

Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca

I. Milieux et peuplements

Gérard LOUBENS (1), Francisco OSORIO (2),
Jaime SARMIENTO (2)

RÉSUMÉ

Le lac Titicaca peut être divisé en 6 zones : la zone profonde, la zone de profondeur moyenne, la zone à Charas, la zone à toloras (Schoenoplectus tatora), la zone littorale sédimentaire, la zone littorale rocheuse. Deux espèces seulement sont connues de la zone profonde, Salmo gairdneri et Orestias ispi. La partie benthique de la zone de profondeur moyenne est caractérisée par la présence d'Orestias mulleri. La zone pélagique entre l'isobathe 50 m et les toloras est parcourue par Orestias agassii, O. ispi, et Basilichthys bonariensis. Dans la ceinture végétale, 4 espèces sont abondantes : Orestias agassii, O. luteus, O. olivaceus et Basilichthys bonariensis.

MOTS-CLÉS : Lac Titicaca — Bolivie — Milieux — Poissons — Peuplements — *Orestias* — *Basilichthys* — *Salmo gairdneri*.

SUMMARY

OBSERVATIONS ABOUT THE FISHES OF THE BOLIVIAN PART OF TITICACA LAKE. I. ENVIRONMENTS AND POPULATIONS

Titicaca Lake can be divided in 6 areas: the deep area, the medium depth area, the Chara area, the Tolora (Schoenoplectus tatora) area, the sedimentary littoral area and the rocky littoral area. Two species only are known from the deep area, Salmo gairdneri and Orestias ispi. The benthic part of the medium depth area is characterized by the presence of Orestias mulleri. The pelagic zone between the 50 m isobath and the toloras is swimmmed through by Orestias agassii, O. ispi and Basilichthys bonariensis. In the vegetal belt, 4 species are plentiful: Orestias agassii, O. luteus, Basilichthys bonariensis, and O. olivaceus.

KEY WORDS : Lake Titicaca — Bolivia — Biotops — Fish — Communities — *Orestias* — *Basilichthys* — *Salmo gairdneri*.

RESUMEN

OBSERVACIONES RELATIVAS A LOS PECES DE LA PARTE BOLIVIANA DEL LAGO TITICA. I. MEDIOS Y POBLACIONES

Se puede dividir el Lago Titicaca en 6 zonas ; la zona honda, la zona de profundidad mediana, la zona de charas, la zona de toloras (Schoenoplectus tatora), la zona litoral sedimentaria, la zona litoral rocosa. Se conoce solamente 2 especies en la zona honda, Salmo gairdneri y Orestias ispi. La parte béntica de la zona de profundidad mediana

(1) O.R.S.T.O.M., casilla 109, Trinidad, Bolivia.

(2) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

resulta caracterizada por la presencia de *Orestias mulleri*. La zona pelágica entre la isobata 50 m y las totoras es recorrida por *Orestias agassii*, *O. ispi* y *Basilichthys bonariensis*. Dentro de la cintura vegetal, 4 especies abundan: *Orestias agassii*, *O. luteus*, *O. olivaceus* y *Basilichthys bonariensis*.

PALABRAS CLAVES : Lago Titicaca — Bolivia — Medios — Peces — Poblaciones — *Orestias* — *Basilichthys* — *Salmo gairdneri*.

INTRODUCTION

La faune piscicole du lac Titicaca est composée d'espèces endémiques de l'Altiplano et d'espèces introduites. Les espèces endémiques comprennent une vingtaine d'espèces du genre *Orestias* (Orestiinae, Cyprinodontidae) souvent difficiles à identifier (LAUZANNE 1982) et une ou deux espèces du genre *Trichomycterus* (Trichomycteridae ou Pygidiidae). Les lieux d'origine et les dates d'introduction des espèces introduites sont indiqués par EVERETT (1973) et surtout BUSTAMANTE et TREVIÑO (1980). *Basilichthys bonariensis* (pejerrey), originaire d'Argentine, a été introduit en 1946 dans le lac Poopo, lac bolivien situé au sud du lac Titicaca, à partir duquel cet Atherinidae s'est répandu par l'intermédiaire du rio Desaguadero dans tout le bassin. Il serait parvenu dans le lac Titicaca lui-même en 1956. *Salmo gairdneri* (truite arc-en-ciel) est arrivé du Chili en 1941 ou 1942. *Salmo trutta* (truite européenne), introduit en 1940 en provenance également du Chili, s'est bien adapté dans la rivière Llave, affluent de la rive occidentale du lac. *Salvelinus namaycush* et *S. fontinalis* sont venus tous deux d'Amérique du Nord, le premier en 1941, le second en 1955. On ne sait s'ils subsistent encore dans la région.

