

Tome 62

fascicule 9

Novembre 1993

Abonnement 150 F — Le numéro 25 F

ISSN 0366-1326

BULLETIN MENSUEL
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

Siège social : 33 rue Bossuet, F 69006 LYON

Rédaction : R. ALLEMAND

Pêche traditionnelle dans un lac temporaire du sud-ouest malgache : le lac Iotry

Yannick Maslin-Leny¹, Jean-Luc Maslin² et Yvette Bouwet²

1. — Groupe de Recherches Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau (G.R.A.I.E.), B.P. 2132, F - 69603 Villeurbanne cedex.
2. — U.R.A. C.N.R.S. 1451, Université Claude Bernard Lyon-I, 43 boulevard du 11 Novembre, F - 69622 Villeurbanne cedex.

Résumé. — Le lac Iotry est le principal plan d'eau exploité du sud-ouest de Madagascar. Ce lac temporaire, essentiellement peuplé par des espèces du genre *Oreochromis*, est alimenté principalement par les crues du fleuve Onilahy. Cinq techniques de capture y sont pratiquées, utilisant quatre sortes d'engins de pêche différents. Les rendements annuels de pêche ont été suivis au cours de deux périodes distinctes du cycle hydrologique. Durant une phase de stabilité hydroclimatique (1985-1986), la production halieutique a été estimée à 41,6 tonnes, soient 220,1 kg/ha/an. A la suite d'une phase d'assèchement intervenue en 1988, la production a atteint une valeur de 56,4 tonnes correspondant à 564 kg/ha/an. Les rendements de pêche sont ainsi nettement plus élevés dans ce lac côtier que dans les lacs malgaches d'altitude. L'étude fait également ressortir la forte productivité piscicole du lac Iotry par rapport à d'autres plaines d'inondation africaines et son exploitation par les populations riveraines paraît appropriée, en dépit de l'absence de gestion et de tout contrôle administratif.

Mots-clés : Pêche, production, poissons, lac temporaire, Madagascar.

Traditional fishery in Lake Iotry, a temporary lake in the southwest of Madagascar.

Summary. — Lak Iotry is the main exploited reservoir in the south-west of Madagascar. The hydrology of this shallow temporary lake is under the dependance of the Onilahy river floodwaters. Lake Iotry is principally populated by the genus *Oreochromis* (Cichlidae). Four types of gears are in use in this area, leading to five fishing techniques. Annual catches were assessed during two different periods of the hydrological cycle. During a filling phase (1985-1986), the catch was 41,6 tons (i.e. 220,1 kg/ha/year). It increased in 1988, when this floodplain was dried up, reaching 56,4 tons (i.e. 564 kg/ha/year). The productivity of the lake Iotry appeared to be higher than those of altitude Malagasy lakes or other African lakes and its exploitation by local fishermen as being well adapted.

Key words : Fisheries, production, fish, temporary lake, Madagascar.

I. INTRODUCTION

Les recherches hydrobiologiques à Madagascar ont, jusqu'à présent, surtout concerné les grands lacs d'altitude et les lagunes côtières (ARNOULT, 1959 ; MARS et RICHARD-VINDARD, 1972 ; MOREAU, 1971 ; 1974 a et b ; 1975 ; 1977 ; 1979 ; 1980 ; 1982 ; AMANIEU et LASSERRE, 1982 ; BURGIS et SYMOENS, 1987). Seules quelques rares données (PETIT, 1930 ; KIENER, 1964) concernent les zones de pêche du sud-ouest de l'île, telles que le lac Iotry. Pourtant ces dernières sont susceptibles de représenter une forte contribution aux apports en protéines, dans une région profondément marquée par la sécheresse (BATTISTINI et HOERNER 1986).

Le lac Iotry est le principal plan d'eau exploité du sud-ouest malgache. Ce réservoir temporaire, alimenté principalement par les crues du fleuve Onilahy, est le siège d'une importante activité traditionnelle de pêche, pratiquée par les villageois riverains.

L'estimation de la production piscicole dans cette région défavorisée de Madagascar, principal but de cette étude, a été réalisée par échantillonnages réguliers dans les zones de débarquement de poissons et enquêtes auprès des pêcheurs locaux. Les rendements obtenus ont ensuite été comparés aux valeurs empiriques potentielles, déduites de l'utilisation de l'indice morpho-édaphique.

Nous avons suivi les captures pendant deux périodes caractéristiques du cycle hydrologique du lac : de mars 1985 à mars 1986 d'une part et de janvier à octobre 1988 d'autre part. La première partie de l'étude correspond à une période intermédiaire de pleine eau et la seconde partie à une phase d'assèchement complet du plan d'eau.

II. LE MILIEU

1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIE

Le lac Iotry (23° 31' latitude sud et 44° 20' longitude est, 91 m d'altitude) est situé dans la province malgache de Tuléar, à 130 km au sud-est de la ville ; il s'étend le long de la rive droite de l'Onilahy, principal fleuve de la région, à 60 km de son embouchure (fig. 1). C'est un lac de barrage naturel (BASSE, 1930), résultant de l'endiguement du fleuve et de l'accumulation d'alluvions.

Il est dominé par la butte gréseuse de l'Ivohibe (293 m) qui s'étend parallèlement à la rive droite du lac (photo 1) et par la colline de Tongobory (105 m) sur la rive gauche. Orienté nord-sud, le lac Iotry est alimenté essentiellement par les eaux de pluies et de ruissellement et par les crues irrégulières du fleuve. Sa surface libre est d'environ 176 ha (KIENER, 1964), à laquelle il convient d'ajouter une zone inondable de 230 ha, délimitée par une ceinture végétale à *Phragmites mauritianus*. Un exutoire temporaire, formé par un chenal artificiel, a été creusé vers 1968 sur la rive gauche, le long de laquelle s'étend une zone de pâturage et des rizières.

Parmi les formations végétales associées au lac (fig. 1), nous avons relevé *Alternanthera sessilis* (Amaranthaceae), *Ipoma aquatica* (Convolvulaceae), *Echinochloa sp.* et *Phragmites mauritianus* (Cyperaceae), *Neptunia sp.* (Mimosaceae), *Nymphaea lotus* (Nymphaeaceae), *Ludwigia adscensens*

