UTILISATION DU CHALUT ÉLECTRIFIÉ POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES POISSONS EN MILIEU TROPICAL (TCHAD)

VINCENT BENECH*, JOSÉ FRANC**, PHILIPPE MATELET***

*Adresse actuelle: Laboratoire d'Ichtyologie, Muséeum d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier, Paris 75005 (France).
**Mission O.R.S.T.O.M., Cajon Postal 8714, La Paz (Bolivie).
***Centre de Recherches Océanographiques, B.P. V. 18, Abidjan (Côte d'Ivoire).

RÉSUMÉ

Cette étude correspond à la mise au point d'un chalut électrifié manœuvrable à partir d'une petite embarcation et permettant un échantillonnage quantitatif.

Deux dispositifs ont été retenus: un chalut à perche pour les traits de fond et un chalut « avant » pour les traits de surface. Ces deux engins se complètent pour l'échantillonnage des eaux de faible profondeur du type lac Tchad.

L'électrification confère à ces chaluts de petites dimensions une efficacité convenable qui justifie leur utilisation. Parmi les formes de courant testées, le «triphasé redressé une alternance» a donné les meilleurs résultats.

L'amélioration de l'efficacité repose encore sur l'attribution de valeurs maximales à la vitesse de trait et à l'ouverture de la bouche qui sont des paramètres déterminants en chalutage classique.

En outre, les meilleurs rendements ont été obtenus de nuit et, dans les cours d'eau, pour les traits de sens amont-aval. D'autres facteurs sont également étudiés: interruption périodique du courant, champ électrique, position de la cathode, taille de maille, couche d'eau échantillonnée, mode de traction.

ABSTRACT

This study is an attempt to improve an electric trawl operated from a small boat and enabling a quantitative sampling.

Two gears have been chosen: a beam-trawl for bottom hauls, a front trawl for surface. These two gears are complementary to one another for the sampling of shallow waters as can be found in lake Chad.

Electrifying these small trawls improves their efficiency and justifies their use. Among the three electric current forms given by our electrofishing set, the «one wave rectified three phase current» is the most efficient.

Besides, the improvement of its efficiency relies upon the maximum values of trawling speed and upon the opening of the trawl which both are typical trawling parameters.

Moreover, the best catches have been achieved at night; and in rivers, the best yields have been obtained when hauling downstream. Others factors are also investigated: the periodic interruption of current, cathode position, electric field, mesh size, sampled water column, towing method.

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. XII, n° 3-4, 1978: 197-224.

1. INTRODUCTION

Le chalut est, avec la senne tournante, le seul engin d'échantillonnage quantitatif utilisable dans les zones éloignées des berges. Les embarcations légères dont nous disposons rendent plus aisée la mise en œuvre d'un chalut que celle d'une senne tournante ; il est possible d'effectuer au chalut un plus grand nombre de prélèvements et d'obtenir ainsi des estimations de biomasses statistiquement plus valables. Le chalutage est possible de jour et de nuit et peut être limité à certaines couches d'eau, ce qui permet des études de comportement (rythmes alimentaires, migrations verticales).

Les chaluts utilisés habituellement sont tractés. Nous avons d'abord utilisé ce type d'engin tracté par une embarcation à fond plat (5 × 1,5 m) propulsée par un moteur hors-bord 40 cv. L'électrification de la bouche a multiplié le rendement jusqu'à huit fois. Nous avons obtenu de bons résultats pour les traits de fond, par contre les traits de surface ont fourni un rendement beaucoup plus faible.

Cette différence est à attribuer soit à une densité de poissons plus faible dans les couches d'eau les plus superficielles, soit à une efficacité moindre du chalutage en surface. Les espèces de surface, en général plus mobiles que celles de fond, sont susceptibles de fuir devant toute perturbation du milieu notamment celle qui est créée par l'hélice du bateau. Ces suppositions et les difficultés pratiques du halage, nous ont conduit à concevoir un chalut placé à l'avant du bateau. Ce dispositif limite le chalutage aux couches d'eau supérieures mais donne de bons résultats ; il permet d'effectuer avec beaucoup plus de facilité diverses expériences sur les différents paramètres qui influencent le rendement du chalutage électrique : tension et forme de courant, vitesse optimale du trait, sens du trait en milieu lotique...

Les essais de chalutage présentés dans cet article ont eu lieu dans le bassin du lac Tchad aux endroits indiqués sur la figure 1. La profondeur moyenne des plans d'eau échantillonnés est de 2 à 3 m. La température de l'eau a varié entre 20 et 30 °C et la conductivité entre 60 et 100 µS/cm. La résistance interélectrodes atteignait 70-80 Ω.

2. MATÉRIEL UTILISÉ

2.1. Source d'énergie électrique

Le courant électrique est fourni par un groupe électrogène « Titan » à moteur Sachs 2 temps avec régulateur de vitesse, couplé à un alternateur 3 KVA à 2 sorties : 380 V triphasé et 220 V monophasé, utilisables simultanément. Cet ensemble robuste est tropicalisé. Il pèse 56 kg à sec.

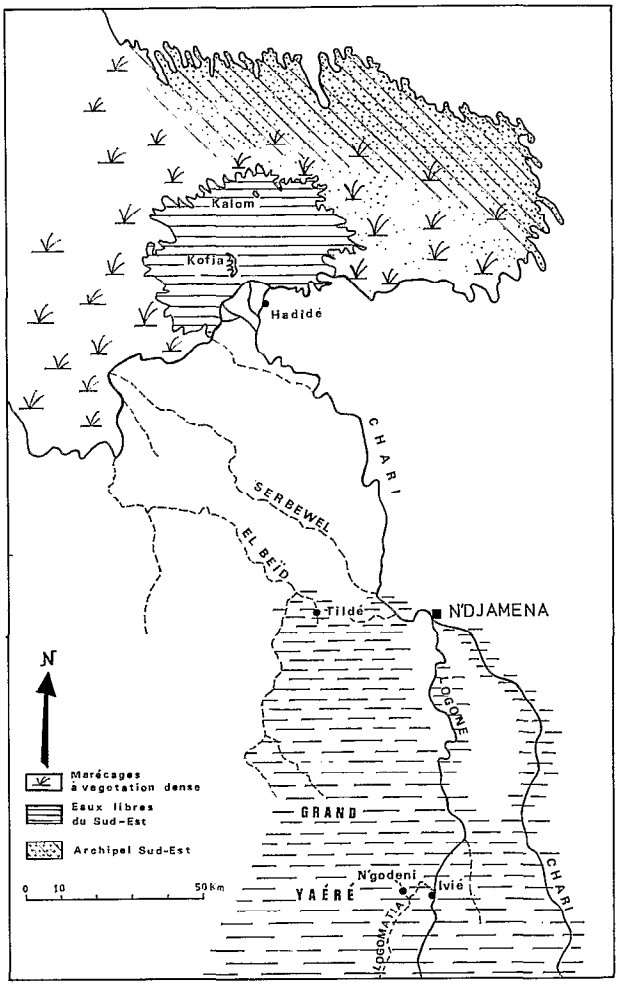

Fig. 1. — Carte de situation des lieux d'échantillonnage.
Map of sampling sites.

2.2. Appareil de pêche électrique

Il s'agit de l'ensemble « HÉRON », réalisé et mis au point par Gosset (1976). D'un poids de 25 kg, il permet à partir du 380 V triphasé d'obtenir par transformation et redressements diverses valeurs et formes de courant :

1° Un courant triphasé redressé 2 alternances à Vmoyenne = 0,955 de Vmax, soit très proche du courant continu, que nous appellerons courant « continu ». (Taux d'ondulation : 4 %) ;

2° Un courant triphasé redressé 1 alternance à Vmoyenne = 0,827 de Vmax, soit un courant au taux d'ondulation de 17,7 % que nous appellerons courant « ondulé » ;

3° On peut également obtenir un courant mono-

TABLEAU I

Valeur limite de conductivité en fonction du voltage crête et de la position du sélecteur de tension (d'après GOSSET, 1976).

	Courant continu					Courant ondulé				
Position sélecteur	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tension de crête en volt	300	400	500	600	700	170	230	285	340	400
Valeur limite de conductivité en µS/cm	330	180	115	80	58	1 000	500	330	230	147
Résistance inter-électrode minimale en Ω	30	55	85	125	170	11	20	30	43	68

phasé redressé 2 alternances. Il faut pour cela mettre le sélecteur sur courant ondulé et débrancher le fusible d'une des phases. Le courant ainsi obtenu est appelé courant « redressé ».

La puissance disponible à la sortie du HÉRON est bien entendu optimale en position « continu » et décroissante pour les positions « ondulé » et « redressé ». Un sélecteur de tension à 5 positions est utilisable pour les 3 formes de courant (tabl. I).

2.3. Accessoires communs à toutes les pêches électriques

2.3.1. LA CATHODE

C'est un treillis de laiton de 1,8 × 1,0 m dont le fil fait 0,6 mm de diamètre et la maille 3 mm de vide. Afin d'augmenter la surface de la cathode, donc le champ de l'anode, et d'avoir un treillis plus souple, nous avons, depuis ces expériences adopté un treillis fait de fil de 0,3 mm de diamètre et de 1,5 mm de vide. Les dimensions restent sensiblement les mêmes.

2.3.2. LES ANODES

Pour tous les chaluts nous utilisons un tube souple en alliage d'aluminium (Capriflex) de 16 mm de diamètre, disposé tout autour de la bouche et fixé au filet par colliers indesserrables en matière plastique.

2.3.3. LES CÂBLES D'ALIMENTATION DES ÉLECTRODES

Ce sont des câbles souples, isolés à 1000 V, d'une section largement calculée pour le débit maximum (≃ 5 A). L'isolant est choisi pour résister à l'action du soleil et des hydrocarbures ainsi qu'aux efforts mécaniques auxquels il est soumis (voir paragraphe modes de chalutage).

Leur fixation aux différentes électrodes est double : électrique (embout soudé et vissé, collier) et mécanique (corde frettée, mousqueton, nœud).

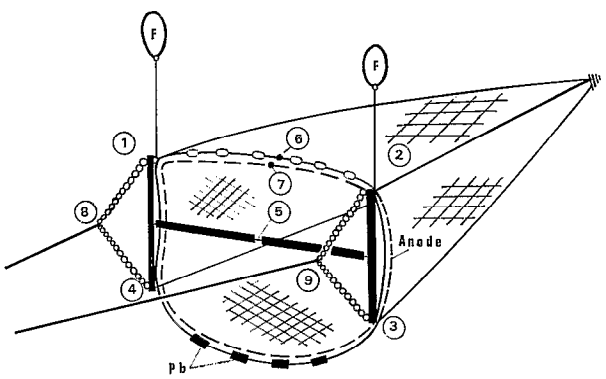

Fig. 2. — Chalut à perche.
Trawl with beam for bottom hauls.

1 à 4 : Points de fixation du chalut aux montants, points d'effort de traction.
Same points to fix the trawl to the iron frame and to haul it.

5 : Éprouvette.
Weak point for a preferential break.

6 : Point de fixation mécanique du câble d'alimentation de l'anode.
Anode mechanical fixation.

7 : Point de fixation électrique du câble à l'anode.
Anode electrical fixation.

F : En 1 et 2 peuvent se fixer 2 gros flotteurs qui assurent une profondeur déterminée de chalutage.
F: Float.

8 et 9 : Points d'accrochage des funes de halage aux chaînes des montants.
Points of fixation of hauling ropes.

P. b. : Plombage de la ralingue inférieure à 2,5 kg.
Lead line (2,5 kg).

2.4. Chalut à perche (fig. 2)

Ce chalut a une ouverture de 2,5 m de large sur 1,5 m de haut pour 4,8 m de profondeur. La poche possède une ouverture rapide par ligature. La maille est de 12 mm de côté en fil de nylon de 6 660 m au kg sur le dessus et de 3 330 m au kg au dessous.

En pêche, l'ouverture de la bouche du chalut est assurée par 2 montants verticaux de 1 m de haut. Ces montants sont maintenus à 2,5 m d'écartement par une perche emboîtée et goupillée à l'équerre en leur milieu. La perche est en deux morceaux assemblés par une éprouvette de moindre résistance qui cède en cas de rencontre avec un obstacle. Perche et montants sont en tube 16 × 21.

La ralingue inférieure du chalut ainsi que les 0,5 m restant sur la hauteur forment un tombant arrondi qui assure un contact souple avec le fond.

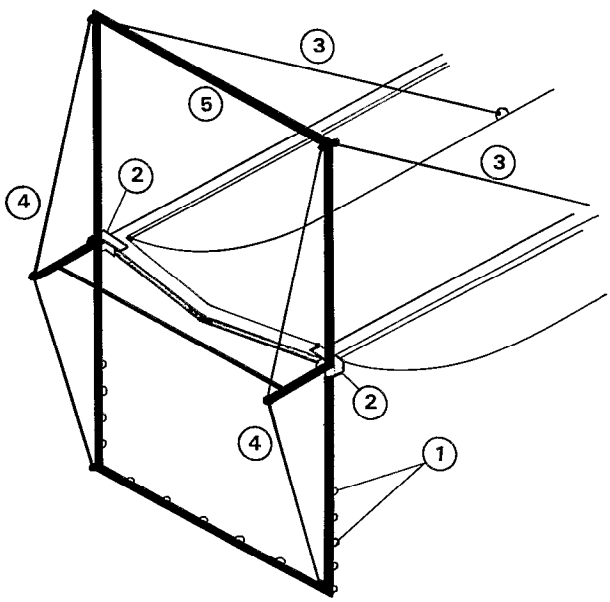

Fig. 3. — Position du cadre support du chalut avant sur le bateau.
The position of iron front trawl frame.

1 : Accrochage du chalut.
Points of fixation of the trawl mouth.

2 : Cornes d'appui du cadre.
Support of the iron frame.

3 : Cordes de positionnement du cadre.
Ropes.

4 : Haubans des montants.
Guy.

5 : Traverse isolée.
The upper bar of iron frame is insulated.