La faune du lac Titicaca est donc une faune pauvre comprenant environ 25 espèces pour 8.500 km². Sur ces 25 espèces, deux sont pêchées régulièrement et en abondance, *Orestias agassii* qui dépasse rarement 50 g et *Basilichthys bonariensis* dont nous avons observé des exemplaires atteignant 1,5 kg. *Salmo gairdneri* a été exploité assez intensément, jusqu'à 500 tonnes en 1965 pour tout le lac Titicaca, mais la pêche a décliné rapidement ensuite (EVERETT, *op. cit.*). Il est rare actuellement dans les eaux boliviennes et l'exploitation s'oriente vers des élevages en cages flottantes. Quelques autres espèces d'*Orestias* jouent un certain rôle dans l'alimentation humaine ou porcine : *Orestias pentlandii* (boga), *O. ispi* (ispi), *O. luteus*, *O. olivaceus*.

Dans cet article, nous définirons les principaux milieux que l'on peut distinguer dans le lac Titicaca, puis nous décrirons leurs peuplements ichthyologiques. Les données proviennent essentiellement des pêches expérimentales faites d'octobre 1979 à novembre 1981 dans la partie bolivienne du lac Titicaca, dans le cadre de l'accord entre l'Université de La Paz

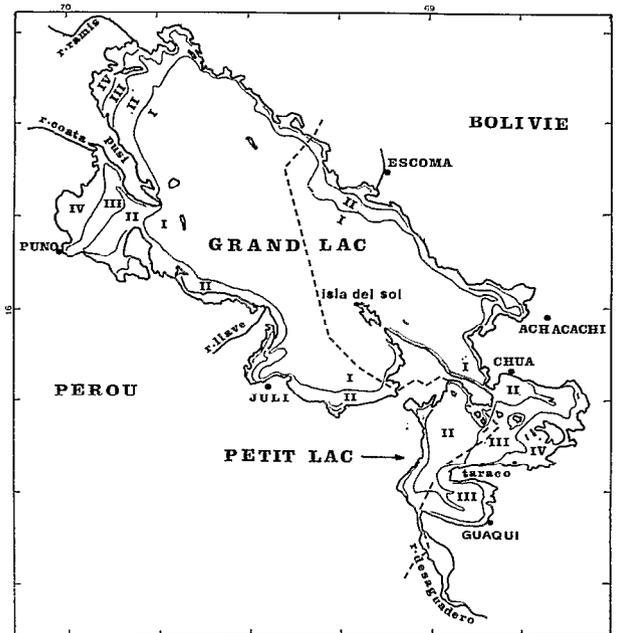


FIG. 1. — Les principaux milieux du lac Titicaca

(U.M.S.A.) et l'O.R.S.T.O.M. Nous utiliserons aussi quelques résultats tirés de la littérature et de nos observations sur les pêches locales.

1. MILIEUX ET PEUPELEMENTS ICHTHYOLOGIQUES

1.1. Définition des principaux milieux

Le lac Titicaca comprend deux parties de superficies inégales et de caractéristiques différentes, le Grand Lac (7.081 km² en eau à la côte 3.810 m) et le Petit Lac (1.367 km² soit 16 % du total). De nombreux travaux ont décrit au cours de ces dix dernières années la morphologie, la bathymétrie, la nature du fond, la physicochimie et la végétation aquatique du lac. Nous retirerons de cet ensemble de données quelques éléments qui nous permettront de définir succinctement les principaux milieux qu'il nous paraît utile de distinguer en ce qui concerne les poissons dans l'état actuel des connaissances (fig. 1).

La définition des milieux adoptée ici repose principalement sur la profondeur et les macrophytes qui ont l'avantage d'être assez bien connus dans le lac Titicaca. En ce qui concerne les peuplements benthiques et nectobenthiques, ces deux facteurs sont manifestement essentiels. La profondeur intègre l'action de plusieurs facteurs (température, lumière, pression) qu'il serait impossible de prendre en compte directement dans l'état actuel des connaissances. En ce qui concerne les peuplements pélagiques, on sait que ceux-ci se modifient en fonction de la distance à la côte, mais celle-ci n'est pas mesurable facilement et surtout il n'existe pas de carte correspondant à ce paramètre, contrairement à la profondeur. D'autre part, la distance à la côte et la profondeur sont corrélées entre eux, quoique de façon différente selon les régions. La profondeur nous fournira donc un moyen, certes imparfait, d'appréhender d'éventuelles différences entre les peuplements pélagiques du lac.