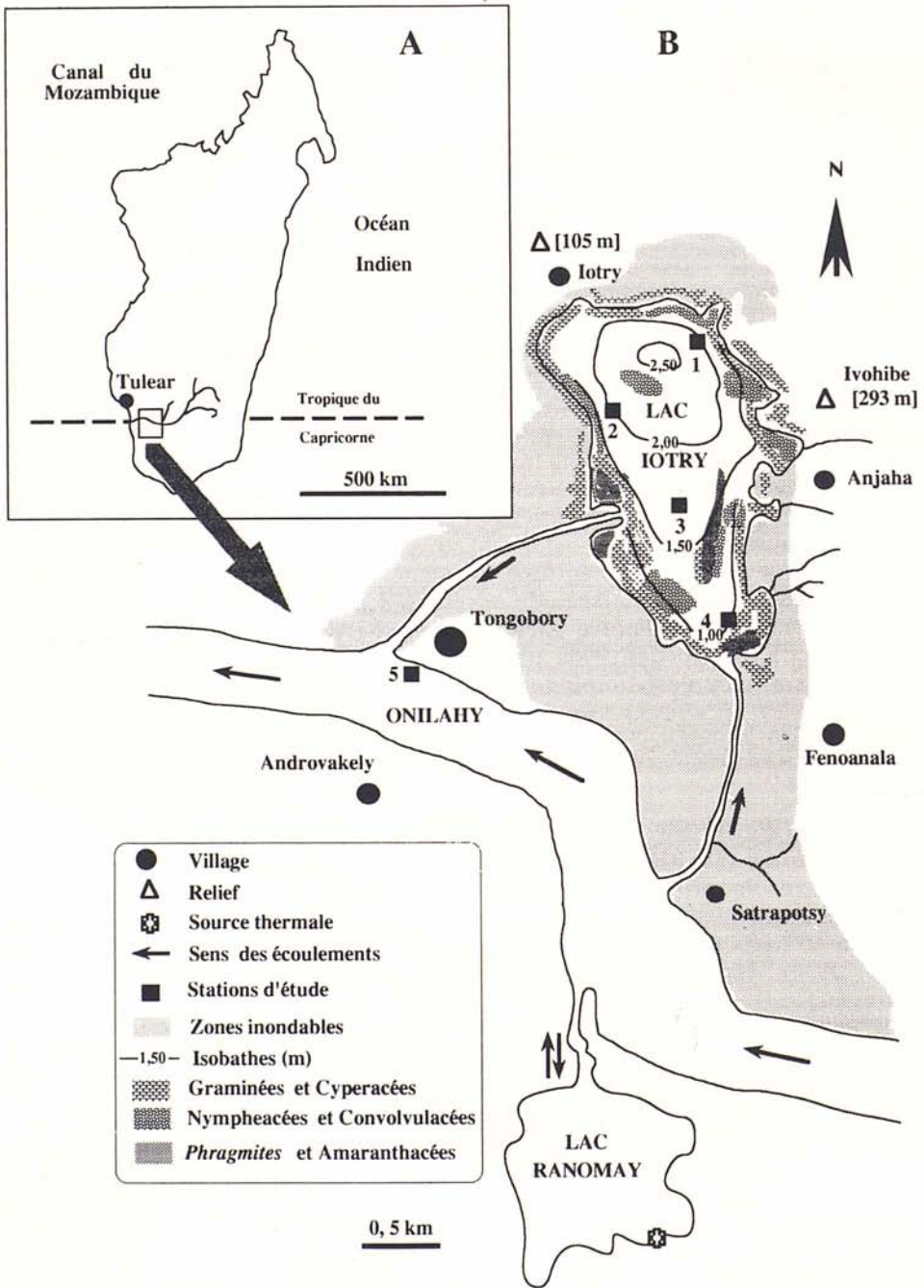
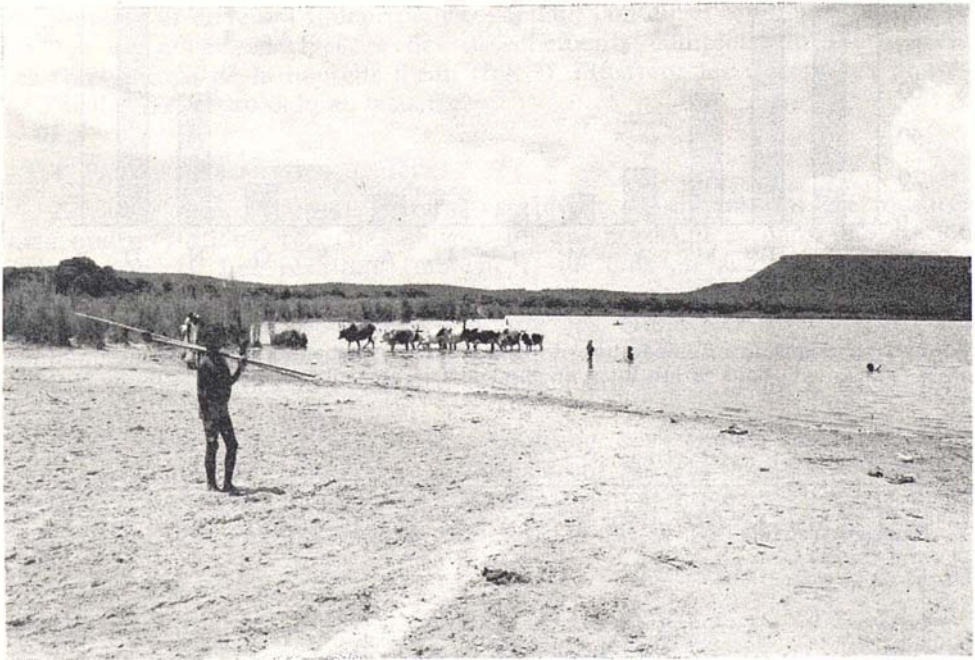


Figure 1 : Situation géographique de la région de Tongobory sur la carte de Madagascar (A) et l'hydrosystème Onilahy-Iotry-Ranomay (B).

(Onagraceae), *Polygonum senegalense* (Polygonaceae), *Eichornia crassipes* (Ponderiaceae).

Le fond du lac est très plat et sa profondeur moyenne faible (fig. 1) ; la profondeur maximum (2,65 m) a été relevée au nord-est du lac, en période de pleine eau.



Les abords du lac Iotry à la hauteur de la station 1.
Au fond, la butte gréseuse de l'Ivohibe.

2. CLIMATOLOGIE

Le climat régional de type tropical semi-aride (THOMASSON et THOMASSON, 1992), caractérisé par une faible pluviométrie annuelle (moyenne = 638 mm) et par l'alternance de trois saisons distinctes, influence fortement le régime hydrologique lacustre. Les moyennes mensuelles des précipitations et des températures sur 30 ans, relevées à la station de Bezaha (15 km à l'est du lac) et communiquées par le service de la météorologie de base d'Antananarivo, permettent de distinguer successivement (fig. 2) :

— une saison chaude et pluvieuse, de novembre à mars, caractérisée par une température moyenne de 28 °C et par une hauteur totale des précipitations de 528,6 mm.

— une saison fraîche et sèche, d'avril à août (température moyenne = 22,3 °C ; pluviométrie mensuelle moyenne = 15 mm).

— une période de transition chaude et sèche, de septembre à octobre (température moyenne = 25,6 °C ; pluviométrie totale = 35 mm).

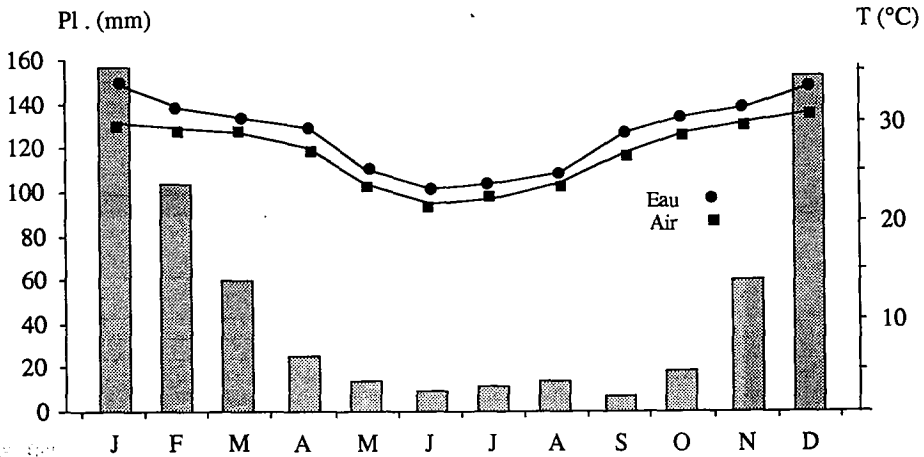


Figure 2 : Température de l'air à Bezaha, température de l'eau dans le lac Iotry et pluviométrie annuelle régionale.

