1825 |
| 66 00 49 11 | RADIALE VRIDI | 06.12 / 07.12.66 | 1825 |
| 66 00 50 11 | SASSANDRA G.L. 6 | 13.12 / 17.12.66 | 1825 |
| 66 00 51 11 | BASSAM 17 | 21.12 / 24.12.66 | 1825 |
| 66 00 52 11 | RADIALE VRIDI | 29.12 / 30.12.66 | ? |
| 67 00 32 11 | BASSAM 18 | 10.01 / 13.01.67 | 1825 |
| 67 00 33 11 | VRIDI 9 | 26.01 / 27.01.67 | 1825 |

REINE POKOU (SUITE 1)

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|-----------------|------------------|----------------|
| 67 00 34 11 | BASSAM 19 | 31.01 / 03.02.67 | 1825 |
| 67 00 35 11 | VRIDI 10 | 03.02 / 04.02.67 | 1825 |
| 67 00 36 11 | GRAND LAHOU 7 | 09.02 / 12.02.67 | 1825 |
| 68 00 23 11 | COURANT 7 | 10.01 / 12.01.68 | 1825 |
| 68 00 24 11 | COURANT 8 | 12.01 / 25.01.68 | 1825 |
| 68 00 25 11 | BASSAM 36 | 09.02 / 10.02.68 | 1825 |
| 68 00 26 11 | BASSAM 37 | 05.03 / 06.03.68 | 1825 |
| 68 00 27 11 | BASSAM 38 | 27.03 / 29.03.68 | 1825 |
| 68 00 28 11 | BASSAM 39 | 18.04 / 19.04.68 | 1825 |
| 68 00 30 11 | GRAND BASSAM 41 | 02.07 / 03.07.68 | 1825 |
| 68 00 31 11 | BASSAM 42 | 24.07 / 25.07.68 | 1825 |
| 68 00 32 11 | BASSAM 43 | 28.08 / 29.08.68 | 1825 |
| 68 00 33 11 | BASSAM 44 | 27.09 / 28.09.68 | 1825 |
| 68 00 34 11 | BASSAM 45 | 18.10 / 19.10.68 | 1825 |
| 68 00 35 11 | BASSAM 46 | 21.11 / 26.11.68 | 1825 |
| 68 00 36 11 | BASSAM 47 | 17.12 / 19.12.68 | 1825 |
| 68 00 37 11 | LE FLOCH | 02.05 / 16.05.68 | 1825 |
| 68 00 38 11 | CREVETTES 1 | 13.08 / 24.08.68 | 1825 |
| 68 00 39 11 | CREVETTES 2 | 03.09 / 12.09.68 | 1825 |
| 68 00 40 11 | THON 2 | 10.11 / 12.11.68 | 1825 |
| 69 00 37 11 | BASSAM 48 | 16.01 / 18.01.69 | 1825 |
| 69 00 38 11 | BASSAM 49 | 13.02 / 15.02.69 | 1825 |
| 69 00 39 11 | BASSAM 50 | 13.03 / 15.03.69 | 1825 |
| 69 00 40 11 | BASSAM 51 | 08.04 / 10.04.69 | 1825 |
| 69 00 41 11 | BASSAM 52 | 08.05 / 10.05.69 | 1825 |
| 69 00 42 11 | BASSAM 53 | 05.06 / 07.06.69 | 1825 |
| 69 00 43 11 | BASSAM 54 | 25.06 / 28.06.69 | 1825 |
| 69 00 44 11 | BASSAM 55 | 30.07 / 01.08.69 | 1825 |
| 69 00 45 11 | BASSAM 56 | 28.08 / 30.08.69 | 1825 |
| 69 00 46 11 | BASSAM 57 | 26.09 / 28.09.69 | 1825 |
| 69 00 47 11 | BASSAM 58 | ? .10 / 25.10.69 | 1825 |
| 69 00 48 11 | BASSAM 59 | 20.11 / 22.11.69 | 1825 |
| 69 00 49 11 | BASSAM 60 | 18.12 / 20.12.69 | 1825 |
| 69 00 50 11 | TIBURCE | 19.04 / 22.04.69 | 1825 |
| 70 00 36 11 | BASSAM 61 | 16.01 / 24.01.70 | 1825 |
| 70 00 37 11 | REINE POKOU | 13.02 / 15.02.70 | 1825 |
| 70 00 38 11 | BASSAM 63 | 12.03 / 14.03.70 | 1825 |
| 70 00 39 11 | BASSAM 64 | 05.04 / 07.04.70 | 1825 |
| 70 00 40 11 | BASSAM 65 | 14.05 / 16.05.70 | 1825 |
| 70 00 41 11 | BASSAM 66 | 10.06 / 12.06.70 | 1825 |
| 70 00 42 11 | BASSAM 67 | 28.07 / 29.07.70 | 1825 |
| 70 00 43 11 | BASSAM 68 | 17.08 / 18.08.70 | 1825 |