La zone profonde (zone I) est définie comme celle où la profondeur dépasse 50 m (maximum 284 m). Elle n'existe que dans le Grand Lac où elle couvre 4.810 km², soit 68 % du Grand lac et 57 % du lac Titicaca. C'est une zone très ouverte où le vent et les vagues ont le maximum d'influence en surface, mais très stable en profondeur, la température y restant à 11 °C toute l'année. En surface, la température moyenne mensuelle varie de 11 °C (septembre) à 14 °C (mars). La thermocline, située vers 50 m pendant la plus grande partie de l'année, remonte en juillet et atteint la surface à la fin du mois d'août pour s'abaisser à nouveau en octobre. Au total, la stratification est peu accentuée et on peut douter de son rôle en tant que barrière écologique (pour les poissons).

La zone de profondeur moyenne (zone II), définie par les isobathes 10 m et 50 m, est caractérisée par des fonds nus. Les macrophytes fixés sur le fond ne dépassent pas en effet une dizaine de mètres de profondeur, cette limite étant bien sûr approximative. Ce type de milieu est important dans le Petit Lac où il couvre environ 32 % de la superficie et s'y présente en deux ensembles, le plus grand dans la partie occidentale, surtout péruvienne, le second dans la région de Chua. Dans le Grand Lac, on le trouve surtout dans les baies (Achacachi, Escoma, extrémité nord-ouest, Puno) ou sous la forme d'une bande plus ou moins large le long des côtes (20 % de la superficie).

La zone à *Chara* (zone III) a des fonds tapissés de macrophytes submergés appartenant essentiellement aux genres *Chara*, *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Elodea*, *Nitella* et *Ruppia*, les *Chara* étant de beaucoup les plus importants (32 % du Petit Lac). Les profondeurs varient d'une dizaine de mètres à 2 ou 3 m, profondeur à laquelle apparaissent les totoras

(*Schoenoplectus tatora*). Ces prairies aquatiques sont appelées localement Llachales. Les proportions relatives des principaux genres cités varient selon les endroits et permettent de définir plusieurs associations végétales (COLLOT, 1980).

C'est le milieu dominant dans le Petit Lac puisqu'il s'étend sur près de la moitié de la superficie totale.

La zone à totoras (*Schoenoplectus tatora*) (zone IV) est caractérisée par la présence de cette Cypéracée généralement fixée sur le fond, mais dont la tige dépasse la surface de l'eau de plus d'un mètre. La densité est assez variable. Les autres macrophytes sont aussi présents dans cette zone et occupent parfois tout le volume d'eau disponible, formant des fourrés épais. Les profondeurs varient de 3 m à 1 m environ.

Cette zone ne semble pas avoir donné lieu, non plus que la suivante, à des mesures particulières de la part des limnologues. Il est probable cependant que la présence d'une végétation souvent très dense, la proximité des côtes et la moindre profondeur entraînent des variations plus importantes qu'au large de certains paramètres physico-chimiques comme la température, la salinité — par mélange des eaux relativement salées du lac (environ 1 g/l) avec celle des cours d'eau (0,3 g/l) — et l'oxygène dissous (sursaturation due à la photosynthèse ou au contraire déficit en raison des décompositions importantes consommatrices d'oxygène).

La zone littorale sédimentaire basse (zone V). Il s'agit de la frange souvent encombrée de macrophytes comprise entre les totoras et le rivage, frange de très faible superficie relative, mais où peuvent grouiller les poissons de petite taille, jeunes ou adultes. Dans les parties abritées à fond limoneux, la végétation est variée et dense. La température est plus variable : minimums de 3 °C à 6 °C le matin en hiver avec parfois une pellicule de glace en bordure du rivage ; forte élévation l'après-midi, jusqu'à 20 °C en été (quelques observations personnelles). Grâce à de courts déplacements entre cette zone et la zone à totoras, les petits poissons peuvent disposer d'une température moyenne de plus de 15°.

Dans les zones sableuses exposées au vent, la végétation ne monte pas jusqu'à la surface, les *Potamogeton* filiformes constituent souvent un tapis qui semble convenir particulièrement à la fraye d'*Orestias ispi*. La zone à totoras peut être absente, on passe sans solution de continuité à la zone III.

L'extension de cette zone présente des fortes fluctuations en raison des variations saisonnières de niveau du lac qui atteignent environ 80 cm, mais aussi annuelles selon le bilan des apports et des pertes en eau du lac Titicaca.