2.5. **Chalut avant** (fig. 3 et fig. 5, schéma 4)

C'est une poche de 1,5 m de large sur 1 m de haut pour 4 m de profondeur. Il est coupé dans une nappe TRESSNET de maille 4 mm de côté. Une série de mousquetons fixés à la ralingue de bouche permettent un accrochage aisé au cadre support. La poche est équipée d'une ouverture rapide par ligature.

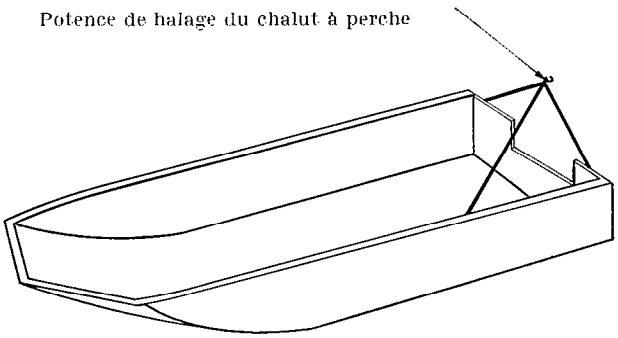

Fig. 4. — Embarcation principale.
Hauling boat.

Le cadre support du chalut est constitué de 2 montants verticaux en tube carré 40 mm, de 3 m de longueur, haubanés par câbles de 3 mm pour compenser l'effort de flexion. Ces montants sont réunis en leurs extrémités et leur milieu par 3 traverses de 1,5 m (largeur du chalut), démontables pour le transport. Nous avons ainsi un cadre de 3 × 1,5 m avec, sur la traverse inférieure et le premier mètre inférieur des montants, 8 points d'accrochage du chalut. Sur les montants, à mi-hauteur, face arrière, là où viennent prendre appui les 2 cornes du bateau, nous avons soudé 3 crans qui permettent d'ajuster à 5 cm près la profondeur de chalutage et évitent le glissement vertical des montants lors des manœuvres de bascule du cadre. La traverse supérieure est isolée électriquement avec un tuyau d'arrosage pour permettre le relevage du chalut avant la coupure du courant. Deux cordes de longueur déterminée sont fixées d'une part au bateau et d'autre part tout en haut des montants du cadre ; elles déterminent la position du chalut en pêche et supportent l'effort de traction.

2.6. **Embarcations**

2.6.1. EMBARCATION PRINCIPALE (fig. 4)

C'est une coque plastique à faible tirant d'eau fabriquée sur place. Les caractéristiques en sont les suivantes :

largeur	1,8 m
longueur hors tout	5 m
franc bord	0,6 m
poids	210 kg environ
propulseur	40 cv hors bord

2.6.2. EMBARCATION AUXILIAIRE

Il s'agit d'un modèle de série de 3,1 × 1,3 m, en plastique, dépouillé de sa double coque et renforcé par des longerons plastifiés. Cette embarcation est

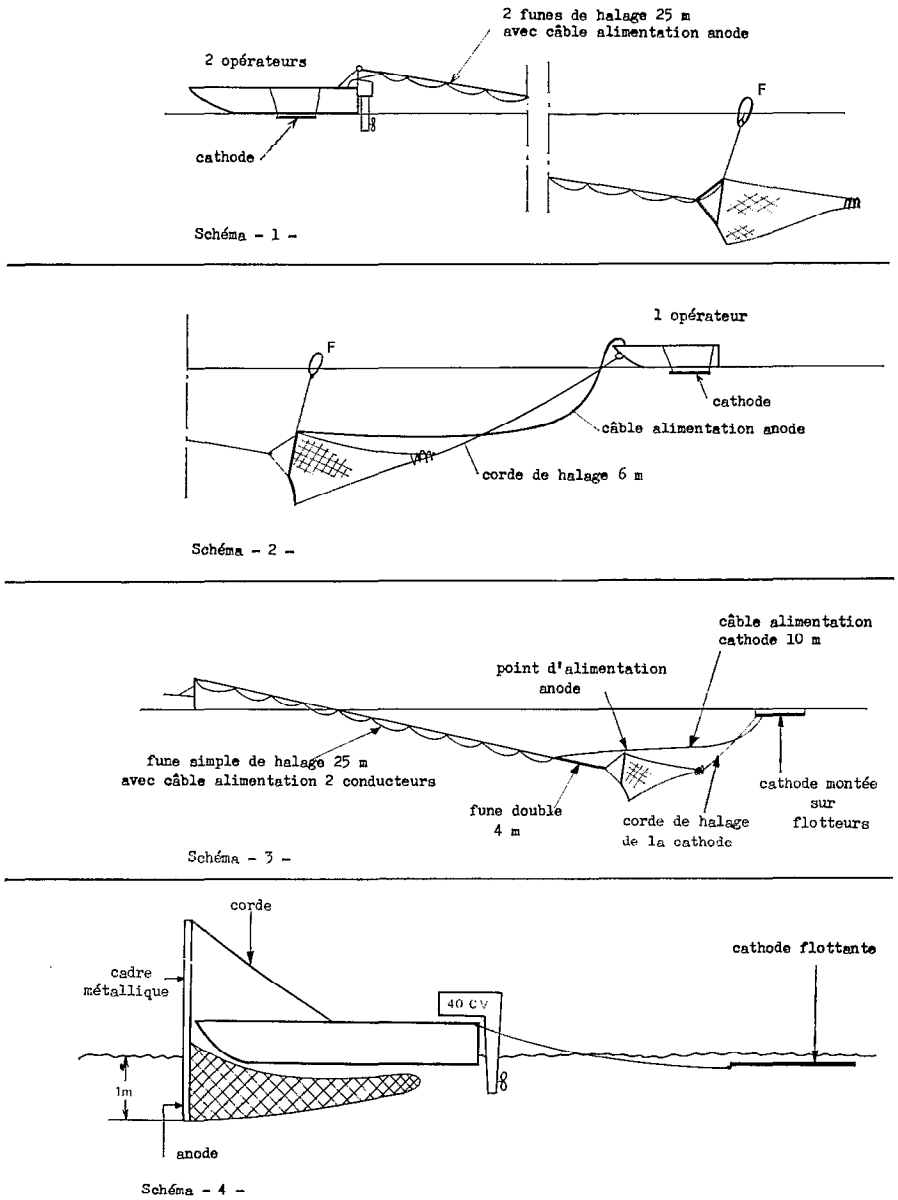

Fig. 5. — Différentes méthodes de chalutage utilisées (voir texte). Schémas 1, 2, 3 : Chalut à perche. Schéma 4 : Chalut avant.
Trawling methods used (cf. text). Diagrams 1, 2, 3: trawl with beam. Diagram 4: front trawl.

utilisée pour les chalutages avec cathode arrière (cf. paragr. 3.1). Dans ce cas, le bateau est halé par une ralingue partant de la poche du chalut à perche (fig. 5, schéma 2).

3. MÉTHODES DE CHALUTAGE

3.1. **Chalut à perche**

Nous avons essayé successivement trois méthodes de chalutage qui diffèrent essentiellement par la position de la cathode (cf. paragr. 4.2.5) :

— *1er cas* (fig. 5, schéma 1) : avec appareillage électrique dans le bateau principal, la cathode est maintenue étalée sous celui-ci. L'alimentation de l'anode se fait par un câble monoconducteur lié à l'une des funes de halage. Il est nécessaire de compenser par le plombage le déséquilibre apporté par le poids de ce câble. La manœuvre nécessite 2 opérateurs.

— *2e cas* (fig. 5, schéma 2) : l'appareillage électrique est dans le bateau auxiliaire, la cathode sous celui-ci. Il est halé par une corde de 6 m qui part de

TABLEAU II

Moyennes des captures en nombre et en poids obtenues au chalut à perche électrifié, en surface et en profondeur, de jour et de nuit, dans les Eaux Libres du sud-est du lac Tchad, en juin 1976 (d'après les données du tableau 16).

m : moyenne
s : écart-type
n : nombre de traits

		Jour			Nuit		
		m	s	n	m	s	n
Surface	N	9,3	6,7	6	79,2	38,1	12
	P(g)	375,7	372,4	6	2 480,2	1 267,5	12
Fond	N	61,5	75,5	6	141,8	48,3	12
	P(g)	3 201,7	3 557,5	6	5 319,4	2 123,7	12

la poche du chalut. Cette méthode nécessite un opérateur supplémentaire dans ce bateau et un moyen de communication par signaux entre les 2 bateaux.

— *3e cas* (fig. 5, schéma 3) : l'appareillage électrique est dans l'embarcation principale. Un câble à 2 conducteurs est lié souple à la fune de halage. 4 m avant le chalut la fune bifurque et le câble va directement au point de branchement de l'anode au milieu du chalut. Un conducteur alimente l'anode, le deuxième va alimenter la cathode flottante 10 m derrière. La cathode est halée par une corde attachée au cul du chalut.

Nous avons finalement retenu la dernière solution qui s'avère la plus pratique pour cette position arrière de la cathode. La vitesse de traction de ce dispositif est de 3 km/h environ avec une maille de 12 mm. La profondeur de pêche est réglée par des flotteurs et le lest.

En fin de trait le chalut est ramené à bord manuellement. Afin d'éviter l'échappement, le courant n'est coupé que lorsque la perche se trouve à portée de main pour le hissage à bord. Malgré cette précaution, on observe toujours des poissons qui réussissent à s'enfuir.

3.2. **Chalut avant** (fig. 5, schéma 4)

Le cadre métallique est placé verticalement à l'avant du bateau à la profondeur de pêche désirée (maximum 1 m). Une cathode flottante est traînée à 10 mètres de l'embarcation. Avec une maille de 4 mm, la vitesse d'avancement est de 6,2 km/h. En fin de trait, un ralentissement facilite le relevage de la bouche par simple mouvement de bascule.

Pour l'échantillonnage de la couche d'eau supérieure, ce système présente plusieurs avantages par rapport au chalut à perche :

TABLEAU III

Nombre de poissons capturés au chalut avant (maille 4 mm) dans le Logomatia à Ngodeni le 28 octobre 1976 après 19 h à deux profondeurs : 0 à 50 cm et 0 à 100 cm.
Caractéristiques de traits : 5 minutes vers l'aval, 5 A, 400 V, courant « redressé ».

Couche d'eau échantillonnée	0 à 50 cm				0 à 100 cm			
N° du trait	1	2	3	T	4	5	6	T
Espèces								
Alestes baremoze	13	14	4	31	10	14	21	45
Alestes nurse	8	1	1	10		1	3	4
Micralestes acutidens	10	16	27	53	20	24	43	87
Schilbe mystus	3	4	1	8	1	2	1	4
Siluranodon auritus	2	1	1	4	2			2
Pollimyrus isidori	5	1	2	8	46	22	41	109
Synodontis batensoda	1	2		3	3	1	1	5
Barilius niloticus			1	1		1		1
Barbus sp.			1	1	11	25	41	77
Nannocharax sp.					3			3
Brienomyrus niger					1		2	3
Marcusenius cyprinoïdes					1		1	2
Labeo senegalensis						3	3	6
Petrocephalus bovei						4	1	5
Distichodus rostratus							1	1
TOTAL	42	39	38	119	98	97	159	354

— rapidité et facilité de mise en œuvre

— pas de corde de traction ni de longs câbles électriques

— pas de perturbation du milieu avant le passage du chalut (sillage du bateau)

TABLEAU IV

Nombre de poissons capturés à l'épuisette électrifiée dans un herbier d'un bras du delta du Chari (Hadidé, janvier 1976) à différentes périodes de la journée. Chaque échantillon correspond à 1 heure de pêche en courant « continu », 3, 5 A, 700 V.

Heures de pêche / Espèces	12 h 15	17 h	21 h 30	2 h	6 h 15	9 h	T	%
Petrocephalus bane		1				1	2	0,1
Pollimyrus isidori		3	1	1	1	1	7	0,4
Hydrocyon forskalii	1	4				3	8	0,4
Alestes dentex	8	9			13	19	49	2,7
Alestes baremoze	13	11	2		8	60	94	5,1
Alestes macrolepidotus	57	24	202	112	67	59	521	28,3
Alestes nurse	44	10	35	9	30	27	155	8,4
Micralestes acutidens	87	79	95	32	125	374	792	43,1
Ichthyborus besse			2	1	3		6	0,3
Citharinus citharus	1						1	0,1
Nannocharax	1						1	0,1
Distichodus rostratus		1					1	0,1
Barbus spp	9	19	119		2		148	8,1
Labeo senegalensis	1	6	1		1	2	11	0,6
Chrysichthys auratus	1						1	0,1
Schilbe mystus			2			1	3	0,2
Siluranodon auritus	2		7				9	0,5
Epiplatys sp			1	1	1	3	6	0,3
Lates niloticus	4	2	4		2	2	14	0,8
Tilapia spp			1		1	5	7	0,4
Ctenopoma murei					2		2	0,1
TOTAL	228	169	472	156	256	557	1 838	

— le relevage rapide de la bouche évite l'échappement en fin de trait

— possibilité d'observer les réactions du poisson dans le champ électrique devant la bouche du chalut

— étude aisée de la dynamique de l'eau à l'intérieur du chalut.

Ces caractéristiques nous ont conduits à tester principalement avec ce système, différents facteurs agissant sur le rendement.

4. RECHERCHES POUR L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ DU CHALUTAGE ÉLECTRIQUE

4.1. **Facteurs indépendants de l'électrification du chalut** (1)

4.1.1. COUCHE D'EAU ÉCHANTILLONNÉE

Le rendement du chalutage peut varier selon la couche d'eau échantillonnée en fonction du caractère pélagique ou benthique des espèces composant le peuplement. Des différences nettes entre les traits de fond et de surface apparaissent dans le tableau II.

A proximité de la surface, la stratification de certaines espèces est démontrée par les variations importantes qu'on obtient pour une faible différence de profondeur. D'après le tableau III, *Pollimyrus isidori* et *Barbus spp* sont abondants dans la couche d'eau — 0,5 à — 1 m et rares entre 0 et — 0,5 m. Par contre les *Alestes baremoze*, *A. nurse*, *Micralestes* et *Schilbe* sont localisés dans la couche superficielle.