REINE POKOU (SUITE 2)

| REF. BNDO | CROISIERE | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|-----------------|------------------|----------------|
| 70 00 44 11 | BASSAM 69 | 16.09 / 17.09.70 | 1825 |
| 70 00 45 11 | BASSAM 70 | 21.10 / 22.10.70 | 1825 |
| 70 00 46 11 | REINE POKOU | 24.02 / 28.02.70 | 1825 |
| 70 00 47 11 | REINE POKOU | 04.04 / 11.04.70 | 1825 |
| 70 00 48 11 | REINE POKOU | 29.05 / 05.06.70 | 1825 |
| 70 00 51 11 | KENNEDY | 15.09 / 18.09.70 | 1827 |
| 71 00 81 11 | REINE POKOU | 02.03 / 05.03.71 | 1825 |
| 71 00 82 11 | REINE POKOU | 05.04 / 10.04.71 | 1825 |
| 71 00 83 11 | REINE POKOU | 03.05 / 08.05.71 | 1825 |
| 71 00 84 11 | REINE POKOU | 08.06 / 11.06.71 | 1825 |
| 71 00 86 11 | REINE POKOU | 24.08 / 29.08.71 | 1825 |
| 71 00 87 11 | REINE POKOU | 28.09 / 02.10.71 | 1825 |
| 71 00 88 11 | REINE POKOU | 16.11 / 26.11.71 | 1825 |
| 72 00 84 11 | REINE POKOU | 07.02 / 11.02.72 | 1825 |
| 72 00 85 11 | REINE POKOU | 06.03 / 11.03.72 | 1825 |
| 72 00 86 11 | REINE POKOU | 13.04 / 18.04.72 | 1825 |
| 72 00 87 11 | REINE POKOU | 04.01 / 08.01.72 | 1825 |
| 67 00 37 11 | BASSAM 20 | 24.02 / 27.02.67 | 1825 |
| 67 00 38 11 | VRIDI 11 | 07.03 / 08.03.67 | 1825 |
| 67 00 39 11 | BASSAM 21 | 15.03 / 16.03.67 | 1825 |
| 67 00 40 11 | VRIDI 12 | 28.03 / 29.03.67 | 1825 |
| 67 00 41 11 | BASSAM 22 | 06.04 / 08.04.67 | 1825 |
| 67 00 42 11 | VRIDI 13 | 25.04 / 27.04.67 | 1825 |
| 67 00 43 11 | MANGIN 3 | 06.05 / 08.05.67 | 1825 |
| 67 00 44 11 | VRIDI 14 | 12.05 / 13.05.67 | 1825 |
| 67 00 45 11 | VRIDI 15 | 06.06 / 08.06.67 | 1825 |
| 67 00 46 11 | COURANT 3 | 22.06 / 23.06.67 | 1825 |
| 67 00 47 11 | BASSAM 26 | 27.06 / 29.06.67 | 1825 |
| 67 00 48 11 | COURANT 4 | 12.07 / 13.07.67 | 1825 |
| 67 00 49 11 | BASSAM 27 | 18.07 / 19.07.67 | 1825 |
| 67 00 50 11 | BASSAM 28 | 10.08 / 11.08.67 | 1825 |
| 67 00 51 11 | COURANT 5 | 07.09 / 08.09.67 | 1825 |
| 67 00 52 11 | BASSAM 29 | 22.09 / 23.09.67 | 1825 |
| 67 00 53 11 | BASSAM 30 | 10.01 / 11.10.67 | 1825 |
| 67 00 54 11 | COURANT 6 | 18.10 / 20.10.67 | 1825 |
| 67 00 55 11 | BASSAM 31 | 30.10 / 31.10.67 | 1825 |
| 67 00 56 11 | BASSAM 32 | 07.11 / 08.11.67 | 1825 |
| 67 00 57 11 | BASSAM 23 | 29.11 / ? .12.67 | 1825 |
| 67 00 58 11 | COURANT | 04.12 / 10.12.67 | 1825 |
| 67 00 59 11 | BASSAM 34 | 19.12 / 22.12.67 | 1825 |
| 68 00 29 11 | GRAND BASSAM 40 | 20.05 / 21.05.68 | 1825 |
| 70 00 53 11 | REINE POKOU | 16.01 / 24.01.70 | 1825 |

SUROIT

| REF. BNDO | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|----------------|
| 78 00 24 11 | 02.08 / 14.09.78 | 1286+1566 |

THIERRY

| REF. BNDO | DATE | B M ARCHIVE |
|-------------|------------------|----------------|
| 63 06 12 11 | 02.09 / 13.12.63 | 1824 |
| 64 06 14 11 | 19.02 / 30.05.64 | 1824 |

3.7 - TRAVAUX OCEANOGRAPHIQUES EFFECTUES PAR LE CENTRE DE RECHERCHES
OCEANOGRAPHIQUES DE 1976 A 1978

(Convention CRO - SETU, 4 rapports)

3.7.1. MESURES DE COURANTS EN CONTINU

| POSITION | FOND | NIVEAU | DATE |
|--------------------|------|--------|-------------------------|
| 5°14'1N 3°57'9W | 25 m | 12 m | Du 01.06.76 au 20.12.76 |
| | | 20 m | Du 01.06.76 au 23.05.77 |
| 5°13'2N 3°56'3W | 50 m | 12 m | Du 01.07.76 au 16.05.77 |
| | | 20 m | |
| | | 40 m | |
| 5°11'8N 3°56'5W | 70 m | 12 m | Du 16.06.76 au 05.01.78 |
| | | 35 m | |
| | | 60 m | |

Ces mesures comprennent toutes température et salinité de l'eau, direction et vitesse du courant.