La zone littorale rocheuse (zone VI). Dans le Petit Lac au nord, mais surtout dans le Grand Lac, des

TABLEAU I

Pêches aux filets de fond dans la zone II : composition des captures en nombre (%) et prise par unité d'effort (P.U.E. en g/100 m²/nuit de pose

ESPECES	Mailles des filets (en mm de noeud à noeud)									
	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	40	10 à 40
<i>O. mulleri</i>	55,3	91,9	27,0							42,9
<i>O. agassii</i>		3,7	70,3	100,0	100,0	100,0	100,0			24,5
<i>O. forgeti</i>	26,3	4,4								6,0
<i>O. tchernavini</i>	18,4									3,2
<i>O. pentlandii</i>		2,7								0,4
Nombre total	76	136	74	19	23	6	2	0	0	436
P.U.E.	73	203	200	110	150	50	23	0	0	

falaises rocheuses tombent à pic dans les eaux, les macrophytes sont alors très réduits ou absents.

1.2. Peuplement de la zone profonde

Les données sur cette zone sont peu nombreuses : quelques pêches expérimentales et observations sur la pêche locale faites en 1980, quelques indications des chercheurs péruviens (comm. pers.). Deux espèces seulement, *Salmo gairdneri* et *Orestias ispi*, sont connues avec certitude de cette zone grâce aux pêches aux filets maillants dérivants en surface (mailles de 45 à 100 mm) faites pendant la nuit par les pêcheurs locaux au milieu du Grand Lac. Les captures sont constituées uniquement de truites arc-en-ciel dont les estomacs renferment parfois des petits poissons toujours rapportés jusqu'à présent à l'espèce *Orestias ispi* (3 observations personnelles, observations péruviennes). Il est donc probable que la couche observée vers 30 m de profondeur par les Péruviens au cours de la campagne d'écho-intégration faite en octobre-novembre 1979 (comm. pers.), soit constituée par des poissons de cette espèce-proie susceptible d'effectuer des migrations verticales.

La présence de *Basilichthys bonariensis* n'a pas été signalée dans la zone I, mais nous pensons que les adultes de grande taille y pénètrent occasionnellement à partir de la zone II où on les capture aux filets maillants de surface.

La faune ichtyologique de ces grands fonds n'a pas été inventoriée.

1.3. Peuplement benthique de la zone II

Ce peuplement n'est connu que grâce à quelques pêches expérimentales du groupe de recherche U.M.S.A.-O.R.S.T.O.M., les pêcheurs locaux ne mettant pas de filets de fond dans cette zone. 5 nuits de pêche ont été faites en novembre et décembre 79 avec une série de filets de fond de mailles variées (10, 12,5, 15, 17,5, 20, 22,5, 30, 40 mm de noeud à noeud) dans le golfe de Chua (Petit Lac) à des profondeurs de 20 à 40 m (tableau I). Les filets avaient de 2 à 2,5 m de hauteur en position de pêche.

L'espèce dominante est *Orestias mulleri*, petit poisson de 55 à 80 mm de longueur standard (individus adultes), qui n'a jamais été retrouvé ailleurs et qui caractérise donc l'ichtyobenthos de cette zone. Les résultats détaillés montrent en outre qu'il est nettement plus abondant à 30-40 m qu'à 20 m. *O. agassii* est la seconde espèce en abondance, présente sous la forme d'adultes de 80-130 mm. On trouve enfin quelques exemplaires de 3 autres espèces, *O. forgeti*, *O. tchernavini* et *O. pentlandii*. Les faibles rendements (200 g par nuit pour les meilleurs filets), la taille réduite des poissons (poids moyen de quelques grammes) et les difficultés de pose des filets en eaux profondes expliquent l'absence d'intérêt des pêcheurs pour ce milieu très pauvre.

1.4. Peuplement pélagique des zones II et III

Les engins de pêche opèrent souvent au cours d'une même opération successivement ou simulta-

TABLEAU II

Pêches aux chaluts-bœufs : composition des captures en nombre (%) et prise par unité d'effort

ESPECES	Chaluts - bœufs	
	à ispis	à carachis
<i>Orestias ispi</i>	97,2	0,8
<i>Orestias agassii</i>		95,4
<i>Orestias forgeti</i>	0,4	0,9
<i>Orestias jussieui</i>		0,7
<i>Orestias luteus</i>		1,0
<i>Orestias pentlandii</i>		0,1
<i>Orestias albus</i>		0,1
<i>Orestias olivaceus</i>	0,6	
<i>Orestias spp.</i>	1,6	1,0
<i>Trichomycterus sp.</i>	0,2	
Nombre de traits	2	104
Nombre de poissons	511	6.767
Poids moyen (g)	2,4	19,1

nément dans les deux zones. D'autre part, il n'y a pas de solution de continuité entre les zones II et III en dehors de l'apparition sur le fond vers 10 m de profondeur de la ceinture végétale, apparition qui n'intéresse que les peuplements benthiques. On traitera donc en même temps des parties pélagiques des zones II et III.