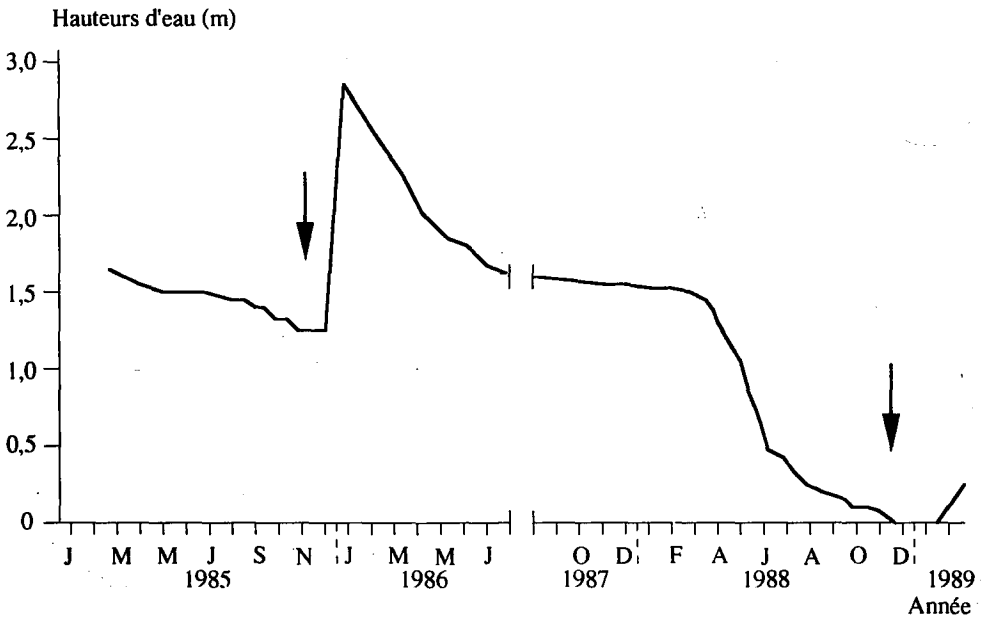


Figure 3 : Variation du niveau du lac entre février 1985 et novembre 1988. Les flèches indiquent la période de la crue fluviale de 1985 et l'assèchement complet du lac en décembre 1988.

3. HYDROLOGIE

En raison de la faible pluviométrie et de l'évaporation consécutive à la modération de l'hygrométrie régionale, le régime hydrologique du lac Iotry se trouve principalement influencé par les débordements irréguliers de l'Onilahy, qui peuvent intervenir durant la saison des pluies et lorsque la hauteur d'eau, relevée sur l'échelle de crue du pont de Tongobory, est supérieure à trois mètres. La très forte variabilité interannuelle de ces phénomènes et de leur ampleur peut cependant conduire, comme en décembre 1982 et en novembre 1988, à des assèchements complets du plan d'eau. Les fluctuations de la hauteur d'eau (fig. 3), illustrent les différentes phases de l'évolution hydrologique lacustre.

4. PARAMÈTRES PHYSICOCHEMISTIQUES

En avril 1986, différents paramètres physicochimiques ont été mesurés dans quatre stations, réparties suivant un axe nord-sud et dans une station fluviale (fig. 1). Les résultats (tableau I) mettent en évidence une bonne homogénéisation de ces facteurs dans le lac. Les teneurs relativement élevées en azote ammoniacal pourraient traduire les effets des rejets d'origines humaine et surtout animale (abreuvement des zébus). Les valeurs très faibles, voire inexistantes, des nitrates (NO_3^-) témoignent d'une faible autoépuration du milieu.

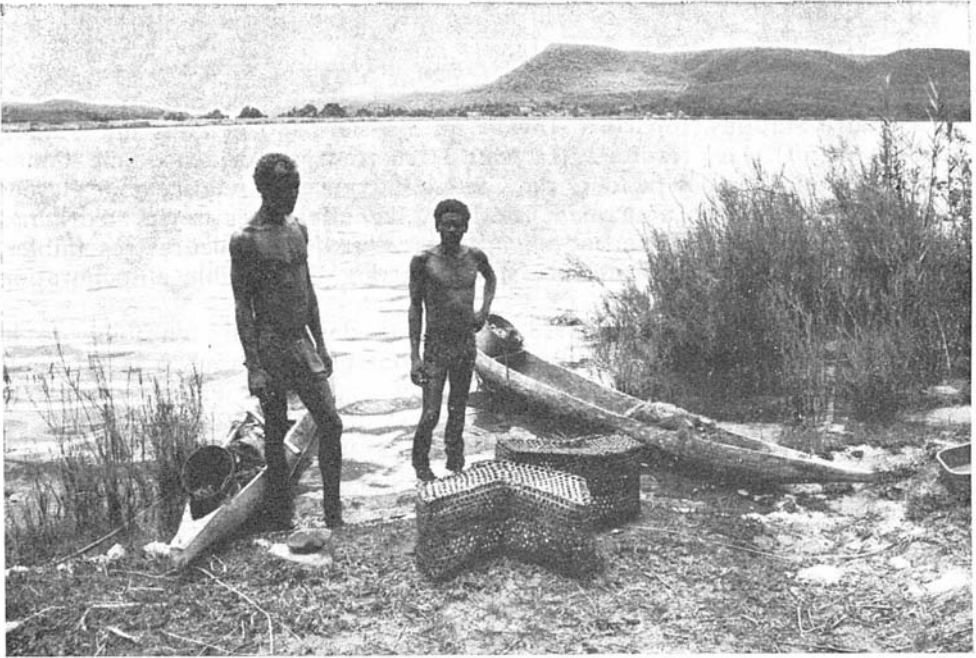
Entre avril 1986 et juin 1988, l'évolution des teneurs en ions, de la conductivité, du pH et de l'oxygène dissous ont pu être suivis à la station 2 (RAKOTOARISOA, 1989). Il apparaît une augmentation forte et continue de la conductivité, qui passe de 738 à 1 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et du pH (de 8,3 à 9,05), en

Stations	Lac Iotry				Onilahy
	1	2	3	4	5
Heure	7h50	15h00	15h40	16h00	12h00
Température (°C)	28,90	30,80	31,70	29,50	27,70
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	740,00	738,00	742,00	749,00	95,00
pH	7,88	8,31	8,21	7,94	7,76
Oxygène (% saturation)	30,00	119,00	103,00	95,00	99,00
Transparence (cm)	0,55	0,60	0,60	0,60	0,30
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,50	0,22	0,15	0,65	0,45
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,08	0,00	0,00	0,19	0,00
PO ₄ ⁻⁻ (mg/l)	0,32	0,82	0,42	2,00	0,32
SO ₄ ⁻⁻ (g/l)	0,85	1,00	0,90	0,90	0,39
Ca ⁺⁺ (még)	2,38	2,72	2,72	2,38	0,34
Mg ⁺⁺ (még)	2,34	1,36	1,02	2,04	0,68
Dureté totale (még)	4,76	4,08	3,74	4,42	0,68
Alcalinité (még)	3,74	4,08	4,00	4,08	1,63

Tableau I : Paramètres physicochimiques relevés dans les différentes stations d'étude en avril 1986. — Stations 1, 2, 3, 4 = lac Iotry. — Station 5 = fleuve Onilahy.

relation avec l'absence de crue du fleuve, dont la conductivité toujours faible oscille autour de $90 \mu\text{S}/\text{cm}$ et avec l'évaporation entraînant une concentration croissante en sels minéraux dans le milieu, durant cette période d'assèchement progressif.