La détermination précise de la profondeur de chalutage acquiert donc son importance. En effet, un chalut en position incertaine par rapport au fond, accentuera l'hétérogénéité des traits. A cette difficulté, se superpose celle des migrations nycthémérales, verticales et horizontales, dont on doit tenir compte pour déterminer les périodes d'échantillonnage.

(1) Pour tous ces essais, le chalut était électrifié.

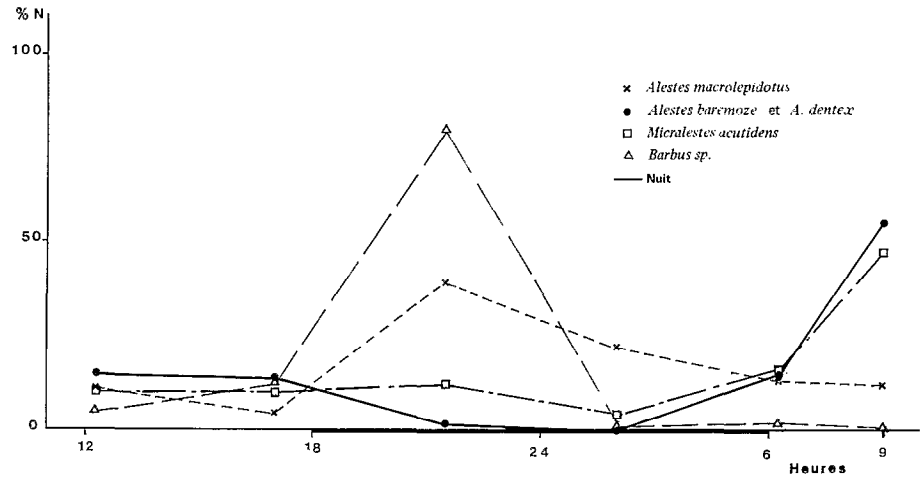

Fig. 6. — Variations des captures spécifiques (% en nombre) au cours d'un cycle de 24 h. Pêche à l'épuisette électrifiée dans un herbier du delta du Chari (d'après le tableau IV).

Specific catches variations (% in number) through 24 h cycle. Fishing with electric landing-net in an aquatic vegetation area of the Chari delta (after table IV).

TABLEAU V

Comparaison de deux vitesses de chalutage en surface dans la cuvette sud du lac Tchad le 14 janvier 1977 (chalut avant, maille 4 mm — courant « redressé », 4,5 A, 400 V).

Espèces	5 km/h			8,3 km/h			Période d'échantillonnage
	n° d'ordre du trait	poissons capturés		n° d'ordre du trait	poissons capturés		
Alestes baremoze	1	29		3	90		16 h 25 à 17 h 15
	2	2		4	6		
	TOTAL.....	31			96		
	1	8		3	35		19 h à 20 h 40
	2	14		4	37		
	5	9		7	28		
	6	3		8	13		
	TOTAL.....	34			113		
Micralestes acutidens	1	15		3	14		19 h à 20 h 40
	2	4		4	10		
	5	5		7	3		
	6	5		8	9		
	TOTAL.....	29			36		
Hemisynodontis membranaceus + *Brachysynodontis batensoda*		<100 mm	>100 mm		<100 mm	>100 mm	19 h à 20 h 40
	1	0	0	3	1	2	
	2	0	8	4	1	1	
	5	1	0	7	1	1	
	6	0	1	8	4	3	
		1	9		7	7	
	TOTAL.....	10			14		
Eutropius niloticus	1	2		3	11		19 h à 20 h 40
	2	11		4	0		
	5	4		7	6		
	6	4		8	2		
	TOTAL.....	21			19		

TABLEAU VI

Influence de la vitesse de chalutage sur les rendements par groupe de taille chez *Alestes baremoze* et *A. dentex*. Chalutage de surface dans la cuvette sud du lac Tchad le 14 janvier 1977 (cf. tableau V).

Vitesse		5 km/h				8,3 km/h			
Groupes de taille		N° du trait	< 100 mm	de 100 à 149 mm	⩾ 150 mm	N° du trait	< 100 mm	de 100 à 149 mm	⩾ 150 mm
Alestes baremoze	Nuit	1	1	6	1	3	5	25	5
		2	4	7	3	4	2	31	4
		5	4	5	0	7	9	17	2
		6	1	1	1	8	4	7	2
	Jour	1	0	25	4	3	0	71	19
		2	0	2	0	4	0	4	1
	TOTAL.....		10	46	9	TOTAL...	20	155	33
Alestes dentex	Nuit	1	0	2	0	3	0	1	1
		2	0	0	0	4	0	1	0
		5	0	0	0	7	0	1	0
		6	0	0	0	8	0	1	0
	Jour	1 et 2	0	0	0	3 et 4	0	1	0
	TOTAL.....		0	2	0	TOTAL...	0	5	1
TOTAL.....			10	48	9		20	160	34

4.1.2. PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Dans un milieu comprenant plusieurs habitats, il peut exister de l'un à l'autre des migrations nycthémérales. Un cycle de pêches à l'épuisette électrifiée sur 24 heures dans un vaste herbier d'un bras du Chari a mis ce phénomène en évidence (tabl. IV, fig. 6). Le rendement de la pêche augmente dans la première partie de la nuit et diminue dans la journée pour *Alestes macrolepidotus* et *Barbus spp* ; c'est l'inverse pour les *Alestes baremoze*, *A. dentex* et *Micralestes*. Dans un autre lieu, en pêchant en eaux libres, nous avons constaté que le rendement diminue la journée et augmente la nuit pour les *Alestes baremoze* et *A. dentex*. Ces deux espèces se réfugieraient donc de jour dans les herbiers et les fuiraient la nuit.

La différence de rendement entre le jour et la nuit, explicable pour l'herbier du delta du Chari par les migrations d'un milieu à l'autre, est moins compréhensible quand le biotope est uniforme sur plusieurs kilomètres carrés. C'est le cas dans les Eaux libres du sud-est du lac Tchad ; le rendement est plus faible de jour et cette différence s'accentue en surface (tabl. II). On peut penser à un évitement du chalut lié à une visibilité et/ou une capacité de réagir plus grande de jour.

Les poissons auraient donc la possibilité d'éviter le chalut qui ne capturerait pas tous ceux situés sur sa trajectoire. Nous avons essayé d'améliorer l'efficacité en agissant sur la vitesse.

4.1.3. VITESSE DE CHALUTAGE

Tous les traits ont été réalisés à l'aide du chalut avant (maille de 4 mm), sur un parcours balisé de 475 m, de nuit entre 19 h et 20 h 40 et de jour entre 16 h 25 et 17 h 15, à deux vitesses : 5 et 8,3 km/h. L'échantillon correspond à la couche d'eau entre la surface et — 1 m. Les résultats sont inscrits dans le tableau V.

Avec l'élévation de vitesse, l'augmentation du rendement est très nette chez *Alestes baremoze*, environ trois fois plus grande de jour comme de nuit. Cette différence, statistiquement significative au seul de 5 % (comparaison des moyennes des rendements de nuit : $t = 3{,}16$; test non paramétrique de Mann-Whitney : $U = 0$), n'apparaît pas chez les poissons moins rapides du fait de leur petite taille (*Micralestes* ≃ 30 mm, jeunes *Eutropius* ≃ 50 mm) ou moins vifs (*Brachysynodontis batensoda* et *Hemisynodontis membranaceus*). Toutefois, pour ces deux dernières espèces, on peut penser qu'un plus grand nombre de traits aurait permis de mettre en évidence un rendement statistiquement meilleur en vitesse rapide.

L'effet de la vitesse est-il en relation avec la taille ? Chez *Alestes baremoze* et *A. dentex* (tabl. VI), le

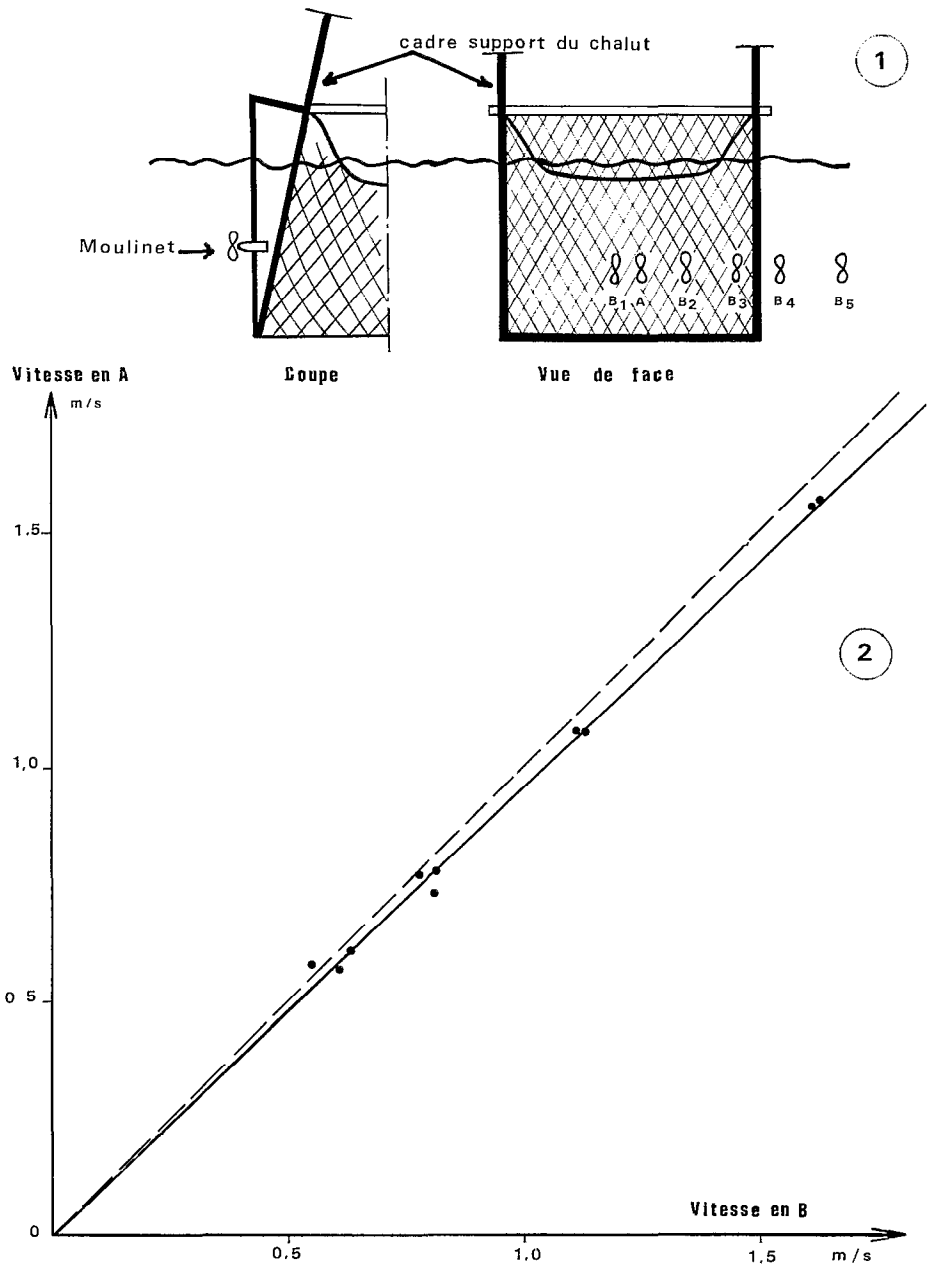

Fig. 7. — Mise en évidence du ralentissement de l'écoulement de l'eau devant la bouche du chalut.
1. Dispositif de mesure. 2. Position de la droite de régression $V_A = 0{,}9567\ V_B + 0{,}0068$ par rapport à la bissectrice (moulinet B_5).
V_A : Vitesse au point A.
V_B : Vitesse au point B.

Study of water flow slowing down in front of the opening of trawl.
1. Measuring device for water flow. 2. Relative position of linear regression $V_A = 0{,}9567\ V_B + 0{,}0068$ and bisector (Flowmeter n° 5).
V_A : *speed in point A.*
V_B : *speed in point B.*

TABLEAU VII

Vitesses d'écoulement de l'eau (en m/s) au niveau de la bouche du chalut avant (maille 4 mm) pour trois vitesses d'avancement, (cf. figure 3).

	VERS L'AMONT										VERS L'AVAL	
Position de la mesure / Vitesse d'avancement	A	B_1	A	B_2	A	B_3	A	B_4	A	B_5	A	B_5
Faible	0,454	0,461	0,566	0,566	0,512	0,523	0,684 0,633 0,635	0,668 0,599 0,658	0,571 0,732 0,771 0,781	0,612 0,809 0,781 0,814	0,607 0,584	0,630 0,553
Moyenne	1,034	1,029	0,926	0,947	1,120	1,120	1,075 0,949 1,095	1,059 0,975 1,128			1,077 1,082	1,110 1,128
Forte	1,302	1,302	1,611	1,609	1,619	1,606	1,655 1,580	1,667 1,596			1,555 1,573	1,614 1,632

rapport des captures de 8,3 km/h à celles de 5 km/h augmente avec la taille ; il est de $\frac{20}{10} = 2$ pour $L < 100$ mm, de $\frac{160}{48} = 3{,}33$ pour $100 \leqslant L < 150$ mm et de $\frac{34}{9} = 3{,}78$ pour $L \geqslant 150$ mm.

L'effet favorable de la vitesse sur le rendement s'accroît avec la taille, ce qui paraît logique puisque la puissance de nage, donc d'évitement du chalut, doit être plus importante chez les grands poissons. Les grandes tailles sont aussi plus vulnérables à l'action du champ électrique et l'effet favorable est sans doute une résultante des deux. Il existe donc pour les espèces que l'on veut capturer une vitesse efficace minimale de chalutage qui dépend de la taille maximale et de la puissance de nage. Quand l'augmentation de vitesse n'améliore pas le rendement, on peut supposer que l'efficacité maximale est atteinte.

