

**ENTRE DE RECHERCHES
Océanographiques
ABIDJAN**

SOMMAIRE

- GARCIA, S. — Bilan des recherches sur la crevette rose
Penaeus duorarum notialis de Côte d'Ivoire et
conséquences en matière d'aménagement 1-41
- PAGES, J. et CITEAU, J. — La pollution bactérienne de
la lagune et de la mer autour d'Abidjan 43-50
- CAVERIVIÈRE, A. — Standardisation des efforts de pêche
des chalutiers ivoiriens et estimation de l'abondance
relative dans les divers secteurs 51-72
- MARCILLE, J., CHAMPAGNAT, C. et ARMADA, N. —
Croissance du patudo (*Thynnus obesus*) de l'océan
atlantique intertropical oriental 73-80

See contents on back-cover



Directeur de la Revue :

H. ROTSCHI, Directeur du C.R.O. d'Abidjan

Rédacteurs :

J.B.K. AMON, C. COLIN, A. HERBLAND, J. KONAN, S. G. ZABI

Comité de Lecture :

C. CHAMPAGNAT, C. COLIN, J.R. DURAND,
J. KONAN, N. KOUASSI, B. VOITURIEZ

Secrétariat :

J.B.K. AMON, P. DADIÉ

Centre de Recherches Océanographiques

Boîte Postale V 18
ABIDJAN Côte d'Ivoire

LA POLLUTION BACTERIENNE DE LA LAGUNE
ET DE LA MER AUTOUR D'ABIDJAN

par

J. PAGES¹ et J. CITEAU²

R E S U M E

Les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux ont été dénombrés pendant une année à 33 stations dans la lagune Ebrié, près de l'agglomération d'Abidjan (Côte d'Ivoire).

L'état sanitaire de la lagune est préoccupant surtout pour les baies où le renouvellement de l'eau se fait mal.

Pour les plages, le nombre élevé de germes fécaux correspond aussi aux concentrations humaines.

A B S T R A C T

The total coliforms, fecal coliforms and fecal streptococci have been numbered during one year at 33 stations of the Ebrié Lagoon near Abidjan (Ivory Coast).

Most of the waters show high numbers of bacteria, (D category of the American standarts).

For the sea-beaches, high number of fecal germs are found where population is abundant.

¹ Lab. d'Hydrobiol. de l'INRA - Av.Lorzent - 74203 - Thonon les bains - (France)

² Centre de Recherches Océanographiques - B.P. V 18 - ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

1 - INTRODUCTION

L'agglomération d'Abidjan compte près d'un million d'habitants, et ce chiffre devrait doubler vers 1985. Les effets de cette population sur le milieu ambiant, et notamment sur la lagune, sont sensibles et augmenteront encore ; leur étude s'est développée logiquement à partir de l'étude plus générale entreprise depuis plusieurs années sur l'ensemble de la lagune Ebrié. D'autre part, en prévision de la construction d'un émissaire rejetant en mer toutes les eaux usées de l'agglomération, une surveillance des eaux côtières a été réalisée. Ces deux projets, initialement indépendants, sont groupés ici en complément des résultats préliminaires (PAGES, 1975).

2 - DESCRIPTION DU MILIEU

La lagune Ebrié s'étend le long de la côte atlantique sur une centaine de kilomètres ; sa largeur varie de 7 km à quelques centaines de m, avec de nombreux promontoires et indentations. Sa profondeur est très variable, en général de 2 à 3 m, pouvant aller jusqu'à 15 m, en particulier dans la zone urbaine. Abidjan est situé au 1/6 de la longueur à partir de l'Est ; le canal de Vridi, artificiel, est la seule communication avec la mer.

Cette lagune est séparée de la mer par un cordon littoral sableux, faiblement habité sauf dans la région d'Abidjan. La côte est droite, le profil de la plage souvent abrupt et la "barre", déferlement de la houle du large, entretient ce profil. L'érosion peut être intense en certains points.