La température de l'eau suit étroitement celle de l'air (fig. 2), avec une période de maximum (32°C) entre novembre et mars et de minimum (21°C) en juin-juillet. La transparence est toujours faible, variant entre 80 cm (remise en eau du lac de décembre 1985) et 25 cm (phase d'assèchement d'octobre 1988).



Pêcheurs antanosy, pirogues et nasses (vovo) sur les bords du lac Iotry.

III. ASPECTS TRADITIONNELS DE LA PÊCHE

1. ENGIN DE CAPTURE

La pêche s'effectue à partir d'une pirogue monoxyle de 2 à 3 m de long et de 0,40 à 0,50 m de large, creusée localement dans un tronc de *Delonix adansonioides* (Césalpiniaées) et pouvant transporter une charge de 30 kg, en plus du piroguier (photo 2).

Quatre sortes d'engins sont utilisés couramment, dont l'un manipulé de deux manières différentes, autorisant cinq modes de pêche sur le lac.

Nasse (vovo). — En forme de V et ayant une maille hexagonale de 1 cm de côté, elle est tressée manuellement avec des lamelles de *Flagellaria indica* (Flagellariaées). Le goulot d'entrée est situé dans le creux du V. Cet engin est utilisé comme piège lorsque le niveau de l'eau est haut et comme vivier

en dehors de cette période. Pendant notre étude, les nasses ont été utilisées principalement comme vivier.

Lamba. — Constitué d'une bande rectangulaire de tissu de coton, il est immergé et relevé régulièrement, à la façon d'un carrelet. Cet engin n'est utilisé qu'en eau peu profonde (un mètre maximum) et en saison chaude, par des groupes de femmes des villages riverains. Il n'est efficace que sur de très petits animaux : alevins, juvéniles (jusqu'à 1 cm) et poissons adultes de petites espèces (Paecilidés).

Ligne dormante (sihanaka). — C'est un fil nylon monofilament de 10 à 14 kg-force de résistance, dont l'une des extrémités est munie d'un hameçon appâté et l'autre fixée à un pieu. Les lignes sont posées à raison d'une vingtaine par pêcheur, entre le coucher et le lever du soleil. Ce type de récolte peu pratiqué n'est réellement efficace que sur les poissons benthiques (Gobiidés et Anguillidés).

Filet maillant (haratomandry). — Habituellement fabriquées par l'utilisateur lui-même, à partir de fil nylon monofilament de 2 ou 2,5 kg-force de résistance, les nappes mesurent 50 m de long et 1 à 1,5 m de haut. La maille est de 15 ou 20 mm de côté, ce qui correspond à la dénomination locale de maille de « 1 doigt » ou de « 2 doigts ».

Il existe deux méthodes de pêche au filet sur le lac (fig. 4) :

— le « debo », nécessitant l'utilisation du « fidebo » (instrument de bois léger, formé d'un manche de 1,60 m de long et terminé par une masse conique), est la plus pratiquée. A partir de la pirogue, le pêcheur mouille son filet en décrivant un arc de cercle. Chacune des deux extrémités du filet est ensuite refermée sur elle même, pour éviter la fuite latérale des poissons. L'utilisateur se place alors face au filet et frappe l'eau avec le « fidebo », afin de chasser les poissons vers le piège ainsi formé.

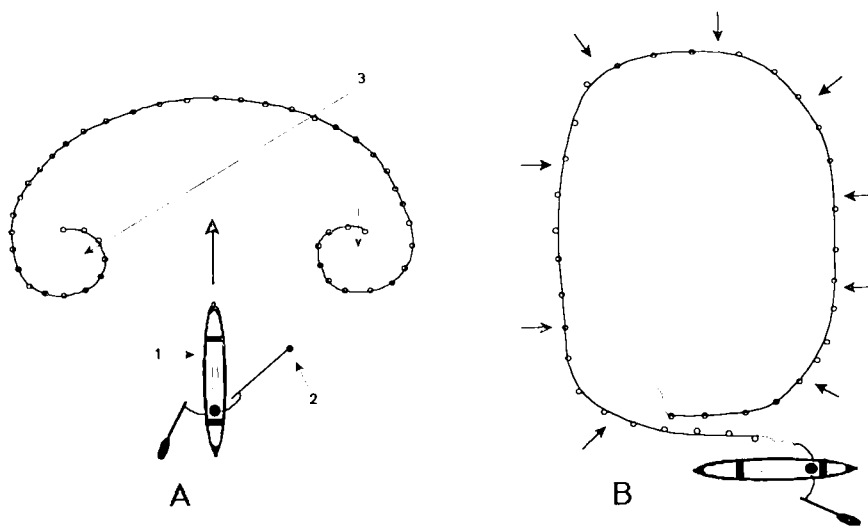


Figure 4 : Principales techniques de pêche traditionnelle au filet pratiquées dans le lac Iotry.

A. - Debo : pirogue (1), fidebo (2), filet haratomandry (3). — B. - Mangaoko.

— le « mangaoke », manié à partir d'une pirogue, se pratique en mouillant le filet à la manière d'une senne. Le pêcheur s'immerge ensuite et drague le fond avec la ralingue inférieure, avant de hisser le filet sur la pirogue.

Des divers moyens de pêche que nous venons de décrire, le « debo » est le plus couramment utilisé sur l'ensemble du lac Iotry. Les nasses, les lambas ou les lignes dormantes sont employées sporadiquement et ne représentent qu'une activité secondaire, comparée à celle des filets maillants. C'est pourquoi dans l'analyse quantitative qui suit, nous ne tiendrons compte que des résultats obtenus à partir des captures faites au filet.

2. ORGANISATION DE L'EXPLOITATION

Potentiel humain. — Dans les cinq villages qui bordent le lac (fig. 1 et tableau II), les 141 pêcheurs utilisant le filet se répartissent en deux catégories socio-professionnelles distinctes : d'une part 43 professionnels (30,5 %) qui pêchent en moyenne 10 heures par jour et d'autre part 98 semiprofessionnels (69,5 %) pêchant en moyenne 6 heures par jour et pratiquant également l'agriculture. Le travail hebdomadaire sur le lac est traditionnellement réparti sur 5 jours, le tout étant régi par un droit coutumier strict.

Sociologie de la pêche. — Les hommes et les jeunes garçons de plus de 14 ans pêchent dans un but essentiellement commercial. Les femmes et les enfants ont pour rôle principal de collecter les poissons aux divers points de débarquement le long du lac, d'en transformer une partie sous forme de produit fumé ou frit et d'assurer la commercialisation de l'ensemble de la pêche sur les marchés avoisinants (photo 3).