4.1.4. EFFICIENCE DE FILTRATION

La petitesse de la maille diminue la vitesse d'écoulement de l'eau à l'intérieur du chalut. La maille utilisée étant relativement petite (4 mm), nous avons voulu vérifier l'ampleur de ce phénomène. Il est peu marqué à nos vitesses de chalutage habituelles (3 à 8 km/h). La figure 7 montre le schéma du dispositif expérimental. Deux moulinets ont été fixés à l'avant du chalut à 20 cm environ en avant du plan de la bouche ; le moulinet A a toujours conservé la même position, le moulinet B a été déplacé successivement à 5 emplacements et chaque fois plusieurs mesures ont été effectuées à différentes vitesses (tabl. VII). La comparaison des vitesses en A et en B (position 5) fait apparaître un ralentissement de l'écoulement de l'eau face à la bouche du chalut. La droite de régression de V_A en V_B a une pente inférieure à 1 comme le montre sur la figure 7, sa position par rapport à la bissectrice. L'écart entre V_A et V_B augmente avec la vitesse de halage mais n'est que de 0,33 km/h à 8 km/h.

L'absence de différence entre V_A et V_B pour les positions 1, 2, 3, et 4 de B (tabl. VII) montre que le ralentissement de l'eau est uniforme sur toute la surface de la bouche du moins pour la sensibilité des moulinets utilisés. Cette expérience reprise avec un autre type de moulinet permettant de mesurer les vitesses exactement dans le plan de la bouche du chalut, a montré que la vitesse d'écoulement diminuait en se rapprochant du centre de la bouche l'écart maximal entre V_A et V_B est plus important que précédemment mais reste relativement faible : 0,5 km/h pour la vitesse d'avancement de 5,9 km/h. Ces mesures nous ont permis de calculer l'efficience de filtration F qui est égale au rapport de la vitesse moyenne d'entrée du flux dans le filet à la vitesse à laquelle le filet est traîné. F = 94 % pour le chalut avant de 1,5m² d'ouverture pour une maille de 4 mm.

4.1.5. Échappement

Autre problème délicat de l'échantillonnage : la sélectivité due à la taille de maille. Dans la mesure où une maille plus petite ne diminue pas l'efficacité du chalutage, notamment en imposant une vitesse trop faible, il est préférable de l'employer pour diminuer voire supprimer l'échappement des petits poissons, donc la sélectivité de l'engin.

La présence fréquente de poissons maillés autour de la bouche du chalut est certainement due à l'effet attractif de l'anode placée tout autour. Dans un chalut classique constitué de nappes de taille de maille différentes, le poisson suit l'intérieur des parois de l'engin tant qu'il n'est pas emprisonné et c'est la maille du cul du chalut qui détermine la sélectivité. Dans le cas du chalut électrifié, le poisson choqué ou attiré par l'anode perd son comportement naturel et le chalut filtre les poissons sur toute sa surface ; l'emploi de mailles plus grandes que celles du cul du chalut pour le corps du chalut doit se traduire par une efficacité moins grande vis-à-vis des petits poissons.

L'échappement des poissons par la bouche du chalut à perche est fréquent en fin de trait. Il est favorisé par le ralentissement de l'engin qui peut entraîner un refoulement et par l'intervalle de temps assez long entre l'arrêt du halage et le hissage à bord. Un dispositif de fermeture de la bouche éviterait ces fuites. Le système de relève rapide de la bouche du chalut avant minimise ce phénomène mais il est important de ne pas réduire la vitesse brutalement.

4.1.6. Mode de traction

Le chalut est un engin de pêche généralement conçu pour être tiré. En chalutage de surface, la perturbation du milieu par l'hélice et le bruit du moteur du bateau tracteur peuvent faire fuir le poisson avant l'arrivée du chalut. La conception du chalut avant est issue de cette hypothèse. Nous avons essayé de la démontrer en comparant les résultats de traits effectués dans le même milieu en tractant le chalut à perche à la même vitesse à l'aide d'un ou deux bateaux. Le halage avec deux bateaux (chalut bœuf) permet de maintenir la bouche du chalut en dehors du cône de perturbation par l'hélice ; cette façon de procéder augmente le rendement de 2,5 fois en trait de surface pour les *Alestes baremoze* et *A. dentex* (tabl. VIII). La différence entre les moyennes des deux échantillons est significative au seuil de 5 % ($t = 2{,}50$; $t_{0{,}05} = 2{,}36$). Notons dans les traits à deux bateaux, la capture, pour la première fois avec notre chalut électrifié, d'un *Heterotis niloticus* de 650 mm (2,8 kg). Mais cette expérience n'est pas tout à fait démonstrative car le sillage des deux bateaux conduit peut-être les poissons vers le chalut.

4.1.7. Sens de chalutage

Le chalutage dans le delta du Chari nous a permis d'observer des différences nettes entre traits vers l'amont et traits vers l'aval (tabl. IX ; expérience conçue pour comparer l'efficacité de deux formes d'anode). Cet effet varie en fonction de l'espèce et de la taille des poissons. Pour les grands *Alestes baremoze* et *A. dentex*, les captures en descendant le cours d'eau sont six fois plus importantes qu'en le remontant. Ce rapport passe à 12 fois pour les *Micralestes*.

Pour une même durée de trait, du fait du déplacement de la masse d'eau vers l'aval, le chalutage dans ce sens couvre une surface du lit plus grande qu'en remontant le courant. Il ne s'agit pas là d'une explication puisque le rendement est à peu près le même dans les deux sens pour les petits *Alestes* spp. ($\simeq$ 30 mm) et les *Barilius niloticus* ($\simeq$ 50 mm). Nous pensons que le comportement du poisson intervient Les grands *Alestes* et les *Micralestes* sont des espèces de pleine eau qui doivent nager à contre-courant pour se maintenir en place ; en chalutage amont, le réflexe de fuite du poisson est facilité par sa position : il n'a pas à faire demi-tour et, sa queue faisant face à l'anode, le champ électrique amplifie le réflexe de fuite (Lamarque, 1968). Cette situation rhéophile a l'effet inverse en chalutage aval et cela au bénéfice du rendement du chalut

Dans un petit bras du Logone à Ivie (fig. 1), en septembre 1976 (tabl. X), nous avons retrouvé des résultats semblables mais moins nets que dans le delta du Chari. De jour les *Alestes baremoze* et *dentex* de grande taille n'ont été capturés qu'en chalut aval mais nous n'avons pas observé de différence pour les *Micralestes*. La comparaison amont-aval a été poursuivie de nuit dans le même milieu et nous avons constaté un rendement légèrement supérieur pour les traits amont (rapport amont/aval = 1,7). En traitant les rendements pour chaque espèce, par la méthode des couples, la supériorité des traits amont devient significative ($t = 2{,}30$; $t_{0{,}05} = 2{,}09$). Tous les individus capturés de nuit ont une taille <60 mm, il s'agit pour la majorité de jeunes poissons présentant peut-être une dérive nocturne accentuée par une dévalaison migratoire. Ces faits confirment l'hypothèse de l'influence du comportement du poisson sur les différences de rendements entre traits amont et aval.

Le même phénomène nocturne a été observé dans le Logomatia en décembre 1976. Le Logomatia est une petite rivière intermittente qui draine les plaines d'inondation du Logone ; les jeunes poissons nés dans ces zones empruntent ce cours d'eau pour rejoindre le fleuve. La période d'échantillonnage correspondait à cette dévalaison exploitée par les pêches traditionnelles.

Si l'on considère les espèces séparément (tabl. XI),

TABLEAU VIII

Influence du mode de halage à un ou deux bateaux sur le nombre de poissons capturés par le chalut à perche pêchant en surface.

Caractéristiques des traits :

— lieu : cuvette sud du lac Tchad, près de Kofia, le 21 janvier 1977 ;
— parcours balisé de 475 m ;
— courant « redressé », 350 V, 5 A.

N° du trait	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Heure	9 h 55	10 h 15	10 h 25	10 h 35	10 h 50	11 h 05	11 h 15	11 h 25	11 h 40
Vitesse (km/h)	4,5	5,4	4,2	5,1	4,1	4,2	4,8	4,9	4,3
Nombre de bateaux	1	2	2	2	2	1	1	1	1

Résultats :

	1 bateau						2 bateaux				
N° du trait	6	11	12	13	14	T	7	8	9	10	T
Alestes baremoze	2	1	7	5	3	18	23	8	9	4	44
Alestes dentex				1		1		1	1	1	3
Heterotis niloticus									1		1
TOTAL	2	1	7	6	3	19	23	9	11	5	48

TABLEAU IX

Comparaison de deux formes d'anode et influence du sens de chalutage. Traits de chalut avant effectués dans le delta du Chari (Hadidé, le 1/9/76).

— maille de 4 mm ;
— trait de surface (0 à — 0,5 m) ;
— vitesse : 3 à 4 km/h ;
— temps : 5 minutes/trait.

Espèces	ANODE RONDE courant « continu » 700 V 2,5 A											ANODE RECTANGULAIRE courant « continu » 550 V 3,5 A										
	AMONT					AVAL						AMONT					AVAL					
	9 h 05	9 h 35	10 h 10	10 h 50	t	9 h 15	9 h 45	10 h 20	11 h 00	t	T	9 h 20	9 h 55	10 h 30	11 h 10	t	9 h 30	10 h 00	10 h 40	11 h 20	t	T
Alestes baremoze	2	3			5	4	4	1	3	12	17	2		1	3	6	1	2	3	11	17	23
Alestes dentex			1	3	4	10	10	24	19	63	67	2	2	5	5	14	17	20	12	47	96	110
Alestes nurse						1		2	2	5	5		1	1		2	1	2	2	7	12	14
Alestes spp (jeunes 30 mm)	1	8	4	4	17	3	8	6	2	19	36	7	3	12	5	27	5	8	6	2	21	48
Micralestes	2	1		5	8	27	29	22	12	90	98	2	1			3	26	6	5	10	47	50
Barilius niloticus	4	7	1	2	14	6	4	5	2	17	31	3		5	4	12	2	5	9	4	20	32

TABLEAU X

Influence du sens du chalutage avant sur le nombre de poissons pêchés.
Caractéristiques des traits :

— lieu : petit bras du Logone à Ivié le 14 septembre 1976 ;
— profondeur : surface à — 0,5 m ;
— durée : 5 mn ;
— maille : 4 mm.

Cont. : courant « continu » 3,5 A, 580 V ;
Ond. : courant « ondulé » 0,2 A, 400 V ;
Redr. : courant « redressé » 5 A, 550 V.

Courant	Cont.	Redr.	Ond.	Cont.	Redr.	Redr.	Ond.	Cont.	Redr.	Ond.	Cont.	Cont.	Redr.	Ond.
Espèces	9 h 50	10 h 10	10 h 30	14 h 45	15 h 05	19 h 40	20 h 05	10 h 00	10 h 20	10 h 40	14 h 55	19 h 25	19 h 50	20 h 15
*Hydrocynus forskalii		1												
*Alestes baremoze	4			2										
*Alestes dentex		1												
Alestes spp (jeunes)	9	6	11		2	1	1	11	5	4	5		2	1
Micralestes acutidens	6	36	26	31		3	6	18	13	31	6	2	4	6
Barilius niloticus			2		2							2	1	
Siluranodon auritus						3	7					14	22	12
Schilbe mystus						8	10					7	5	11
Pollimyrus isidori						36	33					83	79	35
Petrocephalus sp		1				10	31					16	27	28
Marcusenius cyprinoïdes							1					3	3	1
Barbus sp												2	2	2
Distichodus rostratus												1		
Ichthyborus besse												1	3	
Synodontis sp						9	8					21	43	9
Synodontis batensoda						1	5					8	10	6
Auchenoglanis sp												1		
Eutropius niloticus						5	1							1
Tilapia sp						1								
Nannocharax sp						2							3	
Hyperopisus bebe													1	1
Protopterus annectens							1						1	
Mormyrops deliciosus							1							
Andersonia sp							1							
Lates niloticus								1						1
TOTAL	19	45	39	33	4	79	106	30	18	35	11	161	206	114
	JOUR					NUIT		JOUR				NUIT		
	AVAL							AMONT						

* Grands individus de taille ≃ 150 mm, la taille de tous les autres poissons est < 60 mm.

toutes ne réagissent pas de la même manière. *Alestes nurse* est l'espèce dont le comportement de dévalaison paraît le plus marqué, le rapport des captures amont/aval s'élève à 4,7. La différence des rendements moyens entre amont et aval est significative ($t = 3,80$; $t_{0,05} = 2,78$) ; il en est de même pour *Schilbe mystus*. Le rapport se fait dans le même sens pour les deux autres espèces d'*Alestes* et *Citharinus citharus*, par contre, les captures sont approximativement égales pour *Barbus spp*, *Brachysynodontis batensoda* et en nombre supérieur pour l'aval sans être significatif, pour *Tilapia galilaea* et *Petrocephalus bovei* Ces deux dernières espèces et les *Barbus* sont plutôt sédentaires, les *Alestes* et *Citharinus* ont un caractère migrateur bien connu (DURAND et LOUBENS, 1969, BENECH, 1974).

TABLEAU XI

Influence du sens du chalutage sur le rendement (nombre de poissons/espèce/trait).
Caractéristiques de l'échantillonnage :

— rivière Logomatia à Ngodéni le 20/12/76. Profondeur : 2 m ; transparence : 59 cm ; conductivité : 103 µS cm.
— chalut avant, maille de 4 mm, pêchant de 0 à — 1 m.
— courant « redressé », 300 V, 5,5 A.
— temps de trait : 2 mn sur parcours balisé.