Les courants de surface dépendent fortement du vent ; ils portent généralement à l'Est.

3 - METHODES

Le prélèvement en lagune a été décrit (PAGES, 1975) ; les prélèvements côtiers ont été faits en-deça de la barre, à la limite de la zone de déferlement. Les échantillons étaient ensemencés, d'une part en milieu

éthyl violet-azide à 37°C ("streptocoques fécaux" FS), d'autre part en milieu de McConkey à 37°C ("coliformes totaux" TC) avec repiquage en milieu bile-vert brillant à 44,5°C ("coliformes fécaux" FC).

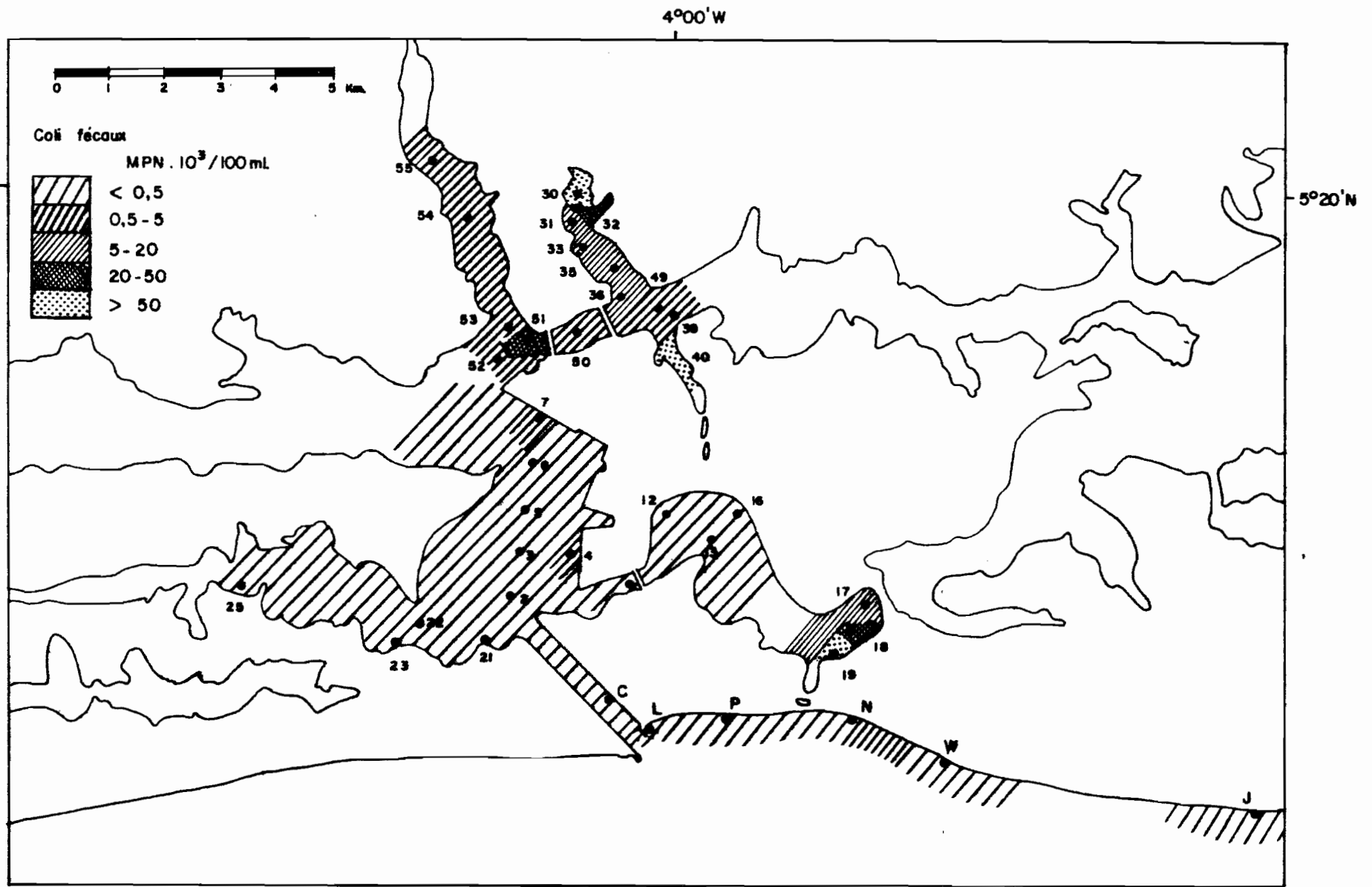
Les points de prélèvement sont indiqués sur la carte 1 ; nous avons procédé à 13 sorties en lagune, d'octobre 1974 à mai 1977 ; les 12 séries côtières ont eu lieu de mars 1976 à mars 1977.