Seulement soixante pirogues et 84 filets sont disponibles en permanence pour les 141 pêcheurs (tableau II). Il existe donc une forte pénurie en matériel qui entraîne l'établissement d'un système de location, ainsi que l'inactivité temporaire d'une partie des pêcheurs dénombrés dans les villages. Lors du calcul de l'effort de pêche, nous tiendrons compte uniquement des proportions relatives des deux catégories professionnelles et du nombre de pêcheurs en activité sur le lac.

Village	Pêcheurs			Engins de pêche	
	P	SP	Total	Pirogues	Filets maillants
Iotry	16	51	67	26	38
Anjaha	6	14	20	7	13
Fenoanala	9	7	16	10	11
Satrapotsy	7	8	15	9	10
Tongobory	5	18	23	8	12
Total lac Iotry	43	98	141	60	84

Tableau II : Répartition en nombre des pêcheurs et des engins de pêche dans les villages bordant le lac Iotry. P = pêcheurs professionnels, SP = pêcheurs semi-professionnels.

Organisation spatio-temporelle. — Les activités halieutiques ne sont pas constantes au cours de l'année. En effet, s'il est fréquent que toutes les pirogues disponibles soient utilisées durant la saison chaude, seuls les deux tiers le sont de juillet à octobre.

De plus, en période d'assèchement du lac Iotry on constate une migration de l'ensemble de ses exploitants vers un petit lac permanent voisin (lac de Ranomay), situé sur la rive gauche du fleuve (fig. 1). Des enquêtes auprès des riverains ont établi que cet autre lac, d'accès difficile, plus profond et alimenté en permanence par des sources chaudes sulfureuses, est volontairement peu exploité durant les périodes de hautes eaux de Iotry, en prévision de l'assèchement possible de ce dernier.

Après la remise en eau du lac Iotry, un délai d'un à deux mois est traditionnellement respecté avant la reprise des activités de pêche, ce qui favorise d'une part les processus de maturation et de restauration du milieu et d'autre part la reproduction des poissons allochtones.



Marché au poisson (bazary fia) à Tongobory.

IV. MÉTHODES D'ÉTUDE

La terminologie adoptée dans cette étude est celle définie par RICKER (1980). L'efficacité de pêche journalière a été estimée par échantillonnages périodiques, réalisés sur les collectes d'au moins deux pêcheurs au filet dont les temps de travail respectifs étaient relevés. L'ensemble des poissons de chaque échantillon était traité sur place, les animaux étant mesurés indivi-

duellement (précision ± 1 mm) et pesés par espèce ou groupe d'espèces. La taille à la première maturité (taille moyenne à laquelle 50 % des individus ont des gonades mures) a été estimée pour les espèces les plus abondantes.

Des enquêtes complémentaires ont été réalisées auprès des pêcheurs, à l'aide d'une questionnaire standard, dans le but d'estimer les temps moyens de pêche journaliers, les quantités moyennes de poissons pêchés selon la saison et l'appartenance socio-professionnelle des pêcheurs.

Les captures par unité d'effort ou succès de pêche (Y/f) sont exprimés en poids de poisson capturé par pêcheur, pour six heures de travail. En admettant que le succès de pêche soit directement proportionnel au temps de pêche, ce résultat correspond ainsi à la capture journalière d'un pêcheur semiprofessionnel et à 60 % des captures journalières d'un pêcheur professionnel.

La prise en compte du nombre de pirogues en activité sur le lac à la mi-journée (par comptages directs), des proportions relatives des deux catégories professionnelles et des succès de pêche, a permis d'estimer les efficacités de pêche journalière (Y_J) et mensuelles (Y_M) ainsi que le rendement annuel (Y).

Les résultats des enquêtes nous ont permis d'estimer, en outre, la quantité de poissons prélevée entre deux échantillonnages, en considérant la moyenne arithmétique des rendements journaliers entre deux prélèvements mensuels successifs.

V. RÉSULTATS

1. RÉPARTITION DES CAPTURES

Quelle que soit la zone de débarquement échantillonnée, il n'est pas apparu de différences dans la diversité spécifique des captures. Ce fait pourrait refléter à la fois l'homogénéité structurelle du lac et les incessants déplacements des pêcheurs.

Onze espèces de poissons appartenant à sept familles ont été recensées sur le lac Iotry. Leur constance C (DAJOZ, 1985) dans les résultats des différents modes de captures (Tableau III), met en évidence la forte sélectivité

Espèces	Noms locaux	Techniques de pêche				Iotry		Ranomay		Onilahy	
		Filet	Nasse	Ligne	Lamba	Nb	P	Nb	P	Nb	P
<i>Oreochromis niloticus</i>	Menatretraka	C	C	-	-	19	35	12	15	30	30
<i>Oreochromis macrochir</i>	Fiafotsy	C	C	-	-	13	8	19	7	14	14
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Delefa	C	C	-	-	13	11	51	27	29	25
<i>Tilapia rendalli</i>	Borivava	A	A	-	-	+	+	6	4	8	6
<i>Gobius giuris</i>	Tohofotsy	C	C	C	C	53	41	9	5	5	4
<i>Eleotris vittata</i>	Tohomainy	A	A	-	-	1	1	1	1	3	2
<i>Anguilla mossambica</i>	Arenty	-	-	Ac	Ac	1	4	1	11	1	4
<i>Cyprinus carpio</i>	Telosisika	Ac	-	-	-	+	+	2	29	4	10
<i>Mugil sp.</i>	Antandro	Ac	-	-	-	+	+	+	+	6	5
<i>Gambusia affinis</i>	Pirina	-	-	-	Ac	+	+	+	+	+	+

Tableau III : Constante des diverses espèces de poissons du lac Iotry, suivant le type d'engin de pêche et contributions spécifiques à la production de pêche dans les composantes du complexe Onilahy-Iotry-Ranomay. C = espèce constante, A = espèce accessoire, Ac = espèce accidentelle, Nb = fréquence (%), P = proportion en poids (%), + \leq 0,1 %.

spécifique des lignes et des lambas, alors que la majorité des espèces est capturée par les filets et les nasses.

De l'analyse des 14 prélèvements effectués au cours des deux périodes de cette étude, il ressort que les trois espèces appartenant au genre *Oreochromis* (Cichlidés) représentent la majeure partie en nombre (89,7 %) et en poids (93,6 %) des poissons capturés et que les proportions respectives de ces espèces dominantes demeurent statistiquement identiques, au cours de l'année, dans les captures.

2. EFFORT DE PÊCHE

Trois périodes distinctes concernant l'effort de pêche ont pu être définies :

— une saison d'intense activité, de décembre à mars, avec 60 pirogues journalièrement utilisées,

— une saison de faible activité, d'août à novembre, avec une moyenne de 40 pirogues en pêche par jour,

— une saison intermédiaire, d'avril à juillet, caractérisée par une moyenne de 50 pirogues en action quotidiennement.

La présence de deux catégories de pêcheurs dont les temps d'activité journaliers sont différents (6 h pour les semi-professionnels et 10 h pour les professionnels) nous a conduit à proposer un modèle d'estimation du rendement journalier de pêche (Y_J)

$$Y_J = ((Y/f) \times N) + 0,66 \times N_{px} (Y/f)$$

Y/f représente le rendement pour 6 heures. Cette unité de temps retenue correspond à la période d'activité commune aux deux catégories de pêcheurs.