ESPÈCES	AVAL				AMONT				T
	20 h 55	21 h 50	23 h 00	t	21 h 20	22 h 15	23 h 15	t	
Mormyrus rume				0		1		1	1
Brienomyrus niger		2	5	7		2	2	4	11
Petrocephalus bovei	5	12	72	89	7	11	18	36	125
Tetraodon fahaka		2	1	3		1		1	4
Hydrocynus brevis				0			2	2	2
Alestes dentex	20	10	10	40	49	21	14	84	124
Alestes baremoze		6	4	10	9	15	4	28	38
Alestes nurse	11	4	7	22	56	23	25	104	126
Ichthyborus besse	1		1	2	4	6	6	16	18
Citharinus citharus	2	9	3	14	5	9	17	31	45
Distichodus brevipinnis	1	1	3	5	2	1	2	5	10
Barbus sp	5	7	10	22	5	12	7	24	46
Clarias anguillaris		1		1				0	1
Clarias luzera			1	1				0	1
Clarias sp				0	2			2	2
Schilbe mystus	34	39	27	100	208	78	34	320	420
Siluranodon auritus	4	7	7	18	15	16	5	36	54
Brachysynodontis batensoda	17	6	9	32	13	11	7	31	63
Malapterurus electricus		3	3	6				0	6
Lates niloticus				0		3		3	3
Hemichromis fasciatus				0		1		1	1
Tilapia aurea	7	3	3	13	1	5	5	11	24
Tilapia galilaea	95	78	28	201	29	69	66	164	365
Clenopoma petherici				0	1			1	1
Polypterus senegalus	1		1	2	1	2		3	5
TOTAL	203	190	195	588	407	287	214	908	1 496

L'orientation du poisson par rapport au sens du chalutage donc dans le champ électrique expliquait précédemment les différences de rendement entre amont et aval ; elle reste valable pour ces jeunes en dévalaison. Notons que l'éclairage de la bouche du chalut qui doit perturber le comportement migratoire, annule la différence entre amont et aval.

4.1.8. FORME DU CHALUT

La forme des chaluts électrifiés utilisés ici n'a pas été spécialement étudiée ; les qualités hydrodynamiques de nos engins pourraient certainement être améliorées. Nous avons seulement testé l'effet d'une avancée de la partie inférieure de la bouche du chalut avant ; ce dispositif dénommé « bavette », conçu pour éviter la fuite des poissons vers le bas, n'a pas augmenté le rendement (tabl. XII).

Nous avons également testé l'effet de l'agrandissement de la bouche. L'ouverture du chalut avant a été portée de 1,5m² à 2 m². Avec une maille de 12 mm le ralentissement n'est que de 0,4 km/h et le rendement par unité de volume d'eau filtrée est multiplié par deux. Par contre, avec une maille de 4 mm le ralentissement trop important (de 6,2 à 4,1 km/h) entraîne une chute de rendement de 50 % pour les poissons de taille supérieure à 100 mm.

4.2. **Facteurs dépendants de l'électrification**

4.2.1. INFLUENCE DE L'ÉLECTRIFICATION

En chalutage de surface on obtient selon les

TABLEAU XII

Résultats de chalutage avant avec et sans bavette dans la cuvette Sud du Lac Tchad (W de KOFIA) le 24/4/77. Caractéristiques des traits : temps : 5 minutes, vitesse 6 km/h. Courant ondulé 275 à 325 V ; 1 à 2,25 A. Profondeur 0 à — 1 m.

	Sans bavette									Avec bavette								
Espèces	Jour				Nuit				T	Jour				Nuit				T
Heterotis niloticus														1				1
Marcusenius cyprinoïdes					23	22	14	14	73					24	11	13	11	59
Mormyrus rume					1				1						1		1	2
Hyperopisus bebe					2	4	2	2	10					6	1		2	9
Pollimyrus isidori					25	19	7	33	84					11	16	3	19	49
Petrocephalus bane					18	3	6	4	33					4	5	3	13	25
Alestes dentex	2	1	0	1	0	5	3	1	13	0	0	1	1	6	1	1	0	10
Alestes baremoze	2	3	4	7	11	12	18	15	72	3	6	6	6	20	14	8	10	73
Alestes nurse					2			2	4					4		3	1	8
Hydrocynus forskalii					4	3		4	11					1				1
Hydrocynus brevis								1	1									
Distichodus rostratus						1	2		3					1				1
Labeo senegalensis					2	4		3	9					1			1	2
Eutropius niloticus						7	4	4	15					1	3	3	5	12
Schilbe mystus					2		1	1	4					1	1			2
Chrysichthys auratus						1			1							1	2	3
Synodontis batensoda					1	2		2	5						1	1		2
Synodontis schall					1				1									
Synodontis clarias					7	2	2		11					2	2		1	5
Tilapia sp.		1	1	2					4	1					1			1
TOTAL	4	5	5	10	99	85	59	88	355	4	6	7	7	83	57	36	66	265

TABLEAU XIII

Influence de l'électrification continue ou périodique du chalut sur les captures d'*Alestes baremoze* et *Micralestes acutidens*
Caractéristiques des traits :

— Eaux libres du Sud-Est du Lac Tchad, près de l'île de KOFIA le 31/8/76
— Chalut avant, maille de 4 mm, pêchant de 0 à — 0,5 m. Traits de 5 minutes à 4 km/h.

Espèces	*Alestes baremoze*				*Micralestes acutidens*			
Courant	Continu 550 V 3 A	Redressé 500 V 5 A	Redressé Interrompu	Néant	Continu 550 V 3 A	Redressé 500 V 5 A	Redressé Interrompu	Néant
de 6 h 40 à 8 h 20	13	17	9	0	4	11	9	11
	9	11	16	0	6	4	10	12
	10	9	6	0	17	14	9	23
	4	2	18	0	5	4	6	11
TOTAL	36	39	49	0	42	33	34	57

TABLEAU XIV

Influence de l'électrification du chalut sur des poissons de taille <60 mm (*Schilbe* : 25 à 55 mm, *Synodontis* : 20 à 50 mm, *Petrocephalus* : 25 à 45 mm, *Siluranodon* : 40 à 60 mm).
Caractéristiques des traits :
— Rivière Logomatia le 17 septembre 1976.
— Chalut avant, maille de 4 mm, pêchant de 0 à — 0,5 m. Traits de 5 mn vers l'aval.

COURANT	Continu 550 V 3,8 A	Redressé 470 V 5 A	Redressé 470 V 5 A	Néant
HEURES	20 h 05	20 h 20	20 h 30	21 h 00
Synodontis spp.	60	21	199	19
Micralestes aculidens	1		18	2
Petrocephalus bovei	14	17	17	
Schilbe mystus	34	48	226	16
Alestes baremoze - dentex	3	5	49	2
Siluranodon auritus	6	6	12	
Ichthyborus besse	2		2	
Alestes nurse	1	1	7	2
Alestes macrolepidotus	1			3
Marcusenius cyprinoïdes		1	5	
Pollimyrus isidori		11	3	1
Brienomyrus niger		3		
Hydrocynus sp.			1	
Distichodus brevipinnis			1	
Labeo senegalensis			2	
TOTAL	122	113	542	45

TABLEAU XV

Influence de l'électrification du chalut sur le rendement.
— Fleuve Logone le 23/12/75.
— Chalut à perche, maille de 12 mm, traits aval de 8 minutes. à 2,5 - 3 km/h. Courant continu 400 V, 4,5 A.

	Électrifié				Non électrifié			
Numéro du trait	1	3	5	T	2	4	6	T
Petrocephalus bane	7		1	8	3			3
Alestes dentex		1		1				0
Alestes baremoze	2	48	24	74	6	11	1	18
Alestes nurse	9	9	27	45	1		1	2
Alestes macrolepidotus				0		3		3
Distichodus rostratus	2	3	2	7	4			4
Barbus sp.	6			6	1			1
Labeo senegalensis	1	1		2				0
Clarias sp.	3	1		4	4		2	6
Bagrus bayad	1			1				0
Auchenoglanis occidentalis	1			1	1			1
Schilbe sp.	24	23	29	76	3	2		5
Siluranodon auritus	4	16	180	200	1			1
Brachysynodontis batensoda				0	1			1
Synodontis nigrita	2			2				0
Synodontis sp.	1			1				0
Lates niloticus	2			2	4			4
Tilapia nilotica				0	1			1
Tilapia galilaea			2	2	3			3
Tilipia zillii				0	1			1
TOTAL	65	102	265	432	34	16	4	54

espèces, des résultats différents (tabl. XIII). A 4 km/h, les *Alestes baremoze* (poissons rapides de taille ≃ 150 mm) pêchés régulièrement avec l'électricité, disparaissent des captures si le chalut n'est pas électrifié ; par contre, l'absence d'électrification n'influe pas sur le rendement de la pêche des *Micralestes* (taille maximum 60 mm).

La taille n'est pas le facteur déterminant de la variation du rendement avec et sans courant. En effet, sur le Logomatia en septembre, tous les poissons capturés étaient de taille inférieure à 60 mm (tabl. XIV) ; l'électrification a augmenté le rendement d'au moins $\frac{113}{45} = 2{,}5$ fois et en moyenne 5,7 fois.

Pour le chalut à perche utilisé en milieu fluvial, l'électrification a augmenté le rendement jusqu'à 8 fois avec un effet particulièrement net sur les *Alestes* (tabl. XV et XVI).

L'électrification a donc un effet certain car elle permet de capturer des poissons qui ne pourraient l'être, du fait des dimensions du chalut et de la vitesse de chalutage.

4.2.2. INTERRUPTION PÉRIODIQUE DU COURANT ÉLECTRIQUE

Le but de cette expérimentation était de surprendre le poisson et d'éviter que sa perception du champ électrique ne le fasse fuir avant qu'il soit choqué. Le courant était coupé périodiquement pendant 5 secondes. A la vitesse de 4 km/h la distance parcourue en 5 secondes est égale à 5,5 m ; cette distance est suffisante pour que le champ électrique ne soit plus perceptible par le poisson (CUINAT, 1968).

La périodicité 5 secondes électrifié - 5 secondes non électrifié n'a pas apporté d'amélioration de rendement significative pour *Alestes baremoze* (tabl. XIII). La même expérience a été reprise sur un peuplement plus diversifié (tabl. XVII) avec la périodicité 15 secondes avec courant - 5 secondes sans courant. On n'observe pas de différence globalement, mais au niveau spécifique on remarque un

TABLEAU XVI

Influence de l'électrification du chalut sur le rendement.

— Fleuve Logone le 2/11/75.
— Chalut à perche, maille de 12 mm. Traits vers l'aval de 10 minutes à ≃ 2,5 km/h. Courant ondulé 360 V, 3 A.

	Électrifié						Non électrifié					
N° des traits	1	3	5	7	9	T	2	4	6	8	10	T
Petrocephalus bane		1	1			2						0
Pollimyrus isidori			2			2						0
Alestes dentex		2				2						0
Alestes baremoze	2	10	4	4	9	29		5	1			6
Micralestes acutidens						0					1	1
Distichodus brevipinnis					1	1						0
Labeo senegalensis					1	1						0
Distichodus rostratus			2		7	9						0
Bagrus bayad			1			1		1				1
Schilbe uranoscopus			1			1						0
Brachysynodontis batensoda			4			4						0
Synodontis sorex		2	1			3				1		1
Lates niloticus						0					1	1
TOTAL	2	15	16	4	18	55	0	6	1	1	2	10

TABLEAU XVII

Influence de l'interruption périodique du courant en chalutage électrique.

— Eaux libres du sud-est du lac Tchad, près de l'île de Kofia le 16 janvier 1977 de 19 h à 21 h.
— Chalut avant, maille de 4 mm, pêchant de 0 à — 1 m. Traits de 5 minutes à 5,7 km/h. Courant « redressé », 400 V, 4,5 A. Interruption du courant pendant 5 secondes toutes les 15 secondes.

Courant	Interrompu					Non interrompu				
N° du trait / Espèces	1	2	5	6	T	3	4	7	8	T
Hyperopisus bebe					0	1	1			2
Marcusenius cyprinoïdes					0	1				1
Petrocephalus bane		1	2	2	5	2	3	2	2	9
Pollimyrus isidori	2	8	6	3	19	5	9	4	3	21
Hydrocynus forskalii					0	1	3			4
Alestes dentex			2		2	1		1		2
Alestes baremoze	1	5	19	21	46	10	12	15	16	53
Alestes nurse		2	2	2	6	1	1	1	1	4
Micralestes acutidens	36	7	15	8	66	15	6	17	6	44
Eutropius niloticus	9	13	17	12	51	20	18	18	20	76
Schilbe mystus					0		1			1
Brachysynodontis batensoda		1	2	1	4	1	1	2	1	5
Hemisynodontis membranaceus	1	4	2		7	2	1	1		4
Tilapia sp				1	1					0
TOTAL	49	41	67	50	207	60	56	61	49	226

TABLEAU XVIII

Distribution en classes de tailles des *Alestes baremoze* capturés au chalut avant électrifié de façon périodique ou continue (voir tableau XVII).

Classes de tailles (mm)		60	75	90	105	120	135	150	165	Courant
Fréquences	n.....	6	11	8	1	1	12	7	0	Interrompu
	%....	13,0	23,9	17,4	2,2	2,2	26,1	15,2	0	
	n.....	5	15	13	3	8	3	5	1	Non interrompu
	%....	9,4	28,3	24,5	5,7	15,1	5,7	9,4	1,9	

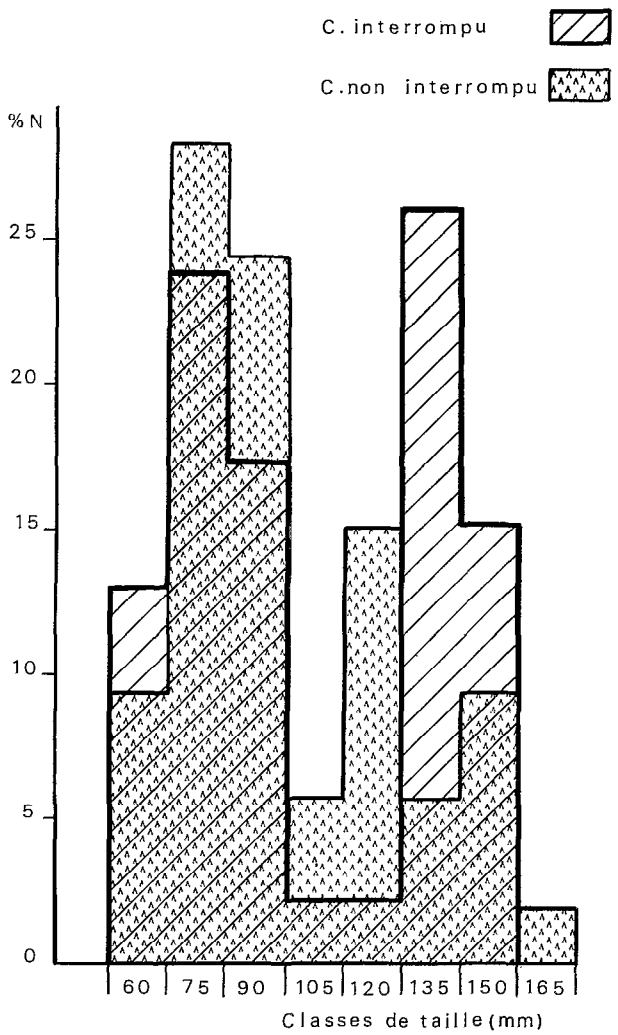

Fig. 8. — Histogrammes des fréquences de taille des *Alestes baremoze* capturés au chalut avant électrifié de façon périodique ou continue (données du tableau XVIII).