Ce peuplement est mieux connu que les précédents grâce à l'observation des pêches locales et à de nombreuses pêches expérimentales.

Les pêcheurs du lac utilisent dans les eaux libres extérieures à la ceinture végétale des chaluts-bœufs (bolsa). Il s'agit de grandes poches de tailles et de mailles diverses tirées à la rame par deux embarcations du large vers la côte sur une distance de 100 à 200 mètres. Ces poches sont maintenues ouvertes soit généralement par un système de flotteurs et de poids, soit beaucoup plus rarement par un cadre de bois (Grand Lac seulement). Il en existe deux catégories principales, celle à mailles fines (quelques mm) pour la pêche de nuit des ispis, et celle à mailles plus grandes (culs à mailles de 10 à 12 mm, extrêmes 8 et 18) pour la pêche des carachis — nom local d'*Orestias agassii*. Celle-ci se fait surtout de jour soit un peu au-dessus du fond, soit en pleine eau lorsque, dans des conditions mal connues, de nombreux individus se rassemblent et forment des boules que les pêcheurs repèrent et traquent.

Les résultats du tableau II montrent la quasispécificité des captures dans les deux types de chaluts-bœufs et la petitesse des poissons capturés

bien qu'il s'agisse d'adultes, 2,4 g pour *O. ispi* et 19,1 g pour *O. agassii*. Pour les chaluts-bœufs à ispis, nous avons fait de nombreuses autres observations qualitatives qui confirment la composition des captures. Les rendements par trait des chaluts-bœufs à carachis varient de 0,0 à 14,2 kg avec une moyenne de 1,2 kg/trait. Nous avons ajouté à nos données celles de FRANC, LAUZANNE et ZUNA (1979).

Les pêches expérimentales faites avec des filets maillants de surface ou de subsurface (80 cm entre la ralingue supérieure et la surface de l'eau pour permettre le passage des bateaux) complètent l'échantillonnage en ce qui concerne les poissons de plus grande taille qui échappent aux chaluts-bœufs. Les filets avaient 2 à 2,5 m de hauteur en pêche et des mailles de 22,5 à 100 mm de nœud à nœud (tabl. III).

Là encore, le nombre des espèces qui interviennent de façon notable dans les captures est très faible.

Il y a deux espèces dominantes, *Basilichthys bonariensis* pour les filets de 22,5 à 60 mm, *Salmo gairdneri* au-delà. Encore faut-il noter que les captures de truites sont toujours rares dans la partie bolivienne du lac Titicaca. Dans le Petit Lac, on ne trouve cette espèce de façon notable que dans la partie la plus profonde (golfe de Chua).

B. bonariensis est donc l'espèce essentielle dans ce type de milieu, mais les variations saisonnières et régionales sont très importantes. Dans le Petit Lac, qui a été le mieux étudié, l'abondance est maximum pendant la saison des pluies dans le golfe de Guaqui

TABLEAU III

Pêches au filets maillants de surface : composition des captures en nombre (%) et prise par unité d'effort de pêche (P.U.E. en g/100 m²/nuit)

ESPECES	Mailles (mm) des filets maillants												
	22,5	25	30	35	40	44	50	55	60	70	80	90	100
<i>Basilichthys bonariensis</i>	97,2	92,5	95,9	100,0	97,8	100,0	88,9	93,1	66,7				
<i>Salmo gairdneri</i>	0,7	1,7	2,1		2,2		11,1	6,9	33,3	100	100	100	
<i>Orestias agassii</i>	2,1	1,1											
<i>Orestias luteus</i>		2,2	1,0										
<i>Orestias pentlandii</i>		0,6											
<i>Orestias albus</i>		1,1	1,0										
<i>Orestias jussieui</i>		0,6											
Nombre de nuits de pose	61	69	78	21	78	41	34	49	33	13	12	12	12
Nombre de poissons	145	182	194	17	67	17	9	19	3	1	1	2	0
Poids moyen (g)	114	190	343	470	556	872	989	987					
P.U.E.	271	501	853	380	478	362	262	383	124	276	255	717	0

dont les fonds en pente douce présentent une très large ceinture végétale. Les captures peuvent atteindre alors pour les meilleurs filets plusieurs kgs/100 m²/nuit. L'espèce est par contre beaucoup plus rare le long des côtes rocheuses et escarpées (région septentrionale dans le Petit Lac, Isla del Sol dans le Grand Lac par exemple).