4 - RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 donne les moyennes géométriques des chiffres obtenus aux différentes stations.

Pour la lagune, il apparaît, comme déjà signalé (PAGES, 1975) que la distribution des contaminants est fonction à la fois de la densité de la population riveraine et des effets de la marée. Les forts courants de marée entraînent les rejets effectués dans les chenaux Est-Ouest et le bassin du port ; nous avons relevé, au sud-ouest de la station 52, un courant descendant de près de 3nd. Dans les baies, au contraire, la diffusion est lente (stations 17, 31, 40) et l'accumulation des rejets aboutit à des situations regrettables. La baie de Biétri (stations 12 à 19) est un cas particulier : presque fermée, elle est parcourue de courants giratoires (LEMASSON, en préparation) qui accélèrent la dispersion des déchets (la station 19 est en face de l'exutoire des abattoirs municipaux) mais ne renouvellent l'eau que très lentement.

Les niveaux de pollution sont partout assez forts, quelles que soient les normes considérées (GELDREICH, 1975). La zone portuaire, qui apparaît bactériologiquement acceptable, présente les salissures industrielles (épaves diverses, hydrocarbures, etc ...) fréquentes dans les ports (JUGE et GRIEST, 1975). Dans les zones plus fortement polluées, des niveaux rédhibitoires sont vite atteints. Notre méthodologie n'étant pas standard, et les mesures étant souvent trop espacées dans le temps, nos chiffres ne sont probablement pas à prendre en valeur absolue ; cependant, on peut considérer que les zones arbitraires " $5-20 \cdot 10^3$ " et, à fortiori au-delà (voir carte) correspondent à la catégorie D des standards américains. On voit que ces



Carte I

zones, bactériologiquement impropres à toute utilisation, sont très étendues ; ceci n'empêche pas une pêche au filet active, dans la baie de Cocody (stations 35 à 36) comme à l'extrémité Est de la baie de Biétri (station 18). Les huîtres, assez fréquentes sur les racines de palétuviers et autres substrats durs, seraient impropres à la consommation mais ne sont pas exploitées.

Les rapports TC/FC sont moyens (SAYLOR et *al.*, 1975) ; seules les stations 5, 12 et 13 présentent des rapports élevés ; les débris divers du port d'une part, les rejets organiques d'une savonnerie d'autre part peuvent expliquer ce fait. Les rapports FC/FS sont, dans l'ensemble, très élevés (MABBETT, 1975) ; ainsi, la station 19 présente un rapport moyen de 0,6, très fort si on considère l'origine exclusivement animale des rejets ; la moyenne globale s'établit à 5,4, ce qui semble excessif et laisse supposer que la méthode employée sous-estime les streptocoques.

Nous n'avons remarqué aucune variation temporelle nette ; la dispersion des mesures, à la fois dans le temps et dans l'espace, peut l'avoir masquée.