3.7.2. MESURES HYDROLOGIQUES

Du 21.07.76 au 14.01.77 ont été effectuées dans la même zone océanique côtière que les mesures de courants, 24 radiales au cours desquelles étaient mesurées la température et la salinité de l'eau d'une part, la direction et la vitesse du courant d'autre part, et ce sur des profils et par des fonds de 20 à 200 m environ.

Il serait fastidieux et peu utile de décrire ici précisément les dates, les lieux et les niveaux de mesure. Ceux-ci figurent dans les rapports de la convention CRO-SETU (référence en bibliographie, chapitre 4, rubrique I de ce volume)

3.7.3. MESURES DE TRAJECTOIRES

A chaque manipulation les flotteurs ont été suivis à l'aide d'un avion et positionnés au cercle hydrographique par un bateau, la durée des manipulations a été de 4 heures et 6 heures.

- le 14.01.77 : 9 flotteurs ont été largués par groupes de 3 sur une perpendiculaire à la côte au niveau de la Vigie à 1000, 1500 et 2000 m de la côte, aux profondeurs 0 m, 0,75 m, 4 m.

- 20 flotteurs par groupe de 5 ont été largués sur une perpendiculaire à la côte approximativement entre le canal de Vridi et la Vigie à 500, 1000, 1500 et 2000 m de la côte, aux profondeurs 0 m, 0,5 m, 1,5 m, 3 m, 6 m, aux dates suivantes de l'année 1977 : 21-1 ; 18-2 ; 25-3 ; 22-4 ; 24-5 ; 21-6 ; 7-7 ; 2-9 ; 25-9 ; 17-10 ; 10-11 ; 8-12.

3.7.4. MESURES BACTERIOLOGIQUES SUR LES PLAGES

Six points de prélèvement ont été visités un jour par mois à marée haute et à marée basse depuis le 13-4-76 jusqu'au 23-11-76.

- . quai des pilotes dans le Canal
- . plage du Lido
- . plage du Palm Beach
- . plage du nouveau Port-Bouët
- . plage de l'ancien Wharf
- . plage de Jandolfi

Les déterminations effectuées portaient sur le dénombrement des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux.

3.7.5. MESURES DE MORTALITE BACTERIENNE EN MER

Deux essais ont eu lieu les 23-3-77 et 29-5-78. Ils consistaient à suivre au cours du temps l'évolution de la densité de germes en un point où de l'eau d'égout avait été versée. La rhodamine était utilisée comme indicateur de dilution.

3.7.6. MESURES DE DIFFUSION EN MER

Effectuées par photographie aérienne de l'eau marquée à la rhodamine les 7-2, 18-5, 12-8, 21-20, 18-11 et 19-12 de l'année 1977.

3.8 - OCEANOGRAPHIE COTIERE
PROGRAMMES DE ROUTINE ACTUELS
AU CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES

Centre de Recherches Océanographiques
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

COTIERES COTE D'IVOIRE

| NOM | LOCALISATION | NIVEAUX | ANALYSES | PERIODICITE | DUREE |
|----------------------|--|--|---|---------------|--------------------|
| EPCI (1) | Sud Vridi 5°12N - 4°02W | Une radiale (6 points) 0-20-40-65-90-120 m. | Température Salinité Courant Zooplancton | Hebdomadaire | depuis 1966 |
| EPCI | Sud Grand-Bassam (Bélier) | Une radiale (6 points) 0-20-40-60-80-100 m | Température Salinité Courant | Hebdomadaire | depuis déc.1982 |
| VASPI (2) | d'Assinie à Tabou | Sept radiales (0 à 200 m) | Température Salinité Courant | Trimestrielle | depuis déc.1982 |
| Stations côtières | Assinie Port-Bouët Grand-Lahou Pic Fresco Grand-Drewin | 0 m | Température de surface | Quotidienne | depuis 1977 |
| | Tabou | 0 m | Température Salinité | Quotidienne | depuis 1958 |

(1) Etude du plateau continental ivoirien. Depuis 1966, la position du point Sud-Vridi a légèrement varié, et cela plusieurs fois. Les caractéristiques données dans le tableau sont les plus récentes, c'est à dire celles depuis décembre 1982.

(2) Variabilité saisonnière du plateau continental ivoirien.