— N est le nombre total de pêcheurs en activité recensé. Ce nombre regroupe les pêcheurs professionnels (N_p) et semi-professionnels (N_{sp}), soit $N = N_p + N_{sp}$.

$0,66 \times (Y/f)$ représente le succès de pêche supplémentaire des pêcheurs professionnels pendant la seconde partie de leur journée de travail, en tenant compte du fait que cette catégorie pêche quatre heures de plus par jour que les semi-professionnels (soit $4/6$ du succès de pêche pour 6 h) et en supposant constantes, au cours de la journée, les prises par heure de pêche.

On déduit de ce qui précède :

$$Y_J = Y/f \times (N_{sp} + 1,66 \times N_p)$$

Puisque le taux de fréquentation est de cinq jours par semaine, l'exploitation mensuelle (Y_M) est calculée sur la base de 21,4 jours de pêche. Le tableau IV permet de suivre l'évolution de la production de pêche, calculée entre mars 1985 et février 1986. Les rendements les plus forts sont atteints durant la saison chaude et pluvieuse. Le maximum s'observe en février 1986, avec une valeur de 8,9 tonnes. Pour l'année considérée, la quantité totale de poissons extraits du lac est :

$$Y = 41,6 \text{ tonnes}$$

La superficie moyenne (189 ha), retenue pour le calcul de la production de pêche par unité de surface, tient compte de la diminution régulière de l'aire du plan d'eau au cours des dix premiers mois et de sa brusque augmentation à la fin de décembre 1985.

La production annuelle de pêche, pour la période 1985-1986 considérée, s'élève ainsi à 220,1 kg/ha/an.

Le même type de travail a été réalisé pour l'année 1988, en ne considérant que les neuf premiers mois puisque le lac s'est asséché par la suite (tableau IV). A partir du mois d'août, une grande partie des pêcheurs a commencé à se déplacer vers le lac Ranomay ; c'est ainsi que durant les deux derniers mois de l'étude on ne comptait plus que vingt pêcheurs exploitant le lac Iotry. Pour l'année 1988, les captures en poids ont été :

$$Y = 56,4 \text{ tonnes}$$

correspondant à une production annuelle de pêche (pour une étendue moyenne du lac de 100 ha) de 564 kg/ha/an. La forte production de 1988 (dont l'estimation ne tient pourtant pas compte des pêches finales du mois d'octobre) s'explique surtout par les diminutions progressives de la profondeur et de la superficie du lac, qui rendent les poissons plus vulnérables aux différentes techniques de pêche employées.

Périodes	Pêcheurs		Rendements			
	Np	Nsp	Y/f (kg)	Yj (kg)	Ym (kg)	Yp (kg)
1985						
Mars	18,3	41,7	2,3	165,8	3 547,7	3 547,7
Avril-Mai	15,2	34,8	1,3	78,6	1 670,1	3 340,2
Juin-Juillet	15,2	34,8	1,4	84,0	1 798,6	3 797,1
Août-Novembre	12,2	27,8	2,5	120,1	2 570,8	10 283,1
Décembre	18,3	41,7	3,7	266,7	5 707,1	5 707,1
1986						
Janvier	18,3	41,7	4,0	288,3	6 169,9	5 969,9
Février	18,3	41,7	5,8	418,0	8 946,3	8 946,3
					Total :	41 591,4
1988						
Janvier	18,3	41,7	5,3	382,0	8 175,1	8 175,1
Février	18,3	41,7	8,1	583,8	12 494,0	12 494,0
Mars	18,3	41,7	7,0	504,5	10 796,3	10 796,3
Avril	15,2	34,8	5,5	330,2	7 065,8	7 065,8
Mai	15,2	34,8	4,7	282,1	6 038,0	6 038,0
Juin	15,2	34,8	3,8	228,1	4 881,8	4 881,8
Juillet	15,2	34,8	2,9	174,1	3 725,6	3 725,6
Août	6,1	13,9	3,3	79,3	1 696,7	1 696,7
Sept.-Octobre	6,1	13,9	3,0	72,1	1 542,5	1 542,5
Nov.-Janvier	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
					Total	56 415,8

Tableau IV : Rendements des pêches au filet maillant (Y) durant les deux périodes d'étude (1985-1986 et 1988). Np = nombre de pêcheurs professionnels en activité, Nsp = nombre de pêcheurs semi-professionnels en activité, Y/f = rendement en kg / pêcheur / 6 heures, Yj = capture journalière, Ym = capture mensuelle, Yp = capture par période.

VI. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les rendements (en tonnes de poissons pêchés par an) et les productions exploitées de pêche (en kg/ha/an) de divers lacs malgaches sont comparés dans le tableau V. Le lac Iotry y apparaît nettement plus productif que les grands lacs d'altitude (BURGIS et SYMOENS, 1987). Ce fait pourrait s'expliquer par les effets conjugués de leurs températures moyennes (bien supérieures sur la côte), de leurs différences de superficie et de leurs proportions respectives d'exploitants, si l'on suppose qu'aucun de ces lacs n'est actuellement surexploité. La valeur maximum obtenue dans le cas du lac Iotry traduit l'effet d'épuisement du milieu par les pêches, durant la période d'assèchement.

Compte tenu des difficultés à suivre les productions piscicoles dans les diverse zones d'Afrique tropicale, HENDERSON et WELCOMME (1974) ont été amenés à transposer, aux lacs de ce continent, la relation établie entre l'indice morpho-édaphique (I.M.E.) et la production de pêche pour les grands lacs canadiens. Appliquée au contexte lacustre africain, cette relation peut être exprimée par la formule :

$$\text{Capture (kg/ha)} = 14,3136 \times (\text{I.M.E.})^{0,4681}$$

D'après RYDER (1965), l'indice morpho-édaphique (I.M.E. = c/p) est défini comme le rapport entre la conductivité c (exprimée en $\mu\text{S/cm}$) et la profondeur moyenne p (en mètre) du lac considéré. Cette notion d'indice morpho-édaphique a d'ailleurs été utilisée avec succès par certains auteurs, dans des études concernant divers plans d'eau africains et malgaches (REGIER *et al.* 1971 ; FRYER et ILES, 1972 ; HENDERSON *et al.* 1973 ; MOREAU, 1979 ; JACKSON et SSETONGO, 1988).

Établi sur la base d'une conductivité moyenne de $730 \mu\text{S/cm}$ et d'une profondeur moyenne de 1,6 m, l'indice morpho-édaphique du lac Iotry, pour la période de mars 1985 à mars 1986, est égal à 456,25. Les captures en poids déduites seraient théoriquement de 251,49 kg/ha et la valeur précédemment

	Lacs d'altitude			Lac côtier
	Alaotra	Itasy	Mantaoa	Iotry
Superficie (km^2)	220	25	12	1,7
Densité de pêcheurs (N/m^2)	5 - 10	5 - 10	5 - 10	35
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	80 - 250	65 - 105	14 - 18	560 - 200
Température moyenne ($^{\circ}\text{C}$)	20	19	14	25
Rendement annuel Y (t/an)	2 100	275	25	42 - 46
Production (kg/ha/an)	100	78	14	220 - 560

Tableau V : Comparaison de quelques caractéristiques mésologiques et des productions piscicoles de divers lacs malgaches.

calculée par échantillonnage (220,1 kg/ha) ne serait sous-estimée que de 12,5%. VIDY (1983) considère comme acceptable une variation globale de 40 % pour les estimations de la production des pêches en zone tropicale. Cette différence devrait être réduite, dans le cas du lac Iotry, par la prise en compte de la somme des rendements de pêche obtenus avec les engins autres que le filet.