Le long des plages, les chiffres élevés de germes fécaux correspondent aussi aux concentrations humaines ; la localisation des pollutions est assez remarquable, étant donnés les courants observés en mer par flotteurs, et la forte diffusion turbulente révélée par des marquages à la Rhodamine (CITEAU et MORLIERE, en préparation) ; 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. Les concentrations observées à la station N ne peuvent guère provenir de l'agglomération principale, les chiffres relevés en C à marée basse étant inférieurs ou égaux à ceux de N. Ces fortes concentrations semblent donc bien d'origine locale ; les populations riveraines n'ont ni lieux d'aisance ni décharge publique bien définis, et l'abondance des excréments, détritus ménagers et autres le long des plages explique assez bien les répartitions constatées (FAUST, 1976).

Il est remarquable qu'il n'apparaisse pas de différence entre haute et basse mer, sauf naturellement à la station C ; si on suppose que les rapports bactériens suivent un rythme journalier, la variation de l'heure des marées interférera avec l'observation d'un tel rythme. Il n'apparaît pas non plus de variation saisonnière, sauf en C où la saison des pluies annule l'entrée d'eau de mer dans le canal à marée haute. Les faibles variations clima-

CONTAMINATIONS FECALES LAGUNE ET PLAGES

Stat. n°	T.C.		F.C.		F.S.		TC FC	FC FS
	Moy.	Nb.	Moy.	Nb.	Moy.	Nb.		
2	0.8	1	0.1	1			7.3	
3	3.6	4	0.5	3	0.4	2	4.6	0.9
4	2.5	1	0.5	1			5.0	
5	2.5	1	0.1	1			23	
6	8.8	3	0.4	2			6.4	
7	5.0	1	0.5	1			10.0	
11	1.9	7	0.25	6	0.1	3	6.8	5.3
12	3.8	2	0.09	2	0.7	1	39.2	1.2
13	1.3	2	0.08	2	0.01	1	15.3	1.0
16	0.1	1	0.01	1	0.01	1	10.0	1.0
17	6.6	2	6.5	2	0.5	2	1.0	13.7
18	23.0	1	23.0	1	2.3	1	1.0	10.0
19	219	3	52.9	3	15.9	2	2.2	0.6
21	2.5	1	0.25	1			10.0	
22	0.1	1	0.01	1			13.0	
23	5.1	2	2.5	1			3.8	
24	0.1	1						
25	0.04	1	0.01	1			4.0	
30	137	4	75.4	4	0.4	1	1.8	216
31	44.0	2	9.9	2	0.4	1	4.4	10.0
32	285	3	27.4	3	1.4	2	10.4	6.6
33	93.0	2	12.9	2	0.4	1	7.2	9.1
35	48.3	3	14.5	3	1.5	2	3.3	24.6
36	26.2	3	11.5	3	0.01	1	2.3	430
39	3.2	3	1.1	3	0.03	2	2.7	13.1
40	275	6	50.3	6	16.0	4	5.5	1.4
49	2.7	8	1.2	8	0.05	4	2.3	7.6
50	1.4	5	0.7	5	0.07	3	2.1	6.6
51	43.0	1	43.0	1			1.0	
52	8.2	5	1.9	4	0.6	2	2.9	3.0
53	32.1	2	2.4	2	0.01	1	13.4	40
54	8.4	4	3.0	4	0.2	2	2.8	5.0
55	1.5	3	0.5	3	0.1	2	2.8	2.7
							m/80	m/41
							4.14	5.4
L	0.4	20	0.09	19	0.04	22	4.2	2.3
P	0.4	22	0.07	19	0.04	22	5.6	1.9
N	7.5	20	1.6	17	0.8	20	4.5	2.0
W	0.7	20	0.2	17	0.1	22	3.0	2.3
J	1.9	19	0.4	16	0.2	21	5.1	1.7
Ch	0.4	8	0.06	6	0.06	8	6.0	1.0
b	8.0	11	1.4	10	0.2	11	5.9	7.1

TABEAU 1 - Résultats des numérations de bactéries fécales dans la zone d'Abidjan. Méthode des Most Probable Number (MPN x10³/100³ml).