En ce qui concerne *Orestias pentlandii*, nous ne l'avons rencontré qu'accidentellement et en petit nombre dans les eaux boliviennes du lac. BUSTAMANTE et TREVIÑO (*op. cit.*) indiquent que cette espèce pélagique se capture en quantités notables dans certaines zones du Grand Lac (baie de Pusi, embouchure du Rio Ramis) et surtout dans la partie nord-ouest du Petit Lac en pleine eau sur les fonds de 20 m pendant la saison des pluies (novembre à avril). Les reproducteurs se rapprochent des rives durant l'hiver austral pour pondre dans la ceinture végétale où on les capture alors sur des fonds de 2 à 5 m.

1.5. Peuplements benthiques de la ceinture végétale (zone III à Gharas et zone IV à totoras)

Après avoir présenté globalement les données concernant la ceinture végétale, nous tenterons ensuite de voir s'il existe des différences notables de peuplement dans les différents milieux que l'on peut y distinguer.

Le principal moyen utilisé par les pêcheurs locaux et par nous-mêmes est le filet maillant de fond. Cette méthode présente dans le cas du lac Titicaca des

avantages importants du point de vue de la pêche artisanale : elle est souple et facile à mettre en œuvre ; elle prend peu de temps ; l'entretien du matériel est très facile compte tenu de la rareté des grands poissons susceptibles d'abimer les filets. Par contre du point de vue de la pêche expérimentale, il y a trois genres de difficultés : l'effort de pêche est difficile à connaître avec précision car les plantes aquatiques soulèvent plus ou moins la ralingue des plombs de telle sorte que la surface réellement pêchante est mal connue ; les filets ne peuvent être posés dans les zones où les macrophytes sont trop abondants ; l'engin n'est pas assez sélectif par rapport aux différents milieux.

Sur ce dernier point, le filet reposant sur les herbiers dans lesquels il pénètre assez peu, on obtient surtout les poissons qui se tiennent à la limite et au-dessus des herbiers, tandis que ceux qui ont tendance à rester à l'intérieur seront proportionnellement moins capturés. Parfois, il est possible de poser les filets dans les étroits chenaux artificiels que les habitants du lac aménagent dans la ceinture végétale pour permettre le passage de leurs embarcations : c'est de cette façon sans doute que l'on obtiendra l'image la moins déformée du peuplement des herbiers proprement dit. D'autre part, les filets ayant de 2 à 2,5 m de hauteur s'élèvent au-dessus des herbiers parfois jusqu'à la surface si la profondeur est faible : on capturera alors, outre les poissons benthiques, les petits pélagiques des eaux peu profondes. On échantillonne en somme 3 peuplements superposés :

TABLEAU IV

Pêches aux filets maillants de fond dans la ceinture végétale du Petit Lac : composition des captures en nombre (%) et prise par unité d'effort de pêche (P.U.E. en g/100 m²/nuit)

ESPECES	Mailles des filets en mm						
	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
<i>O. agassii</i>	12,5	28,4	44,4	27,0	52,9	23,9	7,4
<i>O. olivaceus</i>	12,8	33,4	18,3	1,6	1,3		
<i>O. ispi</i>	40,2	2,3					
<i>O. forgeti</i>	3,8	0,4					
<i>O. luteus</i>	0,0	0,2		1,4	4,9	8,7	18,5
<i>O. pentlandii</i>			0,2	0,2			
<i>O. jussieui</i>				0,2			
<i>O. albus</i>					0,4		
<i>O. sp.</i>	4,0	3,6	1,0	0,8	2,7	2,2	
<i>B. bonariensis</i>	26,5	31,9	36,3	68,4	37,3	65,2	74,1
<i>Trichomycterus sp.</i>	0,3			0,6	0,4		
Nombre de nuits de pose	39	39	39	39	39	22	22
Nombre de poissons	2958	2122	1373	512	225	46	27
Poids moyen (g)	6,6	11,5	20,3	45,1	48,7	90,1	140,4
P.U.E.	501	626	714	592	281	188	172

celui des herbiers, celui de la zone de transition herbiers-eaux libres, celui des eaux libres supérieures. Cet ensemble de peuplements dont les milieux de vie se caractérisent par la proximité et l'abondance des végétaux aquatiques sera appelé périmacrophytique.