Bien qu'ayant des limites d'application assez restrictive, l'I.M.E. a été également calculé pour la période d'assèchement progressif ; sa valeur de 2375 ($c = 1900 \mu\text{S}/\text{cm}$ et $p = 0,80 \text{ m}$ en moyenne) correspond à une capture théorique de 544,37 kg/ha. La valeur précédemment déterminée par le biais des échantillonnages pour la même période (564 kg/ha) ne surestime donc ce résultat empirique que de 3,5 %.

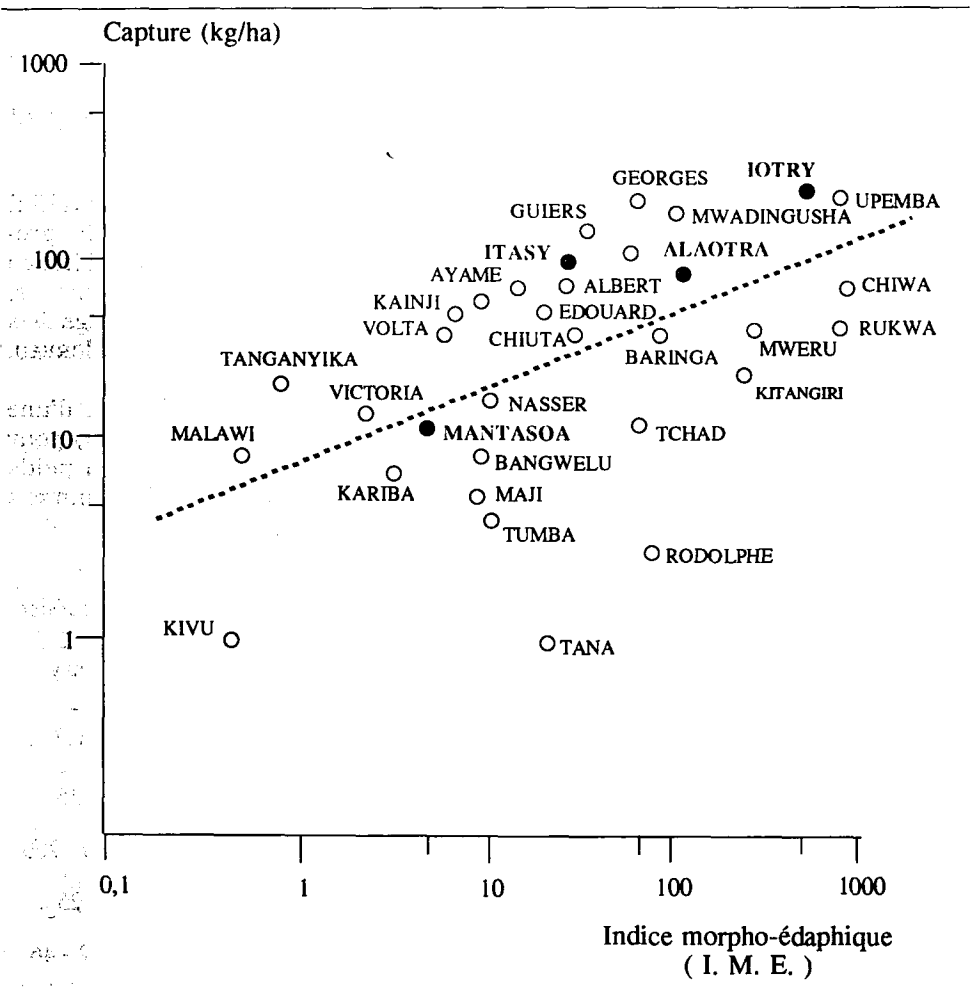


Figure 5 : Relation entre l'indice morpho-édaphique (I.M.E.) et la capture dans différents lacs africains (cercles blancs), dans les lacs malgaches d'altitude et dans le lac Iotry (cercles noirs) en période de pleine eau. Modifié d'après HENDERSON et WELCOMME (1974) et MOREAU (1979).

Le fait que le rendement en 1988 ait été 1,3 fois supérieur à celui de 1985 est en accord avec les remarques, de BRUTON et JACKSON (1983), pour qui les fortes variations de production sont directement liées aux fluctuations de niveau, dans les plans d'eau de moins de 3 m de profondeur. Ainsi dans le lac Tchad (DURAND, 1980 ; 1983), les productions sont passés de 30 000 tonnes en 1962 à 220 000 tonnes en 1974 puis à 100 000 tonnes en 1977, en corrélation avec les cycles d'assèchement.

La comparaison des productions exploitées, estimées par le biais de l'indice morpho-édaphique, dans différents lacs tropicaux d'Afrique et de Madagascar (fig. 5) établit l'importante production piscicole du lac Iotry.

Les productions élevées qui caractérisent les lacs africains peu profonds, ainsi que le remarquent LEVÊQUE et QUENSIÈRE (1988), seraient essentiellement dues à quelques uns de leurs traits morphométriques communs. Ces auteurs soulignent le rôle des zones d'herbiers, occupant souvent des surfaces importantes, productrices d'une grande quantité de matière organique et constituant des biotopes préférentiels pour certaines espèces de poissons et pour les alevins. L'absence de stratification thermique permanente, qui favorise le recyclage des éléments nutritifs, explique également en partie le fort potentiel de production de ces milieux particuliers.

FERNANDO et HOLEIK (1982) rappellent que la nature des communautés constitue l'un des facteurs fondamentaux de la production piscicole des lacs et réservoirs africains, en dehors des grands lacs constituant des milieux anciens et relativement stables. Parmi les nombreux poissons de rivière, les Cichlidés (dominants dans le lac Iotry) et les Clupéidés paraissent les plus aptes à coloniser les habitats lacustres et à s'y adapter.

Réalisée dans des conditions matérielles difficiles, cette étude ne tient pas compte des erreurs commises sur les efforts de pêche et sur l'estimation des prises. Les limites de variation des estimations de la production sont ainsi difficiles à établir. Cependant, deux faits méritent d'être rappelés, tendant à prouver une certaine objectivité de nos estimations. D'une part, les résultats obtenus par la méthode d'estimation directe et par la relation liant l'indice morpho-édaphique à la production piscicole sont du même ordre de grandeur. D'autre part, la production de pêche estimée durant la phase d'assèchement est pratiquement égale (à 3,6 %) à la valeur de la production potentielle du lac.

Les rendements obtenus sur le lac Iotry sont forts, comparés à ceux généralement obtenus dans d'autres lacs africains (de 40 à 60 kg/ha/an en moyenne d'après WELCOMME, 1985) mais, actuellement, le plan d'eau ne semble pas menacé d'une quelconque surexploitation. En effet, malgré la densité de pêcheurs qui l'exploitent (34 au km²), son alimentation périodique par les eaux de crue et la forte résilience des Cichlidés qui le peuplent (MOREAU, 1982 ; TWEDDLE et MAGASA, 1989) contribuent au maintien de son stock.