Moy. = moyenne logarithmique

Nb. = nombre de mesures

h = haute mer

b = basse mer.

tiques peuvent expliquer cette relative constance des chiffres (BELLAIR et *al.*, 1977).

Les rapports TC/FC ne présentent pas de traits saillants. De même qu'en lagune, les rapports FC/FS sont uniformes et anormalement forts.

5 - CONCLUSIONS

L'état sanitaire de la lagune dans la zone urbaine est, au moins pour les baies, préoccupant. Le projet de grand émissaire, dont la réalisation sera probablement accélérée, semble être la seule solution ; mais il est à craindre que, dans une étape intermédiaire peut-être inévitable, la pollution de la lagune doive plutôt s'aggraver. La question est de savoir à quelle vitesse le milieu retrouvera son équilibre après arrêt des rejets, et se rapprochera des caractéristiques du reste de la lagune. Le cas de la baie de Biétri restera sans doute spécial ; il est prévu d'établir une communication vers l'Est ; l'évolution ultérieure sera sans doute intéressante à observer.

Pour la frange côtière, l'arrêt des rejets non réglementés serait la solution la plus évidente, tant pour la salubrité publique (PINON et PIJCK, 1972 ; LEVINE et *al.*, 1959) que pour l'esthétique. Mais le niveau de vie et l'infrastructure sont tels qu'un tel remède est probablement utopique à court terme. En outre, d'après les études de courants, et par observation des plages, il semble qu'une grande partie des déchets d'Abidjan (emballages, détritus peu dégradables) soient rejetés à la côte jusqu'à Grand-Bassam, à environ 50 km à l'Est. Il est donc à craindre que la pose du grand émissaire ne résolve pas tous les problèmes.

Il faut cependant rappeler qu'il n'est guère prouvé qu'il y ait une relation entre la pollution des eaux de baignade et l'incidence de diverses épidémies ou endémies (MOORE, 1959 ; MABBETT, 1975 ; WOLF, 1972). Le mode et le niveau de vie semblent jouer là un rôle prépondérant.

Mais, esthétiquement et/ou psychologiquement, il serait souhaitable que les plans d'eau d'Abidjan soient plus conformes aux normes.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLAIR (J.T.), PARR-SMITH (G.A.), WALLIS (I.G.), 1977 - Significance of diurnal variations in fecal coliform die-off rates in the design of ocean outfalls.
J. Water Pollut. Control. 49/9, 2022.
- FAUST (M.A.), 1976 - Coliform bacteria from diffuse sources as a factor in estuarine pollution.
Water Res., 10/7, 619.
- GELDREICH (E.E.), 1975 - Microbial criteria concepts for coastal bathing waters.
Ocean Management, 2/3, 225.
- JUGE (D.M.), GRIEST (G.), 1975 - The roles of microbial activity in the harbor ecosystem.
In Marine Studies of San Pedro Bay. Ed. by D.F. SOULE & M. OGURI. Publ. by The Allan Hancock Foundation & The Office of Sea Grant Programs. Univ. South California (L.A.).
- LEVINE (M.), MINETTE (H.), TANIMOTO (R.H.), 1959 - Characteristics and expeditions detection of bacterial indices of pollution of marine bathing beaches.
In Proceedings of the 1st International Conference of Waste Disposal in the Marine Environment. Berkeley, July 1959. Ed. by E.A. Pearson (Pergamon Press), pp. 12-28.
- MABBETT (A.N.), 1975 - Water quality of a micronesian atool : Public health implications.
J. Environ. Health, 37/4, 332.
- MOORE (B.), 1959 - The risk of infection through bathing in sewage-polluted water.
In Proceedings of the 1st International Conference on Waste disposal in the Marine Environment. Berkeley, July 1959. Ed. by E.A. Pearson (Pergamon Press), pp. 29-38.
- PAGES (J.), 1975 - Etude de la pollution bactérienne en lagune Ebrié.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, VI (1) : 97-101
- PINON (J.), PIJCK (J.), 1972 - Microbiological sea-water contamination along the Belgian coast. II - Techniques, norms, preliminary results.
RIOM, 27. 17.
- SAYLER (G.S.), NELSON (J.D.) Jr., JUSTICE (A.), COLWELL (R.R.), 1975 - Distribution and significance of fecal indicator organisms in the Upper Chesapeake Bay.
Appl. Microbiol. 30/4, 625.
- WOLF (H.W.), 1972 - The coliform count as a measure of water quality.
In Water Pollution Microbiology. Ed. by R. Mitchell (Wiley Interscience). pp. 333-345.