On constate une fois de plus que la petitesse et l'hétérogénéité des milieux en eaux continentales rend l'échantillonnage des différents peuplements très difficile. Dans le cas du lac Titicaca, il faudrait essayer des pêches à la roténone avec plongeurs, et des pêches électriques avec des appareils adaptés à la forte salure du lac (environ 1 g/l).

1.5.1. LA FAUNE PISCICOLE PÉRIMACROPHYTIQUE : COMPOSITION GLOBALE

La composition globale de cette faune est connue grâce à une quarantaine de nuits de pêche effectuée dans la partie bolivienne du Petit Lac d'octobre 1979 à décembre 1980 avec des filets maillants dormants de fond (tabl. IV).

Les deux principales espèces sont *Orestias agassii*

présent partout en abondance sous la forme d'individus de toutes tailles, et *Basilichthys bonariensis* présent sous la forme de juvéniles. Contrairement à *O. agassii*, la présence de *B. bonariensis* est irrégulière et son abondance très variable, de zéro jusqu'à plusieurs centaines d'individus par nuit de pose.

Trois autres espèces interviennent de façon notable dans les captures : *O. luteus* (mailles > 20 mm), *O. olivaceus* (mailles de 10 à 15 mm), et *O. ispi* (maille de 10 mm). Alors que la présence des deux premières espèces est très générale, celle d'*O. ispi* est sporadique et liée au processus de la reproduction, lorsque les adultes se rapprochent des côtes pour la fraye. L'échantillonnage obtenu est incomplet en raison de l'absence de filets à très petites mailles (< 10 mm). Pour *O. ispi* en particulier, on ne capture que les plus grands adultes qui sont tous des femelles prêtes à pondre.

Dans le Grand Lac, la composition du peuplement périmacrophytique est grossièrement la même, mais, ne disposant pas encore du travail de LAUZANNE (1982), nous avons été gênés dans la détermination de nombreux poissons de petite taille dont une

TABLEAU V

Pêches aux filets maillants de fond dans différents milieux de la ceinture végétale : prise par unité d'effort (P.U.E.) en nombre/800 m²/nuit de pose. Octobre 79 à mai 80 de A à D, 1981 pour E

ESPECES	Milieux				
	A	B	C	D	E
<i>Orestias agassii</i>	40,8	62,8	118,7	54,5	129,7
<i>Orestias olivaceus</i>	51,0	48,2	21,3		62,2
<i>Orestias luteus</i>	0,4	1,0	0,7		11,4
<i>Orestias ispi</i>		0,4	4,3	2,0	0,7
<i>Orestias albus</i>		0,2			
<i>Orestias pentlandii</i>				1,0	
<i>Orestias sp.</i>	1,0	0,6	6,3	1,5	27,2
<i>Basilichthys bonariensis</i>	52,0	39,8	18,0	17,0	0,7
<i>Trichomycterus sp</i>	0,2				0,8
P.U.E. Total	145,4	153,0	169,3	76,0	232,7
Nombre de nuits de pose	5	5	3	2	15

proportion importante appartiendrait à l'espèce *O. crawfordi*.

1.5.2. LA FAUNE PISCICOLE PÉRIMACROPHYTIQUE : VARIATIONS LOCALES

Dans certains cas, il a été possible de poser les filets dans des milieux bien définis et donc de comparer les peuplements de ces différents milieux (tableau V). Les clairières qui existent dans la zone à totoras constituent le milieu A avec des fonds de 1 à 2,5 m. Le milieu B est la partie de la zone à Charas proche des totoras avec des fonds de 2,5 à 5 m. Le milieu C est la partie de la zone à Charas la plus éloignée des totoras et donc la plus profonde (5 à 10 m). Enfin, dans la partie profonde de la zone à Charas, il peut exister des endroits où la végétation aquatique est rare ou absente (milieu D, fonds de 5 à 10 m). Nous avons utilisé une série de 8 filets (mailles de 10, 12,5, 15, 17,5, 20, 22,5, 25 et 30 mm) dont les superficies ont été ramenées à 100 m² chacun.

Les milieux A et B ont des peuplements identiques en composition et en densité avec trois espèces dominantes, *Orestias agassii*, *Orestias olivaceus* et *Basilichthys bonariensis*. Les résultats concernant le milieu C indiquent une plus grande densité d'*Orestias agassii*, et au contraire une diminution d'abondance d'*O. olivaceus* et *B. bonariensis*. Pour

cette dernière espèce, cette baisse d'abondance vient sans doute du fait que les filets opéraient à plus de 5 m de profondeur alors que *B. bonariensis* se tient de préférence dans la couche superficielle, comme l'indiquent les pêches des pêcheurs locaux. Le milieu D, sans végétation, est un milieu appauvri qui voit la disparition d'*O. olivaceus* et d'*O. luteus*, mais le maintien d'*O. agassii* et *B. bonariensis*.