Length frequencies of Alestes baremoze *sampled with front trawl periodically or continuously electrified (after table XVIII).*

rendement significativement meilleur pour les *Eutropius* quand le courant n'est pas interrompu ($F = 9{,}91$; $F_{0{,}05} = 5{,}99$). Ces poissons s'accrochent souvent près de la bouche, il se peut qu'ils arrivent à se libérer et à s'enfuir pendant l'interruption du courant ; cette possibilité est moins grande pour les autres espèces entassées au fond de la poche du chalut. Nous remarquerons qu'aucun *Hydrocynus* n'a été capturé en courant interrompu, ces poissons excellents nageurs ont pu également s'enfuir.

Pour déterminer une éventuelle influence de l'interruption du courant sur la taille des captures, nous avons comparé les distributions des fréquences des tailles des *Alestes baremoze* capturés des deux manières (tabl. XVIII). Ces distributions sont différentes, la corrélation entre les deux n'est pas significative ($r = 0{,}58$, $n = 8$; $r_{0{,}05} = 0{,}71$).

En courant interrompu on obtient deux modes bien distincts (fig. 8) qui doivent correspondre aux classes d'âge 0^+ ($\simeq 80$ mm) et 1^+ ($\simeq 140$ mm). La distinction entre ces deux cohortes est encore possible mais elle est moins nette en courant non interrompu. Les petits individus de la cohorte 1^+ paraissent relativement mieux capturés que les grands par le courant non interrompu.

Comme nous l'avons montré en testant l'influence de la vitesse, les poissons les plus rapides sont ceux qui échappent le mieux au chalut. Les plus petits poissons d'une cohorte sont certainement les moins rapides et donc les plus facilement capturables lors d'une longue poursuite (fait observé) par le chalut électrifié de façon ininterrompue.

L'interruption périodique du courant diminue cette sélection en brisant le phénomène précédent ; les poissons sont surpris par le choc électrique quelle que soit leur taille et de ce fait l'efficacité serait moins liée à la taille. L'image de la population donnée par l'échantillonnage en courant interrompu pourrait donc être plus proche de la réalité.

TABLEAU XIX

Plan d'échantillonnage au chalut à perche (maille 12 mm) en juin 1976 dans les Eaux Libres du sud-est du lac Tchad. L'heure correspond au début de chaque trait d'une durée de 10 minutes. Vitesse de chalutage : 2,5 km/h. Profondeur d'eau : 3 m. Trait 1 à 10 : cathode placée à l'arrière du bateau. Trait 11 à 36 : cathode placée sous le bateau.

N° du trait	Date	Heure	Fond ou surface	Courant	U(v)	I(A)
1	26.06.76	20 h 40	F	Continu	370	3,2
2	26.06.76	21 h 19 N	F	Redressé	340	5,2
3	26.06.76	21 h 50 U	F	Ondulé	350	3,2
4	26.06.76	22 h 30 I	S	Continu	380	3,8
5	26.06.76	22 h 50 T	S	Redressé	350	5,3
6	26.06.76	23 h 13	S	Ondulé	350	2,9
7	27.06.76	9 h 43	S	Continu	400	3
8	27.06.76	9 h 58 J	S	Redressé	380	5
9	27.06.76	10 h 17 O	S	Ondulé	370	3
10	27.06.76	10 h 32 U	F	Continu	370	3,2
11	27.06.76	11 h 07 R	F	Redressé	280	5,3
12	27.06.76	11 h 32	F	Ondulé	300	4,2
13	27.06.76	21 h 25	S	Continu	300	3,2
14	27.06.76	21 h 51 N	S	Redressé	300	5
15	27.06.76	22 h 09 U	S	Ondulé	300	4
16	27.06.76	22 h 36 I	F	Continu	300	3,6
17	27.06.76	23 h 04 T	F	Redressé	280	5
18	27.06.76	23 h 29	F	Ondulé	300	4
19	28.06.76	10 h 49	F	Continu	300	3,8
20	28.06.76	11 h 04 J	F	Redressé	250	4,6
21	28.06.76	11 h 19 O	F	Ondulé	280	4,4
22	28.06.76	11 h 33 U	S	Continu	300	3,9
23	28.06.76	11 h 49 R	S	Redressé	260	4,2
24	28.06.76	12 h 06	S	Ondulé	300	4,3
25	28.06.76	20 h 50	F	Continu	280	4
26	28.06.76	21 h 21 N	F	Redressé	260	5,2
27	28.06.76	21 h 47 U	F	Ondulé	280	4,2
28	28.06.76	22 h 15 I	S	Continu	300	3,8
29	28.06.76	22 h 35 T	S	Redressé	230	3,8
30	28.06.76	23 h 00	S	Ondulé	300	4
31	29.06.76	20 h 22	S	Continu	300	4
32	29.06.76	20 h 45 N	S	Redressé	280	5,2
33	29.06.76	21 h 10 U	S	Ondulé	300	3,8
34	29.06.76	21 h 45 I	F	Continu	290	3,4
35	29.06.76	22 h 15 T	F	Redressé	280	5
36	29.06.76	22 h 45	F	Ondulé	290	3,7

4.2.3. FORME DU COURANT

Plusieurs échantillonnages ont été réalisés pour essayer de mettre en évidence une différence significative entre les rendements de chalutages avec les trois formes de courant dont nous disposions : courant « continu », courant « ondulé », courant « redressé ». Ces essais se sont déroulés dans la cuvette sud du lac Tchad à proximité de l'île de Kofia en mai-juin 1976 pour le chalut à perche et janvier 1977 pour le chalut avant (tabl. XIX, XX, XXI).

Pour comparer les différentes formes de courant (tabl. XIX), en juin 1976 nous avons essayé de conserver une valeur crête de la tension à peu près constante. Un incident qui nous a obligés à déplacer la cathode, a entraîné une variation de tension de 350-400 v à 250-300 v ; cette différence de tension de 100 v environ n'a pas entraîné de différence de rendement, si l'on tient compte d'autres facteurs de variation intervenus au même moment, tel le vent qui s'est levé lors des traits 4, 5 et 6. En janvier 1977 (tabl. XXI), les tensions obtenues pour les trois formes de courant étaient peu différentes : 400 v pour courant « redressé », 450 v pour courant « continu » et 375 v pour courant « ondulé ».

Les analyses de variance sur les rendements numériques globaux ou spécifiques n'ont jamais montré de différence significative entre les trois types de courant autant pour le chalut à perche que pour le chalut avant.

Cependant, en chalutage avant (tabl. XXI) pour lequel les *Alestes baremoze* constituent la plus grosse part des captures, le courant « ondulé » donne un rendement 1,85 fois supérieur par rapport au courant « redressé » ou « continu ». La valeur de F n'est pas significative mais passe de 2,41 pour les captures en nombre à 3,59 pour les captures en poids ($F_{0,05} = 4,26$). L'amélioration du rendement pouvait être due à une meilleure efficacité vis-à-vis des gros poissons. Effectivement, la supériorité du courant « ondulé » est significative pour les *Alestes baremoze* de taille $\geqslant 150$ mm ($F = 5,17$).

Le tableau XXII permet de comparer les rendements moyens des trois types de courant en fonction de la taille : l'efficacité du courant « ondulé » croît avec la taille puisque le rapport des moyennes passe de 1 pour $L < 100$ mm à $\simeq 2$ pour $100 \leqslant L < 150$ mm et 3-4 pour $L \geqslant 150$ mm. La figure 9 qui représente les histogrammes des fréquences des tailles, met en relief l'effet de la forme du courant sur les proportions relatives des effectifs dans ces échantillons d'*Alestes baremoze* issus de la même population. Les cœfficients de FISHER γ_1 et γ_2 qui caractérisent respectivement l'asymétrie et la kurtosis (tabl. XXIII) montrent que la distribution des fréquences obtenues avec les courants « continu » et « redressé » est plus asymétrique et plus « pointue » que celle obtenue avec le courant « ondulé ». Du point de vue démographique, il est intéressant de noter que les courants « continu » et « redressé » donnent plus d'importance à la cohorte 0+ (23,5 % de l'effectif total) que le courant « ondulé » (11,2 %).

TABLEAU XX

Résultats de traits de chalut à perche (maille de 12 mm) effectués dans les Eaux libres du sud-est du lac Tchad près de Kofia en juin 1976.
Nombre d'individus pour les principales espèces ; nombre total et poids total des captures.
Caractéristiques des traits : voir tableau XIX.

Principales espèces	NUIT										JOUR						Forme du courant
	FOND					SURFACE					FOND			SURFACE			
N° du trait	1	16	25	34	Total	4	13	28	31	Total	10	19	Total	7	22	Total	
Synodontis schall-gambiensis	184	57	96	106	443	15	45	23	22	105	66	0	66	0	0	0	Continu
Synodontis clarias	18	12	15	17	62	12	13	9	21	55	3	0	3	0	0	0	
Pollimyrus isidori	15	4	14	24	57	2	10	10	9	31	3	0	3	2	0	2	
Alestes baremoze	2	1	1	1	5	10	10	19	10	49	0	1	1	7	1	8	
Tilapia nilotica	1	5	1	2	9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Marcusenius cyprinoïdes	16	3	15	4	38	11	2	0	2	15	8	0	8	0	0	0	
Nombre total des captures	247	92	156	175	670	54	93	66	75	288	121	21	142	16	3	19	
Poids total des captures	7 553	4 839	5 475	5 223	23 050	1 392	1 620	1 816	1 644	6 472	2 559	589	3 148	187	28	215	
N° du trait	2	17	26	35		5	14	29	32		11	20		8	23		Redressé
Synodontis schall-gambiensis	113	42	79	82	316	8	6	25	49	88	130	0	130	0	0	0	
Synodontis clarias	13	4	30	19	66	4	11	10	25	50	9	0	9	0	1	1	
Pollimyrus isidori	8	4	12	12	36	8	13	9	23	53	2	0	2	0	0	0	
Alestes baremoze	4	2	2	2	10	2	26	11	7	46	0	1	1	0	6	6	
Tilapia nilotica	1	3	4	7	15	3	0	2	2	7	6	0	6	0	1	1	
Marcusenius cyprinoïdes	0	3	7	6	16	3	43	9	8	63	5	0	5	0	0	0	
Nombre total des captures	148	60	152	142	502	28	111	71	130	340	188	5	193	17	13	30	
Poids total des captures	4 838	3 975	6 734	10 599	26 146	2 089	1 218	2 805	3 541	9 653	8 109	80	8 189	957	654	1 611	
N° du trait	3	18	27	35		5	15	30	33		12	21		9	24		Ondulé
Synodontis schall-gambiensis	69	52	100	109	330	5	24	14	66	109	0	0	0	0	0	0	
Synodontis clarias	24	12	11	30	77	1	31	15	20	67	0	0	0	0	0	0	
Pollimyrus isidori	16	4	3	24	47	3	14	7	37	61	0	0	0	0	0	0	
Alestes baremoze	7	3	1	1	12	4	24	17	4	49	0	0	0	0	0	0	
Tilapia nilotica	0	1	2	0	3	0	1	0	0	1	11	1	12	1	0	1	
Marcusenius cyprinoïdes	6	6	5	1	18	2	13	4	1	20	0	0	0	0	0	0	
Nombre total des captures	132	88	136	173	529	15	115	59	133	326	25	9	34	3	4	7	
Poids total des captures	3 272	2 896	4 390	4 072	14 637	489	2 334	1 191	3 085	7 699	7 187	686	7 873	400	28	428	

TABLEAU XXI

Influence de la forme du courant en chalutage électrique sur les rendements globaux et spécifiques — nombres de poissons capturés/espèce/trait (pour *Alestes baremoze*, données numériques et pondérales).

— Eaux libres du sud-est du lac Tchad près de l'île de Kofia en janvier 1977 de 19 h à 21 h 30.
— Chalut avant, maille de 4 mm pêchant de 0 à 0,5 m. Trait sur parcours balisé de 475 m à 7,1 km/h.