POSITIONS DES STATIONS COTIERES DE COTE D'IVOIRE

| | LATITUDE NORD | LONGITUDE OUEST |
|--------------|------------------|--------------------|
| ABIDJAN | 05° 14 | 04° 02 |
| ASSINIE | 05° 07 | 03° 18 |
| FRESCO | 05° 05 | 05° 35 |
| GRAND DREWIN | 04° 55 | 06° 09 |
| GRAND LAHOU | 05° 09 | 05° 01 |
| PORT BOUET | 05° 15 | 03° 57 |
| TABOU | 04° 25 | 07° 21 |

B I B L I O G R A P H I E

4. BIBLIOGRAPHIE

(lagunes et frange littorale
océanique de Côte d'Ivoire:
milieu naturel et pollution)

Avertissement

Cette liste de références se rapporte au domaine restreint du cadre naturel et de la pollution (mer et lagunes). Une documentation sur toutes les études réalisées dans le milieu lagunaire et marin existe au Centre de Recherches Océanographiques. On consultera notamment:

CHARLES-DOMINIQUE E. et DURAND J.R., 1982 - Bibliographie: les lagunes de Côte d'Ivoire. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 8 (4).

* DADIE D.P., 1979 - Bibliographie courante des Travaux du Centre (1958-1978). Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 5(3).

MORLIERE A., CITEAU J. et VERSTRAETE J.M., 1976 - Bibliographie relative au "Trou-sans-fond" et à la zone marine d'Abidjan. Rapp. n° 24, Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 2p.

OREN O.H. et GRANGE O., 1971 - Oceanographic bibliography of West Africa (from Mauritania to Angola). Results of the UNDP (SF)/FAO Regional Fisheries Survey in West Africa, Report n° 10.

* Une réédition actualisée de cette bibliographie est en cours.

- AKPOUE J.M., 1981 - Industrialisation et problèmes de pollution dans l'agglomération d'Abidjan: zone industrielle de Yopougon, pollutions et nuisances. Rapp. DEA, Univ. Nat. Côte d'Ivoire, Institut de géographie tropicale.
- ALBARET J.J., 1980 - Recherches sur la production terminale pouvant entrer dans le cadre d'études liées aux conséquences de l'aggravation du niveau de pollution dans la région lagunaire abidjanaise. N.D.R. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. n° 2203, 5p.
- ALBARET J.J. et ECOUTIN J.M., - Evolution du peuplement ichthyologique d'une baie urbaine de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Soumis à Oceanologica Acta.
- ALBARET J.J. et CHARLES-DOMINIQUE E., - Observation d'une taille à la première maturation sexuelle exceptionnellement faible chez Ethmalosa fimbriata Bowdich dans une baie polluée de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Soumis à Rev. Hydrobiol. Trop.
- ALDRIN J.F., LEMAITRE P. et FONTENEAU A., 1973 - Teneur en mercure du thon Albacore (Thunnus albacares). Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 149: 779-792.
- AMON K.J.B. et ZABI S.G., 1979 - Conséquences bioécologiques et économiques d'une extraction de sable en baie d'Adiopodoumé. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R. n° 39/79, 11p.
- ANGOT M. et KANIARU D., 1976 - Mission exploratoire sur les problèmes de pollution marine des pays d'Afrique Occidentale bordant le Golfe de Guinée (25 avril - 2 juillet 1976).
- Anonyme, - Les nuisances et pollutions industrielles. D.E.I., Secrétariat d'Etat chargé des Mines, Ministère de l'Economie et des Finances, République de Côte d'Ivoire.
- Anonyme, - Température, salinité, transparence. Station côtière, moyennes par quinzaines, années 1966-1975. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 050/B 87.

- Anonyme, - Projet de normes provisoires de rejet des effluents liquides.
Ministère de la Construction et de l'Urbanisme, S.E.T.U.,
Direction des Drainages et de l'Assainissement.
- Anonyme, 1966 - Etude de la propagation de la marée et des courants de marée en lagune d'Abidjan. Rapp. Bur. Etude Port Abidjan, Ministère des Travaux Publics, Côte d'Ivoire.
- Anonyme, 1972 - Etudes préliminaires à l'établissement des projets d'alimentation en eau et d'assainissement d'Abidjan. Rapp. n° 5, PNUD/OMS/ Rép. Côte d'Ivoire, Ministère des Travaux Publics.
- Anonyme, 1972 - Recherche des points de rejets pour les eaux usées de la ville d'Abidjan. Rapp. n° 6, PNUD/OMS/ Rép. Côte d'Ivoire, Ministère des Travaux Publics.
- Anonyme, 1975 - Assainissement et drainage de la ville d'Abidjan. S.E.T.U., Rép. Côte d'Ivoire.
- Anonyme, 1976 - Liste bibliographique des travaux de l'O.R.S.T.O.M. en Côte d'Ivoire: océanographie (1958-1976). O.R.S.T.O.M., Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 30 p.
- Anonyme, 1979 - Données physico-chimiques "lagune" d'octobre 1974 à décembre 1975. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R., 253 p., 1 carte, 1 programme.
- Anonyme, 1981 - Inventaire de la pollution des eaux par l'industrie. Analyses NEDECO/D.E.I.
- Anonyme, 1981 - Décret portant organisation du plan d'intervention d'urgence contre les pollutions accidentelles en mer, en lagune ou dans les zones côtières (Plan POLLUMAR). Ministère de l'Environnement, Commission Nationale de l'Environnement, 8 p., multigr.
- Anonyme, 1981 - La Recherche Scientifique au Service du Développement. Comité Technique: Protection et Productivité des Lagunes. Ministère de la Recherche Scientifique/Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 44 p.