Enfin, en 1981, nous avons échantillonné le peuplement de la baie de Santa Rosa (tabl. V, milieu E) avec une série de filets légèrement différente (mailles de 8, 10, 12, 15, 18, 20, 25 et 28 mm). La baie de Santa Rosa, à l'extrémité occidentale de la péninsule de Taraco (fig. 1), forme un plan d'eau bien abrité d'environ 35 hectares ouvert d'un seul côté au sud. Les fonds qui ne dépassent pas 4 m sont entièrement recouverts d'une végétation aquatique très épaisse avec une zone à Charas au centre et une bande de totoras le long des rives. Le peuplement, plus dense que dans les autres régions échantillonnées, est constitué des mêmes espèces, mais avec deux caractéristiques : une abondance plus grande d'*Orestias luteus*, particulièrement sensible pour les filets posés dans les chenaux artificiels dont il a été question auparavant ; la rareté de *Basilichthys bonariensis* qui ne pénètre pas dans la baie. A noter que le filet de 8 mm fournit de nombreux très petits poissons de détermination difficile.

1.6. Peuplement de la zone littorale basse (zone V)

L'échantillonnage a été fait avec une sorte de grande époussette semi-circulaire que l'on pousse sur le fond en allant vers la rive. Sur une douzaine d'échantillons représentant 2.000 poissons, la prédominance d'*Orestias agassii* est là encore très marquée (90,5 %). Le reste est constitué de quelques *O. olivaceus* et *luleus* et surtout d'*Orestias* de petite taille qui n'ont pu être déterminés. Parfois on rencontre des groupes de très jeunes *Basilichthys bonariensis* qui, par leur agilité, échappent à l'engin.

Le peuplement de la zone VI n'a pas été étudié.

CONCLUSION

Malgré la faible diversité spécifique globale du lac Titicaca, un certain nombre de peuplements ichtyologiques apparaissent, caractéristiques des principaux milieux. Dans la partie pélagique de la zone profonde *Salmo gairdneri*, en nombre malheureusement réduit, chasse les bancs d'*Orestias ispi*. Plus près des côtes, en pleine eau, *Basilichthys*

bonariensis et *Orestias agassii* sont les espèces dominantes alors que dans certaines zones *Orestias penlandii* peut être encore abondant. Juste en dessous, sur les fonds dépourvus de végétation, le peuplement est caractérisé par la présence d'*Orestias mulleri*. De denses populations d'*Orestias agassii* habitent toute la ceinture végétale en compagnie des jeunes *Basilichthys bonariensis*, d'*Orestias olivaceus* et d'*Orestias luleus*, ces deux dernières espèces étant davantage inféodées aux herbiers. Enfin, tout près des rives pullulent les juvéniles d'*Orestias agassii*.

Du point de vue de l'exploitation halieutique, les deux espèces les plus importantes sont *Orestias agassii* et *Basilichthys bonariensis*. Les apports d'*Orestias ispi* sous forme de poisson séché sont irréguliers. Quant à *Salmo gairdneri* et *Orestias penlandii*, espèces très appréciées, leurs stocks sont en mauvais état, particulièrement dans la partie bolivienne du lac.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 21 février 1984

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BUSTAMANTE (E.), TREVIÑO (H.), 1980. — Descripción de las pesquerías en el Lago Titicaca. Instituto del Mar del Perú, Laboratorio de Puno, 62 p.
- COLLOT (D.), 1980. — Les macrophytes de quelques lacs andins (lac Titicaca, lac Poopo, lacs des vallées d'Hichu Khota et d'Ovejhujo). Convenio U.M.S.A.-O.R.S.T.O.M., La Paz, 115 p.
- EVERETT (G. V.), 1973. — The rainbow trout *Salmo gairdneri* (Rich.) fishery of Lake Titicaca. *J. Fish. Biol.*, 5 (4) : 429-440.
- FRANC (J.), LAUZANNE (L.), ZUNA (F.), 1979. — Algunos datos sobre las pesquerías de la parte oriental del Lago Titicaca menor. Convenio U.M.S.A.-O.R.S.T.O.M., La Paz, 24 p.
- LAUZANNE (L.), 1982. — Les *Orestias* (Pisces, Cyprinodontidae) du Petit Lac Titicaca. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 15 (1) : 39-70.