Courants	Redressé 400 V, 4,5 A					Continu 450 V, 3,5 A					Ondulé 375 V, 1,75 A					Test F
N° d'ordre de chalutage	1	4	7	10	T	2	5	8	11	T	3	6	9	12	T	
Micralestes acutidens...	9	6	13	11	39	3	16	19	24	62	8	16	12	3	39	
Eutropius niloticus.....	3	5	16	14	38	3	11	4	19	37	11	9	8	21	49	
Hydrocyon forskalii....	2	0	1	0	3	1	0	0	1	2	1	1	1	1	4	
Alestes dentex.....	2	2	1	0	5	1	5	1	3	10	1	1	6	1	9	
Alestes baremoze N...	37	25	43	20	125	20	39	12	42	113	45	27	75	85	232	2,41
P....	1 285	770	970	445	3 470	610	1 025	373	1 005	3 013	1 575	810	2 210	2 605	7 200	3,59
Petrocephalus bane.....	0	4	5	2	11	2	0	2	1	5	2	4	0	2	8	
Pollimyrus isidori.....	0	2	3	1	6	2	2	0	0	4	3	0	0	0	3	
Hemisynodontis membranaceus.....	0	4	2	0	6	0	2	1	2	5	1	2	0	1	4	
Brachysynodontis batensoda.....	0	0	0	1	1	0	1	1	2	4	0	0	1	0	1	
Alestes nurse.....	0	0	2	2	4	0	1	0	2	3	0	0	1	0	1	
Hyperopisus bebe.....	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL.....	53	48	87	51	239	32	77	40	96	245	72	60	104	114	350	1,49

TABLEAU XXII

Influence de la forme du courant en chalutage électrique sur le nombre de poissons capturés par groupe de taille pour *Alestes baremoze*. Caractéristiques des traits : cf. tableau XXI. $\overline{\chi}$: moyenne.

Courant	Redressé 400 V 4,5 A					Continu 450 V 3,5 A					Ondulé 375 V 1,75 A					Test F
N° du trait	1	4	7	10	$\overline{\chi}$	2	5	8	11	$\overline{\chi}$	3	6	9	12	$\overline{\chi}$	
L < 100 mm.....	1	3	17	6	6,75	2	9	3	10	6,00	1	6	10	9	6,50	—
100 ≤ L < 150 mm.....	26	15	23	13	19,25	15	24	6	30	18,75	32	13	48	56	37,25	1,59
L ≥ 150 mm.....	10	7	3	1	5,25	3	6	3	2	3,50	12	8	17	20	14,25	5,17
Toutes tailles.....	37	25	43	20	31,25	20	39	12	42	28,25	45	27	75	85	58,00	2,41

Au chalut à perche, le faible nombre de captures d'*Alestes baremoze* (tabl. XXIV, fig. 10) ne permet pas d'aboutir à la conclusion obtenue avec le chalut avant. Globalement, les grandes tailles paraissent un peu mieux représentées en courant « ondulé ». Chez *Synodontis schall-gambiensis* et *Synodontis clarias* capturés dans les mêmes conditions, on ne constate pas non plus de différences dans les structures de taille obtenues par les trois types de courant (tabl. XXIV ; fig. 11, 12).

4.2.4. CHAMP ÉLECTRIQUE

Le champ électrique autour de la bouche du chalut dépend de la dimension des électrodes et de leurs tailles relatives. Il y a intérêt à avoir une cathode la plus grande possible par rapport à l'anode pour accroître l'étendue du champ anodique (CUINAT, 1968). La taille de la cathode étant limitée pour des raisons pratiques nous avons comparé deux dimensions d'anode pour une même cathode en chalutage

Tableau XXIII

Distribution des fréquences de taille des *Alestes baremoze* capturés au chalut électrifié par différentes formes de courant (cf. tableau XXI).

Caractéristiques de la distribution de la cohorte 1+ :

$\bar{x}$ = moyenne

m_2, m_3, m_4 : moments d'ordre 2, 3, 4

$\gamma_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$; $\gamma_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$: coefficients de Fisher

	COHORTE 0+										COHORTE 1+																			
Classes de taille (mm)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	$\bar{x}$	m_2	m_3	m_4	γ_1	γ_2
Redressé	1	3	1	2	7	5	2	5	1	1		1	1	12	8	9	17	22	10	8	4	2	2	1						
.....	1	3	2	2	12	10	8	10	3	5		1	5	20	17	27	30	38	19	11	6	4	3		140,88	129,17	492,44	50492	0,34	3,03
Continu			1		5	5	6	5	2	4			4	8	9	18	13	16	9	3	2	2	1							
Ondulé.....	1		2	3	6	3	8		2	1	1	5	9	16	27	22	25	29	27	18	13	8	2	4	141,89	185,01	325,93	87346	0,13	2,55

Tableau XXIV

Distributions des fréquences des tailles de trois espèces de poissons capturés de nuit au chalut à perche dans le sud-est du lac Tchad (cf. tableau XIX) en juin 1976.

Espèce	Classe de taille Courants	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	Total
Alestes baremoze	Continu.....										1	4	4	6	9	9	5	7	2	2		2	1							1	1		54
	Redressé.....									1	1	4	6	18	5	3		4	5	3	1	4	1										56
	Ondulé.....								1	1	3	2	2	7	2	9	8	7	7	4		3	3	1	1								61
Synodontis clarias	Continu.....					1	5	16	18	17	10	10	13	9	5	5			3			1	2		1		1						117
	Redressé.....					4	9	19	14	18	14	10	8	1	4	2	3	1		1	2			1	2	1		1					116
	Ondulé.....				1	3	16	23	31	14	12	12	12	8	3	2		1			1	2	1	1	1								144
Synodontis schallgambiensis	Continu.....				3	6	22	19	28	27	18	25	6	10	5	7	5	5	1	4	3		1		1			1	1			1	199
	Redressé.....				3	4	18	16	35	29	18	15	9	6	5	8	5	6	5	1	2	1	1	1	1		1						190
	Ondulé.....	1		2	3	8	18	20	31	30	33	13	6	6	4	8	2	3	1	6	2		2			1							200

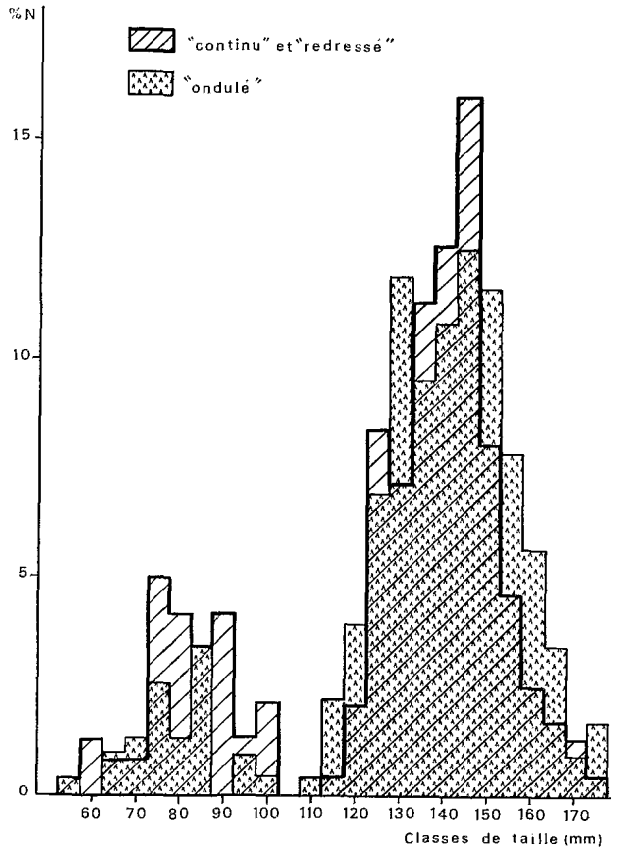

Fig. 9. — Histogrammes des fréquences de taille des *Alestes baremoze* capturés au chalut avant électrifié par des courants de formes différentes (cf. tableaux XXI et XXIII).
Length frequencies of Alestes baremoze *sampled with front trawl electrified by currents of different forms (cf. tables XXI and XXIII).*

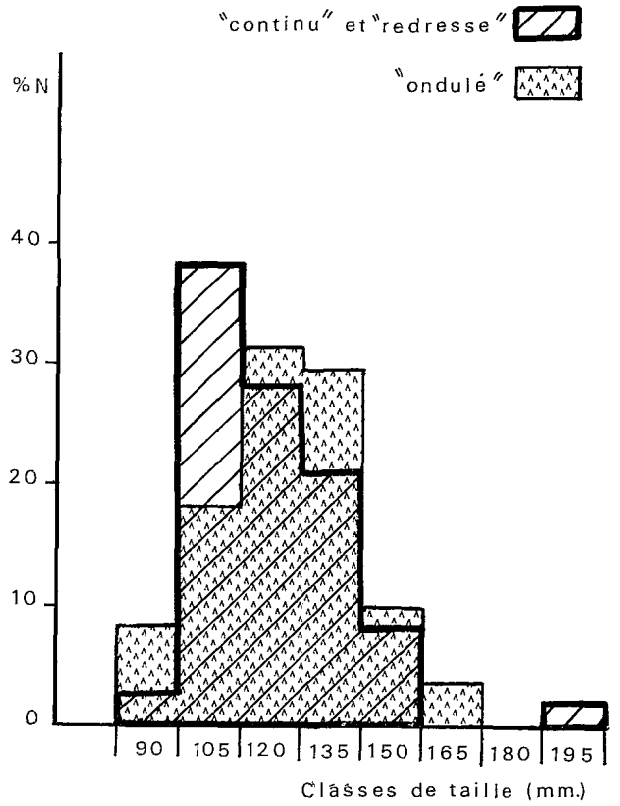

Fig. 10. — Histogrammes des fréquences de taille des *Alestes baremoze* capturés au chalut à perche électrifié par différentes formes de courant (cf. tableau XXIV).
Length frequencies of Alestes baremoze *sampled with beam-trawl electrified by currents of different forms (cf. table XXIV).*

TABLEAU XXV

Chalutage de surface avec deux anodes différentes dans les Eaux libres du sud-est du lac Tchad le 31/8/76. Chalut avant pêchant de 0 à — 0,5 m. Durée des traits : 5 mn. Vitesse de trait : 4 km/h.

Anode	Rectangulaire : 1,5 × 0,5 m				Ronde : ⌀ 35 cm				
Courant	Redressé 500 V, 5 A				Redressé 600 V, 4 A				
Heure	11 h 20	11 h 25	11 h 55	12 h 05	11 h 00	11 h 10	11 h 35	11 h 45	12 h 15
Alestes baremoze	8	5	54	47	2	2	12	73	13

de surface avec le chalut avant. L'anode la plus grande était rectangulaire (1,5 × 0,5), elle entourait la bouche du chalut (cf. § Matériel) ; l'anode la plus petite était circulaire (⌀ 35 cm) et placée au centre de la bouche. Le but était de créer un gradient de potentiel plus choquant autour de l'anode, situation inverse de celle que l'on recherche pour la pêche à l'épuisette, mais peut-être plus avantageuse en chalutage car l'effet attractif du champ est remplacé par le déplacement du chalut.

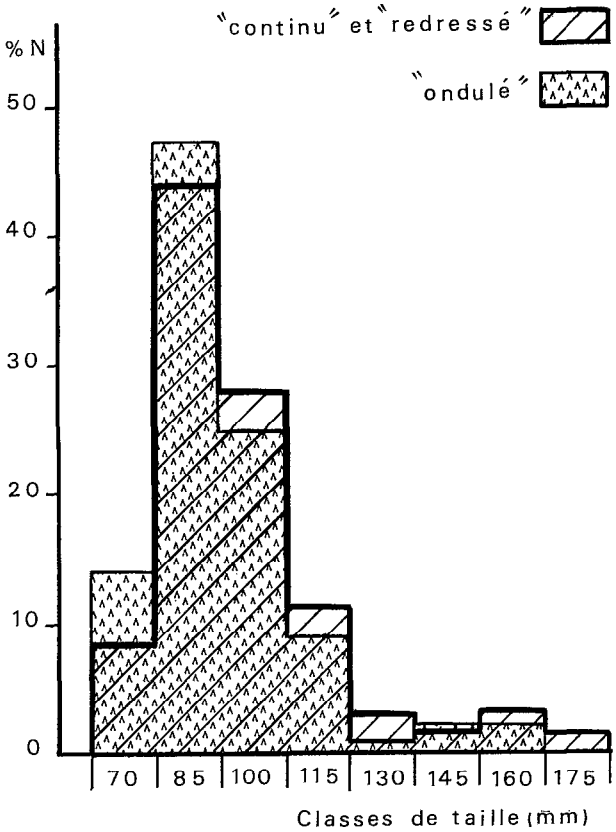

Fig. 11. — Histogrammes des fréquences de taille des *Synodontis clarias* capturés au chalut à perche électrifié par différentes formes de courant (cf. tableau XXIV).
Length frequencies of Synodontis clarias *sampled with beam-trawl electrified by different forms of current (after table XXIV).*

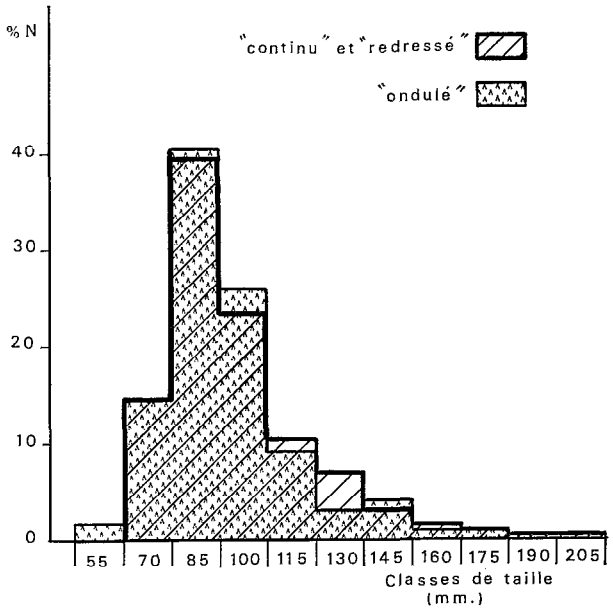

Fig. 12. — Histogrammes des fréquences de taille des *Synodontis schallgambiensis* cepturés au chalut à perche électrifié par différentes formes de courant (cf. tableau XXIV).
Length frequencies of Synodontis schall-gambiensis *sampled with beam-trawl electrified by different forms of current (after table XXIV).*

Dans les Eaux libres du lac Tchad, en courant « redressé », nous n'avons pas observé de différences de rendement significatives entre ces deux formes d'anode (tabl. XXV). De même en courant « continu » dans le delta du Chari (tabl. IX).