- ARFI R., DUFOUR P. et MAURER D., 1981 - Phytoplancton et pollution: premières études en baie de Biétri (Côte d'Ivoire). Traitement mathématique des données. Oceanologica Acta, 4 (3): 319-330.
- AVENARD J.M., ELDIN M., GIRARD G., SIRCOULON J., TOUCHEBEUF P., GUILLAUMET J.L., ADJANOHOUN E. et PERRAND A., 1971 - Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires O.R.S.T.O.M., n° 50, t. 1: 321 p., t. 2: fig.
- BERLIER Y., - Pollution des eaux du barrage d'Ayamé. Rapport relatif aux mesures effectuées en 1961-1962. Rapp. Centre Rech. Océanogr. Abidjan.
- BERRIT G.R., 1961 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Cah. Océanogr., XIII, 10: 715-727.
- BERRIT G.R., 1962 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Cah. Océanogr., XIV, 9: 633-643.
- BERRIT G.R., 1962 - Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée. Observations de surface le long des lignes de navigation. Cah. Océanogr., XIV, 10: 719-729.
- BERRIT G.R., 1966 - Les eaux dessalées du Golfe de Guinée. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 009.
- BERRIT G.R., 1966 - Catalogue des données disponibles sur le milieu physique (secteur marin d'Abidjan). Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 007.
- BERRIT G.R., GERARD R. et VERCESI L., 1967 - Observations océanographiques exécutées en 1966. 1 - Stations hydrologiques. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 016.
- BERRIT G.R., GERARD R. et VERCESI L., 1967 - Observations océanographiques exécutées en 1966. 3 - Bathythermogrammes. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 018.

- BERRIT G.R., GERARD R. et VERCESI L., 1968 - Observations océanographiques exécutées en 1966. 2 - Observations côtières d'Abidjan, Lomé et Cotonou; observations de surface et de fond. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 017.
- BERRIT G.R., GERARD R., LEMASSON L., REBERT J.P. et VERCESI L., 1968 - Observations océanographiques exécutées en 1967. 1 - Stations hydrologiques; observations de surface et de fond, stations côtières d'Abidjan, Lomé et Cotonou. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 026.
- BERRIT G.R., GERARD R., LEMASSON L., REBERT J.P. et VERCESI L., 1968 - Observations océanographiques exécutées en 1967. 2 - Bathythermogrammes. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 027.
- BERRIT G.R., 1973 - Recherches hydroclimatiques dans les régions côtières de l'Atlantique tropical oriental. Etat des connaissances et perspectives. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 3è sér., n° 148, Ecol. Gén. 4: 85-99.
- BERRON H., 1977 - Document de travail sur le schéma national, annexe I: le milieu lagunaire. Ministère du Plan, Direct. Aménag. Terr. et Act. Rég.
- BINET D. et MARCHAL E., 1970 - Sur la présence de résidus d'hydrocarbures dans les eaux ivoiriennes. Rapp. RS-5/70, Projet de Développement de la pêche pélagique côtière (IVC 6/288), FAO/PNUD, Ministère de la Production Animale, Abidjan, 8 p., 4 tabl.
- BOUILLON P., TROADEC J.P. et BARRO M., 1969 - Pêches au chalut sur les radiales de Jacqueville, Grand-Lahou, Fresco et Sassandra de mars 1966 à février 1967. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 036.
- CHANTRAINE J.M., 1980 - La lagune Aby (Côte d'Ivoire): morphologie, hydrologie, paramètres physico-chimiques. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 11 (2): 39-77.

- CHANTRAINE J.M., - Comparaison des hydroclimats des lagunes Ebrié et Aby (Côte d'Ivoire). Soumis à Oceanologica Acta.
- CHANTRAINE J.M., DUFOUR P. et DURAND J.R., - Impact of the adjacent systems on the hydroclimate of the Ebrié lagoon. Soumis à Atlantica.
- CHARLES-DOMINIQUE E. et DURAND J.R., 1982 - Bibliographie: les lagunes de Côte d'Ivoire. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan 8 (4).
- CITEAU J. et PAGES J., 1979 - Auto-épuration du milieu marin. Quelques remarques méthodologiques. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 10 (1): 63-80.
- COLCANAP M. et DUFOUR P., 1982 - L'assainissement de la ville d'Abidjan: évaluation, recommandations, propositions d'alternatives. Rapp. Expert., Rép. Côte d'Ivoire, Ministère de l'Environnement/ Rép. française, Ministère de l'Environnement et O.R.S.T.O.M., 298 p.
- COLIN C., 1978 - Circulation superficielle et subsuperficielle du Golfe de Guinée. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R., 3 p.
- Convention CRO/SETU, 1977 - Rapport. Travaux et résultats des mesures océanographiques effectuées par le C.R.O. au 1er février 1977. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 43.
- Convention CRO/SETU, 1977 - Rapport n° 2. Mesures océanographiques effectuées par le C.R.O. de février à mai 1977. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 043.
- Convention CRO/SETU, 1977 - Campagne de mesures en mer. Rapport n° 3, de mai à août 1977. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 043.
- Convention CRO/SETU, 1978 - Campagne de mesures en mer. Rapport n° 4, d'août à décembre 1977. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 043.