NOTE POUR LA PRESENTATION DES MANUSCRITS

Les Documents Scientifiques du C.R.O. d'Abidjan publient deux fois par an (Juin et Décembre) des articles généraux, des articles de synthèse, des résumés de thèse et des analyses bibliographiques dans le domaine des eaux marines et saumâtres.

Les manuscrits doivent être dactylographiés, en double interligne, sans correction ni surcharge et au recto exclusivement, sur du papier format 21 x 29,7. Les emplacements auxquels devront être insérés approximativement les tableaux et figures seront indiqués clairement dans la marge.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante :

1. Le titre en capitales et non souligné.
2. Le nom de l'auteur, précédé du prénom en entier, en minuscules, et suivi de (1), indiquant le renvoi en bas de page pour l'adresse.
3. Un résumé en français et en anglais (10 lignes maximum) est exigé.
4. Le texte.

— Les titres des chapitres et sous-chapitres ne seront ni soulignés, ni en capitales. Les subdivisions seront précisées par des chiffres.

— Les mots qui doivent être en italique (par exemple les noms latins de genres et d'espèces) seront soulignés d'un seul trait.

— Les références bibliographiques dans le texte doivent être indiquées par le nom d'auteur, en capitales, suivi de l'année de publication. Ces références devront être retrouvées dans la bibliographie qui ne comprendra que les références citées dans le texte.

5. La bibliographie sera présentée, dans l'ordre alphabétique des auteurs, selon les modèles suivants :

GARCIA, S., PETIT, P. et TROADEC, J.P. 1970. — Biologie de *Penaeus duorarum* (Burkenroad) en Côte d'Ivoire. I : Croissance. Doc. Scient. Centre de Rech. Océanogr. Abidjan I (2) : 17-48

BEVERTON, R.J.H. et HOLT, J., 1957. — On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Investig., ser. 2, 19, 533 P.

6. Les légendes des figures seront regroupées sur une feuille séparée à la fin du manuscrit.

7. Les figures seront fournies sur des feuilles entièrement séparées du reste du manuscrit. Les dimensions optimales du dessin original sont 16 x 24 cm.

Les manuscrits devront être adressés au Comité de Rédaction, C.R.O., B. P. V 18 Abidjan (Côte d'Ivoire) au plus tard trois mois avant la date de parution.

C O N T E N T S

- GARCIA, S. — Research on the pink shrimp *Penaeus duorarum boillae* of Ivory Coast : A review and consequences for management 1-41
- PAGES, J. and CITEAU, J. — The bacterial pollution of the lagoon and the sea around Abidjan (Ivory Coast) 43-50
- CAVERIVIÈRE, A. — Standardisation of the fishing effort of ivoirian trawlers and evaluation of relative abundance in différent areas 51-72
- MARCILLE, J. CHAMPAGNAT, C. and ARMADA, N. — Growth of Big Eye (*Thunnus obesus*) in the eastern intertropical Atlantic 73-80