4.2.5. Position de la cathode

Dans le premier dispositif de chalutage utilisé, la cathode était située sous le bateau tracteur (cf. paragr. 3.1.). Nous avons constaté que l'effet répulsif de cette électrode provoquait la fuite des poissons avant l'arrivée du chalut ; c'est pourquoi nous l'avons placée ensuite à l'arrière du chalut. La cathode, attachée par une corde à l'extrémité du chalut, est équipée de flotteurs, elle reste en surface ce qui évite qu'elle s'accroche (fig. 5, schéma 3). Sa position nécessite un câble d'alimentation à deux conducteurs : l'un pour l'anode, l'autre pour la cathode. La solution consistant à placer la cathode sous une petite embarcation (fig. 5, schéma 2) a été abandonnée car peu pratique.

5. DISCUSSION

5.1. Dispositif de chalutage

Nous avons retenu deux types de chalut : le chalut à perche pour les traits de fond et le chalut avant en surface. Dans les eaux peu profondes du lac Tchad (≃ 2,50 m), ces deux engins se complètent pour échantillonner toutes les couches d'eau. Le chalut avant que nous avons mis au point s'est avéré très pratique à l'usage. Quant au chalut à perche, peu de modifications ont été apportées par rapport au dispositif utilisé par Lamarque *et al.* (1975), seule la cathode a été déplacée à l'arrière du chalut ; cependant, nous pensons qu'il serait utile d'ajouter à cet engin un système de fermeture de la bouche en fin de trait pour éviter l'échappement.

5.2. Amélioration de l'efficacité

Le chalut électrifié demeure un engin sélectif, l'électrification ne supprime pas les phénomènes classiques d'échappement et d'évitement. De l'étude théorique de l'évitement faite par Barkley (1964),

on retire que ce phénomène est d'autant plus réduit que l'ouverture de l'engin et sa vitesse sont plus grandes. Ces caractéristiques étant choisies au mieux, l'évitement dépend encore de la distance à laquelle les poissons perçoivent la présence ou l'approche de l'engin.

5.2.1. Ouverture de l'engin et vitesse de chalutage

Nous avons vu que la vitesse est un facteur primordial de l'efficacité de notre chalut. Lamarque *et al.* (1975) avaient également pressenti son importance sans le démontrer statistiquement. Ce fait est mis en évidence surtout chez les poissons de grande taille, mais la puissance de nage de l'espèce intervient aussi. Pour une puissance de traction donnée, la vitesse est limitée par la taille de maille et la surface de l'ouverture qui déterminent la résistance à l'avancement.

Il est préférable d'utiliser la plus petite maille compatible avec la vitesse efficace minimale de capture afin de diminuer l'échappement des petits poissons. Nous avons éliminé la sélectivité due à la maille en utilisant une maille de 4 mm de côté. Nous pensons qu'en chalutage électrique la sélectivité due à la maille est la résultante des tailles de maille de toute la surface du chalut et non seulement de celles du fond comme c'est admis en chalutage classique.

Analysant les variations de la vitesse de fuite minimale en fonction de la surface de l'embouchure et de la vitesse de l'échantillonnage Barkley (1964) estime qu'il y a davantage intérêt pour accroître l'efficience de capture à augmenter la surface de l'embouchure (ce qui conduit à diminuer la vitesse) plutôt qu'à diminuer cette surface pour augmenter la vitesse. Il y a donc intérêt à construire des chaluts d'une ouverture maximum par rapport aux embarcations et aux engins de traction dont on dispose. Nous avons vérifié que l'agrandissement de la bouche est avantageux dans la mesure où le ralentissement n'est pas trop important.

5.2.2. Réduction de la distance de perception du chalut

La distance de perception du chalut est fonction de la visibilité. Des expériences de laboratoire (Blaxter, Parrish & Dickson, 1963 cité par Baudin-Laurencin, 1967) semblent prouver que la vision est l'un des plus importants facteurs du comportement des poissons vis-à-vis d'un engin de pêche. Ceci expliquerait les rendements plus importants que nous avons obtenus de nuit. Cependant, en mer, les comparaisons entre pêches diurnes et nocturnes ont parfois abouti aux résultats inverses, les rendements de jour sont supérieurs à ceux de nuit (Bagenal, 1968, cité par Daget et Petit, 1971 ; Baudin-Laurencin, 1967). La vue n'est donc pas le seul facteur qui joue un rôle dans l'évitement. Les vibrations provoquées par le chalut ont certainement une incidence et dans le cas du chalut électrifié, le champ électrique, perçu à une distance variable selon la sensibilité des espèces, est un autre facteur qui peut intervenir dans l'évitement, d'où l'intérêt possible d'une interruption périodique du courant.

Ces influences sont sans doute prépondérantes par rapport à la variation de pression, autre facteur de détection du chalut, cité par Bourdillon (1971), dans l'échantillonnage du plancton marin. L'avancement du filet provoque, en avant de lui-même une accélération frontale qui implique dans cette zone un gradient de pression qui pourrait être décelé par la ligne latérale des poissons. La réduction de cette possibilité de détection s'opère par une efficience de filtration maximum. L'efficience de filtration (F) s'améliore en augmentant la surface utile par laquelle l'eau sort effectivement du filet, c'est-à-dire en agrandissant la taille de maille ou en agissant sur la configuration du filet. Comme nous l'avons fait remarquer, il est certain que la forme de nos engins pourrait être améliorée. Cependant l'efficience de notre chalut avant de maille de 4 mm, qui atteint 94 %, est très bonne. En effet, pour les filets à plancton coniques (d'après Bourdillon, 1971), il a été montré que pour une embouchure donnée, F plafonne à 95 % lorsque le rapport surface utile par laquelle l'eau sort effectivement du filet à la surface de l'entrée de l'échantillonneur, atteint et dépasse 3.

5.2.3. Choix spatio-temporel de l'échantillonnage

Bourdillon (1971) remarque que le groupement en essaims augmente les possibilités d'évitement car il suffit que la détection de l'échantillonneur soit assurée par les plus proches individus pour que l'ensemble de l'essaim présente une réaction de fuite. Dans nos expériences, la vulnérabilité des poissons plus grande de nuit pourrait avoir pour origine une activité nocturne plus importante se traduisant par une répartition plus homogène dans toute la couche d'eau. Cette homogénéité de la répartition nocturne a été constatée par Durand (comm. pers.) lors d'échosondages dans le lac Tchad.

Du fait de la variation nycthémérale de la situation des poissons, et d'une stratification nette pour certaines espèces, il importe de bien déterminer la couche d'eau échantillonnée. Ce contrôle est aisé pour les couches d'eau de surface par l'emploi du chalut avant, par contre, cela est plus délicat avec le chalut à perche dont la position dépend de la vitesse de trait et du lestage.

L'étude des zones de maillage spécifiques sur les

filets maillants au cours de la période retenue pour chaluter, permet de déterminer la couche d'eau à échantillonner selon l'espèce recherchée.

Dans un cours d'eau, le chalutage est en général plus efficace de l'amont vers l'aval, sauf en période de dévalaison.

5.2.4. Électrification

L'électrification permet la capture de poissons que l'utilisation normale d'un chalut de ce gabarit rendrait impossible. Cet avantage est sans doute maximum pour ce type d'engin ; Lamarque (comm. pers.) a constaté que le gain dû à l'électrification devient moins sensible au fur et à mesure que les qualités pêchantes et les dimensions du chalut augmentent.

Parmi les trois formes de courant électrique fournies par notre appareil de pêche, nous avons mis en évidence une meilleure efficacité du courant « ondulé », d'autant plus importante que les poissons sont de grande taille. Ce type de courant permet donc d'obtenir un échantillon plus représentatif de la structure en taille de la population en place.

Ces comparaisons entre formes de courant ont été effectuées avec le chalut avant à une vitesse (7 km/h) plus grande que celle du chalut à perche (3 km/h). Cette vitesse a permis de capturer les grands *Alestes baremoze* sur lesquels la meilleure efficacité du courant « ondulé » a pu être montrée. Il semble que la vitesse ait une influence prépondérante et que la forme du courant soit un facteur secondaire qui ne se révèle que lorsque la vitesse atteint un seuil d'efficacité. Pour les petites tailles, si la forme du courant apparaît indifférente c'est soit qu'elle l'est en réalité, soit que l'influence bien supérieure de la vitesse masque son effet. Dans la seconde hypothèse, cet effet devrait apparaître à une vitesse plus faible comme celle de traits au chalut à perche, mais la taille de maille de cet engin (12 mm) permet l'échappement des petits poissons (jusqu'à 90 mm). L'expérience devrait donc être refaite avec une maille adéquate et à une saison où ces classes de taille sont bien représentées, ce qui n'était pas le cas en juin 1976 (tabl. XXIV).

L'interruption périodique du courant pourrait apporter des résultats semblables à ceux obtenus avec le courant « ondulé », la périodicité de l'électrification serait à étudier en fonction de la vitesse d'avancement du chalut.

Ces résultats s'accordent avec les directives de Gosset (1976) concernant le « HERON » à savoir l'utilisation du courant « ondulé » en eau chaude et notamment pour le chalutage. Lamarque *et al* (1975) rejettent pour le chalut l'emploi des courants redressés dans les eaux de conductivité supérieure à 250 µS/cm à cause de la puissance consommée, ils conseillent le courant en créneaux sauf lorsque la conductivité est plus faible ce qui est le cas des eaux dans lesquelles nous avons pêché.

Ces auteurs constatent que les diverses espèces de poissons ne se comportent pas de la même manière en présence du courant électrique ; les modifications de l'anode ont entraîné des réactions spécifiques différentes se traduisant par des variations significatives du rendement. Notre expérimentation sur ce point est assez limitée et nous n'avons observé rien de tel en comparant deux formes d'anode. Cela nous amène à souligner qu'il serait imprudent de généraliser nos résultats qui reposent essentiellement sur une espèce : *Alestes baremoze*.

6. CONCLUSION

Les moyens financiers ou les caractéristiques du milieu imposent souvent l'utilisation d'engins et d'embarcations de petites dimensions pour l'échantillonnage des poissons en eau douce. L'électrification des chaluts de très faible gabarit leur procure une efficacité acceptable pour justifier leur emploi. Nous avons constaté que les paramètres classiques de l'efficacité du chalutage interviennent toujours malgré l'électrification et qu'il importe de leur attribuer les valeurs optimales dans le cadre des possibilités dont on dispose.

La phase finale avant l'exploitation du chalut électrifié en tant qu'engin d'échantillonnage quantitatif, consiste à déterminer son efficacité réelle. Chez certaines espèces pour lequelles ni l'augmentation de vitesse ni l'électrification n'entraînent une augmentation de rendement, on peut penser qu'on a atteint l'efficacité maximale qui doit tendre vers 100 % ; nous avons rencontré ce cas avec les *Micralestes acutidens* dans le lac Tchad ; de même Lamarque *et al* (1975) ont constaté que l'électrification n'améliorait pas le rendement pour les *Clarias* dans le lac Malawi. Dans les autres cas, l'efficacité ne peut être déterminée qu'en pêchant une population connue, ce travail vient d'être entrepris (Benech, 1977).

Remerciements

Nous tenons à remercier MM. Lamarque et Gosset qui nous ont très aimablement accueillis à plusieurs reprises dans leur laboratoire pour nous faire bénéficier de leur expérience en pêche électrique.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 13 septembre 1978.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARKLEY (R. A.), 1964. — The theoritical effectiveness of towed-netsamplers as related to sampler size and to swimming speed of organisms. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 29 (2) : 146-157.

BAUDIN-LAURENCIN (F.), 1967. — La sélectivité des chaluts et les variations nycthémérales des rendements dans la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.* vol. V, n° 1 : 85-121.

BENECH (V.), 1974. — Données sur la croissance de *Citharinus citharus* (Poissons, Characiformes) dans le Bassin Tchadien. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 8, 1 : 23-33.

BENECH (V.), 1977. — Recherches de solutions pour l'échantillonnage quantitatif en milieu tropical. *Symposium sur la pêche dans les cours d'eau et les plaines d'inondation*, Bujumbura, Burundi 21.26/11/77, CIFA/77/Symp. 29, 14 p. *multigr.*

BLAXTER (J. H. S.), PARRISH (B. B.) et DICKSON (W.), 1963. — The importance of vision in the reaction of fish to drifnets and trawls. *F.A.O., 2nd World. Fish. Year Congr.*, London, Paper n° 69.

BOURDILLON (A.), 1971. — L'échantillonnage du zooplancton marin. *In* : LAMOTTE M. et F. BOURLIÈRE, *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques*, Masson et Cie, Paris, 1971, 294 p.

CUINAT (R.), 1968. — Contribution à l'étude de quelques paramètres physiques dans la pêche électrique en courant continu, en rivière. *In* VIBERT R., *Applications de l'électricité à la biologie et à l'aménagement des pêches continentales*, Symp. CECPI, Belgrade, 1966, 145.181, INRA, Paris.

DAGET (J.) et PETIT (P.), 1971. — L'échantillonnage des peuplements de poissons marins. *In* : LAMOTTE M. et F. BOURLIÈRE, *Problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques*, Masson et Cie, Paris, 1971, 294 p.

DURAND (J. R.) et LOUBENS (G.), 1969. — Croissance en longueur d'*Alestes baremoze* (Joannis, 1835) (Poissons, Characidae) dans le Bas-Chari et le lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 3, 1 : 59-105.

GOSSET (C.), 1976. — Un appareil de pêche à courant continu à haute performance, le « Héron ». Supplément à *La Pisciculture Française*, n° 47, 12e année, 3e trimestre.

LAMARQUE (P.), 1968. — Electrophysiologie du poisson soumis à l'action d'un champ électrique. *In* : VIBERT R., *Applications de l'électricité à la biologie et à l'aménagement des pêches continentales*, Symp. CECPI, Belgrade, 1966, 87-110, INRA, Paris.

LAMARQUE (P.), THEREZIEN (Y.), CHARLON (N.), 1975. — Études des conditions de pêche à l'électricité dans les eaux Tropicales. I. Études conduites à Madagascar et en Zambie (1972) *Bull. Cent. Etud. Rech. Sci.*, Biarritz, 10, 3 : 403-554.