- DADIE D.P., 1979 - Bibliographie courante des travaux du Centre (1958-1978).
Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 5 (3), 187 p.
- DAGET J., 1974 - L'avenir incertain des grandes lagunes ouest-africaines.
Revue Palais Découverte, 3 (23): 16-34.
- DANDONNEAU Y., 1970 - Un phénomène d'eaux rouges au large de la Côte d'Ivoire causé par Gymnodinium splendens Lebour. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (1): 11-19.
- DEBYSER J., 1955 - Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Rev. Inst. Fr. Pétrole, 10 (5): 319-334.
- DIETZ R.S., 1971 - "Trou-sans-fond" submarine canyon, Ivory Coast, West Africa. Deep Sea Research, 18 (4).
- DONGUY J.R. et PRIVE M., 1964 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur. Première partie: le climat marin au large d'Abidjan. Cah. Océanogr., 16 (3): 193-204.
- DONGUY J.R. et PRIVE M., 1964 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur. Deuxième partie: variations hydrologiques annuelles entre Abidjan et l'Equateur. Cah. Océanogr., 16 (3): 393-398.
- DONGUY J.R. et PRIVE M., 1965 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur. Troisième partie: variations annuelles des conditions physico-chimiques au large d'Abidjan et de la Côte d'Ivoire et l'Equateur. Cah. Océanogr., 17 (1): 33-43.
- DONGUY J.R. et PRIVE M., 1965 - Les conditions de l'Atlantique entre Abidjan et l'Equateur. Quatrième partie: variations annuelles de l'oxygène et des sels dissous entre Abidjan et l'Equateur. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 124.
- DONGUY J.R. et PRIVE M., 1968 - Esquisse du régime hydrologique au large de la Côte des Graines et de la Côte d'Ivoire entre Abidjan et Monrovia. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 6 (2): 47-51.

- DUFOUR P., 1974 - Lagune Ebrié: catalogue des données disponibles en mai 1974 (cadre physique et sédimentologie, hydrologie, courants et marées, chimie, bactériologie). Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R., 8 p.
- DUFOUR P., 1974 - Etude préliminaire de la pollution de la lagune Ebrié autour d'Abidjan: teneurs en oxygène. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R. n° 061/PHD/rb, 4 p.
- DUFOUR P., 1975 - Notre lagune en péril: l'écosystème lagunaire Ebrié bouleversé par les interventions humaines. Fraternité-Matin, Abidjan, 11 et 12 mars 1975, et Comm. Nat. Environnement, Ministère du Plan, Rép. Côte d'Ivoire, 14 p.
- DUFOUR P., 1979 - Lagune Ebrié, région d'Abidjan: hydroclimat, production du phytoplancton, pollution. Catalogue des données collectées de décembre 1973 à mars 1978. Antenne O.R.S.T.O.M., Thonon, N.D.R., 6 p.
- DUFOUR P., 1982 - Le réseau national d'observation de la qualité des eaux ivoiriennes: objectifs, mise en place, principes de fonctionnement. Antenne O.R.S.T.O.M., Thonon, N.D.R., 6 p.
- DUFOUR P., 1982 - Les frontières naturelles et humaines du système lagunaire Ebrié. Incidence sur l'hydroclimat. Hydrobiologia, 94: 105-120.
- DUFOUR P., 1982 - Assainissement de la ville d'Abidjan par lagunage naturel en baie de Koumassi, projet d'étude. Antenne O.R.S.T.O.M., Thonon, 6p.
- DUFOUR P., 1982 - Influence des conditions de milieu sur la biodégradation des matières organiques dans une lagune tropicale. Oceanologica Acta, 5 (3): 355-363.
- DUFOUR P., - Pouvoir autoépurateur d'une lagune tropicale (Ebrié, Côte d'Ivoire) vis-à-vis des matières organiques: influence de la température, de la salinité et de la circulation des eaux. Soumis à Oceanologica Acta.
- DUFOUR P., - L'environnement nutritif du système lagunaire Ebrié (Côte d'Ivoire). Soumis à Rev. Océanogr. Trop.