Enfin, il convient d'insister sur un des traits les plus originaux de la pêche artisanale locale. Echappant à tout contrôle administratif, l'exploitation piscicole du système « Onilahy - Iotry - Ranomay » est gérée d'une façon empirique par les populations locales. La forte productivité du lac Iotry contribue pour une large part au développement de cette région de Mada-

gascar naturellement très défavorisée et si l'on ne peut préjuger de l'aspect optimal de son exploitation, il faut cependant remarquer son efficacité. Le lac Ranomay constitue de fait un réservoir permanent, volontairement peu pêché, servant de palliatif aux assèchements cycliques mais imprévisibles du lac Iotry, naturellement beaucoup plus productif ; ce dernier est exploité dans le cadre d'institutions traditionnelles intégrant des délais nécessaires à sa recolonisation et à sa restauration périodique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMANIEU M. et LASSERRE G., 1982. — Organisation eé évolution des peuplements lagunaires. *Oceanol. Acta*, numéro spécial : 201-213.
- ARNOULT J., 1959. — *Poissons des eaux douces malgaches*. In : « Faune de Madagascar », X, I.R.S. Tsimbazaza, Tananarive, 162 pp.
- BASSE E., 1930. — Etude géologique de la région de Tongobory. *Bull. Acad. malgache, nouv. sér.*, 13 : 178-186.
- BATTISTINI R. et HOERNER J.M., 1986. — *Géographie de Madagascar*. S.E.D.E.S., Paris, 187 pp.
- BRUTON M.N. et JACKSON P.B.N., 1983. — Fish and fisheries of wetlands. *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 9 : 123-133.
- BURGIS M.J. et SYMOENS J.J., 1987. — *Zones humides et lacs peu profonds d'Afrique*. O.R.S.T.O.M., Paris, 650 pp.
- DAJOZ R., 1985. — *Précis d'écologie*. Dunod, Paris, 505 pp.
- DURAND J.R., 1980. — Evolution des captures totales (1962-1977) et devenir des pêcheries de la région du Lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 13 (1-2) : 93-11.
- DURAND J.R., 1983. — The exploitation of fish stocks in the Lake Chad region. *Lake Chad : ecology and productivity of shallow tropical ecosystem*. CARMOUZE J.P., DURAND J.R. et LEVEQUE C. Junk, The Hague, 53 : 425-481.
- FERNANDO C.H. et HOLEIK J., 1982. — The nature of fish communities : a factor influencing the fishery potential and yields of tropical lakes and reservoirs. *Hydrobiologia*, 97 : 127-140.
- FRYER G. et ILES T.D., 1972. — *The cichlid of the Great Lakes of Africa : their biology and evolution*. Oliver and Boyd, London : 1-641.
- HENDERSON H.F., RYDER R.A. et KUDHONGANIA A.W., 1973. — Assessing fishery potentials of lakes and rivers. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 30 : 2 000-2 009.
- HENDERSON H.F. et WELCOMME R.L., 1974. — The relationship of yield to morphoedaphic index and numbers of fishermen in African inland fisheries. *C.I.F.A. Occas. Pap.*, 1 : 1-19.
- JACKSON P.B.N. et SSENTONGO G.W., 1988. — Fisheries science in Africa. In : *Biology and ecology of african freshwater fishes*, LEVEQUE C., BRUTON M.N. and SSETONGO G.W. Ed., O.R.S.T.O.M., Paris : 648 pp.
- KIENER A., 1964. — *Poissons, pêche et pisciculture à Madagascar*. Publ. C.T.F.T., 24, Nogent-sur-Marne, 244 pp.
- LEVEQUE C. et QUENSIERE J., 1988. — Peuplements ichtyologiques des lacs peu profonds. In : *Biology and ecology of african freshwater fishes*, LEVEQUE C., BRUTON M.N. and SSETONGO G.W. Ed., O.R.S.T.O.M., Paris : 303-324.
- MARS P. et RICHARD-VINDARD G., 1972. — Contribution à l'étude écologique des peuplements du lac Ihotry, région de Tuléar, Madagascar. *Verh. Intern. Verein. Limnol.*, 18 : 666-675.
- MOREAU J., 1971. — Biologie comparée de *T. rendalli* au lac Itasy et au lac Mantasoa. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 5 (1) : 3-52.
- MOREAU J., 1974 a. — Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendalli* dans les lacs des hauts plateaux malgaches. I - Observations au lac Itasy et au lac Mantasoe. *Ann. Hydrobiol.*, 5 (2) : 83-93.
- MOREAU J., 1974 b. — Premières observations écologiques sur la reproduction d'*Heterotis niloticus*. *Ann. Hydrobiol.*, 5 (1) : 1-13.
- MOREAU J., 1975. — Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendalli* dans les lacs des hauts plateaux malgaches. II - Observations sur *Tilapia rendalli* au lac Alaotra. *Ann. Hydrobiol.*, 6 (2) : 93-101.

- MOREAU J., 1977. — Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de *Tilapia nilotica* et *Tilapia rendalli* dans les lacs des hauts plateaux malgaches. III - Observations sur *Tilapia nilotica* au lac Alaotra. *Ann. Hydrobiol.*, 8 (3) : 363-374.
- MOREAU J., 1979. — Biologie et évolution des peuplements de Cichlidés (Pisces) introduits dans les lacs malgaches d'altitude. Thèse Doc. Etat, I.N.P., Toulouse, 345 pp.
- MOREAU J., 1980. — Essai d'application au lac Alaotra (Madagascar) d'un modèle d'étude des pêcheries pour les plaines d'inondation intertropicales. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 13 (1-2) : 83-91.
- MOREAU J., 1982. — Le lac Ihotry, lac plat hypersalé (Madagascar). *Rev. Hydrobio. trop.*, 15 (1) : 71-80.
- PETIT G., 1930. — *L'industrie des pêches à Madagascar*. Géog. Marit. & Col., Paris, 392 pp.
- RAKOTOARISOA C., 1989. — Etude des activités halieutiques dans la région de Tongobory. *Rapport U.F.S.H.*, Mag. 84/002, Université de Tuléar, Madagascar, 63 pp.
- REGIER H. A., CORDONE A. J. et RYDER R. A., 1971. — Total fish landings from freshwaters as a function of limnological variables, with special reference to the lakes of east-central Africa. *F.A.O. Fish Stock Assessment Working Paper*, 3 : 1-13.
- RICKER W. E., 1980. — Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 191 (F) : 1-409.
- THOMASSON G. et THOMASSON M., 1992. — La végétation des sols récents dans le sud-ouest malgache. I - La série des alluvions fluviales. *Bull. Ecol.*, 23 (1-2) : 27-33.
- TWEDDLE D. et MAGASA J. H., 1989. — Assessment of multispecies cichlid fisheries of the southeast arm of Lake Malawi, Africa. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 45 : 209-222.
- VIDY G., 1983. — Pêche traditionnelle en bordure du Grand Yaéré nord-camerounais : le *Logomatia*. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 16 (4) : 353-372.
- WELCOMME R. L., 1985. — River fisheries. *F.A.O. Fish Tech. Pap.*, 262 : 1-330.