- DUFOUR P. et SLEPOUKHA M., 1975 - L'oxygène dissous en lagune Ebrié: influence de l'hydroclimat et des pollutions. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (2): 75-118.
- DUFOUR P., LEMASSON L. et PAGES J., 1978 - Catalogue des données collectées de décembre 1973 à mars 1978: lagune Ebrié, région d'Abidjan (hydroclimat, production du phytoplancton, pollution). Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R., 8 p.
- DUFOUR P. et MAURER D., 1979 - Pollution organique et eutrophisation en milieu tropical saumâtre. Biologie-Ecologie Méditerranéenne, 6 (3-4): 252.
- DUFOUR P., LEMASSON L. et CREMOUX J.L., 1981 - Contrôle nutritif de la biomasse du seston dans une lagune tropicale de Côte d'Ivoire. 2 - Variations géographiques et saisonnières. J. exp. mar. Biol. Ecol., 51: 269-284.
- DUFOUR P., CHANTRAINE J.M. et DURAND J.R., - Impact of man on the Ebrié lagoonal ecosystem. Soumis à Atlantica.
- DURAND J.R., 1979 - Recherches sur les lagunes ivoiriennes. Comité Technique Océanogr. Hydrobiol., O.R.S.T.O.M., Paris, N.D.R.
- DURAND J.R. et SKUBICH M., 1979 - Les lagunes ivoiriennes. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 026/B 50, et Aquaculture, 27, (1982): 211-250.
- DURAND J.R. et CHANTRAINE J.M., 1982 - L'environnement climatique des lagunes ivoiriennes. Rev. Hydrobiol. Trop., 15 (2): 85-113.
- EKLOU A.Y., 1980 - Propriétés et degrés de pollution des eaux dans l'agglomération d'Abidjan. Publ. Prov., Univ. Nat. Côte d'Ivoire, Inst. Géogr. Trop., n° 40.
- ELDIN M., 1971 - Le climat. In Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. O.R.S.T.O.M., n° 50, 73-108.

- FERNEX F., 1976 - Réunion du groupe de travail "lagune Ebrié". Avant-projet de programme pour les recherches sédimentologiques et géochimiques en lagune d'Abidjan. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 39, 3 p.
- GALLARDO Y., 1975 - Relations hydrométéorologiques sur les côtes du Golfe de Guinée. Influence de l'orientation des côtes. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (1): 71-82.
- GALLARDO Y., 1978 - Asymetry and anomalies of circulation and vertical mixing in the branching of a lagoon estuary. In Hydrodynamics of Estuaries and Fjords, Elsevier Scient. Publ. Comp., 197-206.
- GARCIA S. et BRIET R., 1974 - Rapport d'enquêtes sur l'évolution des rendements de la pêche artisanale dans la région d'Abidjan. Enquêtes réalisées du 2 au 12 janvier 1974. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Rapp. n° 62.
- GIRARD G., SIRCOULON J. et TOUCHEBEUF P., 1971 - Aperçu sur les régimes hydrologiques. In Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. O.R.S.T.O.M., n° 50: 109-156.
- GUILCHER A., 1961 - Océanographie côtière en Côte d'Ivoire. Norois, 29:88.
- GUIRAL D. et CHANTRAINE J.M., 1982 - Hypothèses sur l'origine des mortalités observées en lagune Ebrié en 1979. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, sous presse.
- HISARD P., 1975 - La circulation superficielle dans la partie occidentale du Golfe de Guinée. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (2): 41-57.
- ILTIS A. et LEVEQUE C., 1982 - Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. Rev. Hydrobiol. Trop., 15 (2): 115-130.
- LE FLOCH J., 1970 - La circulation des eaux d'origine subtropicale dans la partie orientale de l'Atlantique équatorial étudiée en relation avec les mesures faites à bord du N.O. Jean Charcot en mai 1968. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 8 (3):

- LEMASSON L. et REBERT J.P., 1968 - Observations de courants sur le plateau continental ivoirien. Mise en évidence d'un sous-courant. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n° 22: 1-66.
- LEMASSON L. et REBERT J.P., 1973 - Circulation dans le Golfe de Guinée. Etude de la région d'origine du sous-courant ivoirien. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 11 (3): 303-316.
- LEMASSON L. et REBERT J.P., 1973 - Les courants marins dans le golfe ivoirien. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr. 11 (1): 67-96.
- LEMASSON L., PAGES J. et DUFOUR P., 1981 - Lagune de Biétri, courants et taux de renouvellement des eaux. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 7 (3): 13-24.
- LENOIR F. et MONNET C., 1968 - Mécanismes physiques et chimiques de la marée dans le cours inférieur du Bandama. Rapp. O.R.S.T.O.M., Abidjan, 17 p.
- MARTIN L., 1969 - Introduction à l'étude géologique du plateau continental ivoirien. Premiers résultats. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, D.S.P. n° 034: 1-163.
- MARTIN L., 1970 - Premières investigations sur l'origine du Trou-sans-fond, canyon sous-marin de la Côte d'Ivoire. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 270: 32-35.
- MARTIN L., 1971 - The continental margin from Cape Palmas to Lagos: bottom sediments and submarine morphology. Edited by F.M. Delany, Inst. Geol. Sci., Report n° 70/16: 81-95.
- MARTIN L., 1973 - Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse Doc. Etat (Sci. Nat.), Paris VI, 340 p.
- MAURER D., 1978 - Phytoplancton et pollution: la lagune Ebrié (Abidjan), le secteur de Cortiou (Marseille). Thèse 3è cycle, Univ. Aix-Marseille, 112 p.

- MOLINIER M., 1976 - Qualité des eaux de surface en zone forestière équatoriale de Côte d'Ivoire. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrol. 13 (1):
- MONTENY P.A. et LHOMME J.P., 1980 - Données climatiques recueillies à la station bioclimatologique O.R.S.T.O.M., Adiopodoumé, 31 p.
- MORLIERE A., 1970 - Utilisation d'un ordinateur pour le traitement des données de l'hydrologie. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (1): 1-10.
- MORLIERE A., 1970 - Les saisons marines devant Abidjan. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2): 1-15.
- MORLIERE A. et REBERT J.P., 1972 - Etude hydrologique du plateau continental ivoirien. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 3 (2): 1-30.
- MORLIERE A., CITEAU J. et VERSTRAETE J.M., 1976 - Bibliographie relative au Trou-sans-fond et à la zone marine autour d'Abidjan. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R. n° 024/B 31, 2 p., 29 réf.
- MOURARET M., GOUZY M. et TOILLIEZ J., 1971 - Etude biologique des eaux du barrage d'Ayamé I en Côte d'Ivoire. Rapp. O.R.S.T.O.M., Centre de Dakar-Hann.
- NOVO B., 1974 - La pollution des eaux par l'industrie à Abidjan. Secrét. Etat Mines, Abidjan, 14 p.
- OREN O.H. et GRANGE O., 1971 - Oceanographic bibliography of West Africa (from Mauritania to Angola). Results of the UNDP (SF)/ FAO Regional Fisheries Survey in West Africa, Report n° 10.
- PAGES J., 1975 - Note. Etude de la pollution bactérienne en lagune Ebrié. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 6 (1): 97-101.
- PAGES J. et CITEAU J., 1978 - La pollution bactérienne de la lagune et de la mer autour d'Abidjan. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 9 (1): 43-50.

- PAGES J., LEMASSON L. et DUFOUR P., 1979 - Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire. Cycle annuel. Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 5 (1): 1-60.
- PAGES J., DUFOUR P. et LEMASSON L., 1980 - Pollution de la zone urbaine de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 11 (1): 79-107.
- PICAUT J. et VERSTRAETE J.M., 1976 - Mise en évidence d'une onde de 40-50 jours de période sur les côtes du Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 14 (1): 3-14.
- RAMANY B.P., 1980 - Le système lagunaire Ebrié en Côte d'Ivoire: fonctionnement hydrodynamique et salinité. Thèse Doct. Ing., Université d'Abidjan, 247 p.
- REYSSAC J. et PRIVE M., 1965 - Conditions hydrologiques et phytoplancton au large d'Abidjan. Variation d'avril à juillet 1964. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 3 (1): 67-69.
- STRETTA J.M., NOEL J. et LE GUEN J.C., 1973 - Mesures de température de surface par radiométrie aérienne et concentrations de thons au large d'Abidjan en août 1973. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, N.D.R., 6 p.
- TASTET J.P., 1974 - L'environnement physique du système lagunaire Ebrié. Univ. Abidjan, Sér. Doc., n° 11, 28 p., 58 fig.
- TASTET J.P. et WILLAY R., 1972 - Aménagement touristique du littoral est de la Côte d'Ivoire. Région des lacs, Abidjan. IV Annexe, Ministère d'Etat chargé du Tourisme, Rép. Côte d'Ivoire, 21 p.
- Travaux du Centre de Recherches Océanographiques. Résultats hydrologiques 1956-1959. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 76 p.
- VARLET F., 1951 - Premières modifications physico-chimiques du milieu lagunaire à la suite de l'ouverture du port d'Abidjan (Côte d'Ivoire). C.R. Acad. Sci., Paris, 232: 252-254.

- VARLET F., 1958 - Les traits essentiels du régime côtier de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Bull. I.F.A.N., sér. A, 20 (4): 1089-1102.
- VARLET F., 1958 - Mission de prospection du domaine de San Pedro (février 1955). Rapport océanographique. Etudes Eburnéennes, I.F.A.N., Centre de Côte d'Ivoire, 7: 235-247.
- VARLET F., 1958 - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Etudes Eburnéennes, I.F.A.N., Centre de Côte d'Ivoire, 7: 97-222.
- VARLET F., 1978 - Le régime de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Traits physiques essentiels. Trav. Doc. O.R.S.T.O.M., n° 83, 162 p., 110 f.
- VERSTRAETE J.M., 1970 - Etude quantitative de l'upwelling sur le plateau continental ivoirien. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (3): 1-17.
- VERSTRAETE J.M., 1970 - L'oxygène au large de Grand-Bassam. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (3): 19-35.
- VOITURIEZ B. et HERBLAND A., 1978 - Comparison of the coastal and open ocean upwelling ecosystems of the tropical Eastern Atlantic. Symposium on the Canary Current and Living Resources, n° 43.
- ZABI S.G., 1981 - Les peuplements benthiques liés à la pollution en zone urbaine d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Soumis à Oceanologica Acta.
- ZABI S.G., ANGUIBI A. et KOFFI F., 1980 - Projet de plan d'action pour la protection et la mise en valeur des côtes ouest-africaines. Revue Maritime Africaine, n° 19-20: 21-26.