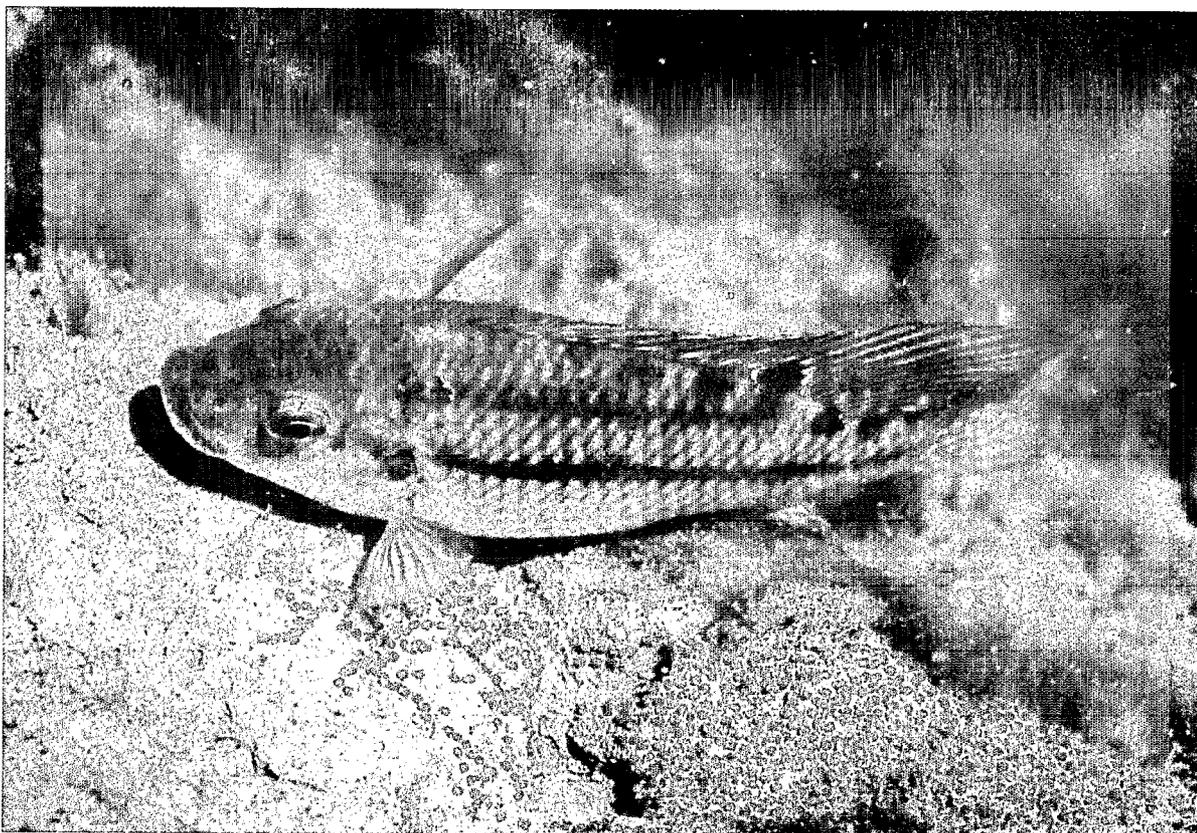


ÉLEVAGE EXPÉRIMENTAL DE *TILAPIA ZILLII*

dans les eaux chaudes de Pierrelatte (France)

par Philippe BLACHIER



Tilapia zillii et sa ponte.

SUMMARY

BREEDING OF *TILAPIA ZILLII* IN THE WARM WATERS OF PIERRELATTE (FRANCE)

*The efficacy of several diets was tested on the growth of *Tilapia zillii* : the water hyacinth only ensures the basic metabolism of juveniles and a poor growth of adults ; trout-type granules give the best performances in intensive breeding. 30 % hyacinth can be added to food containing 38 % proteins without impairing growth.*

RESUMEN

CRÍA DEL *TILAPIA ZILLII* EN LAS AGUAS CALIDAS DE PIERRELATTE (FRANCIA)

Se ha sometido a prueba la eficacia de varias dietas alimentarias con respecto al desarrollo de *Tilapia zillii* : el jacinto de agua únicamente permite el metabolismo básico de los elementos juveniles y un incorrecto desarrollo del crecimiento de los adultos. Los granulados de tipo trucha son aquellos que proporcionan los mejores resultados en cría piscícola intensiva. Existe la posibilidad de incorporar un 30% de jacinto en un alimento compuesto por un 38% de proteínas sin que se produzca una disminución del crecimiento.

Ce travail se situe dans le cadre des recherches entreprises, par l'unité IPSN/DPS/GETA du Centre d'Énergie Nucléaire de la Vallée du Rhône, sur la valorisation des eaux « basse-température »

provenant du complexe industriel EURODIF-COGEMA de Pierrelatte (Drôme). Les expériences d'aquaculture du Tilapia ont été menées de mai 1984 à mai 1985 en relation avec le C.T.F.T.

CONTEXTE ET MOTIVATION DE L'ÉLEVAGE

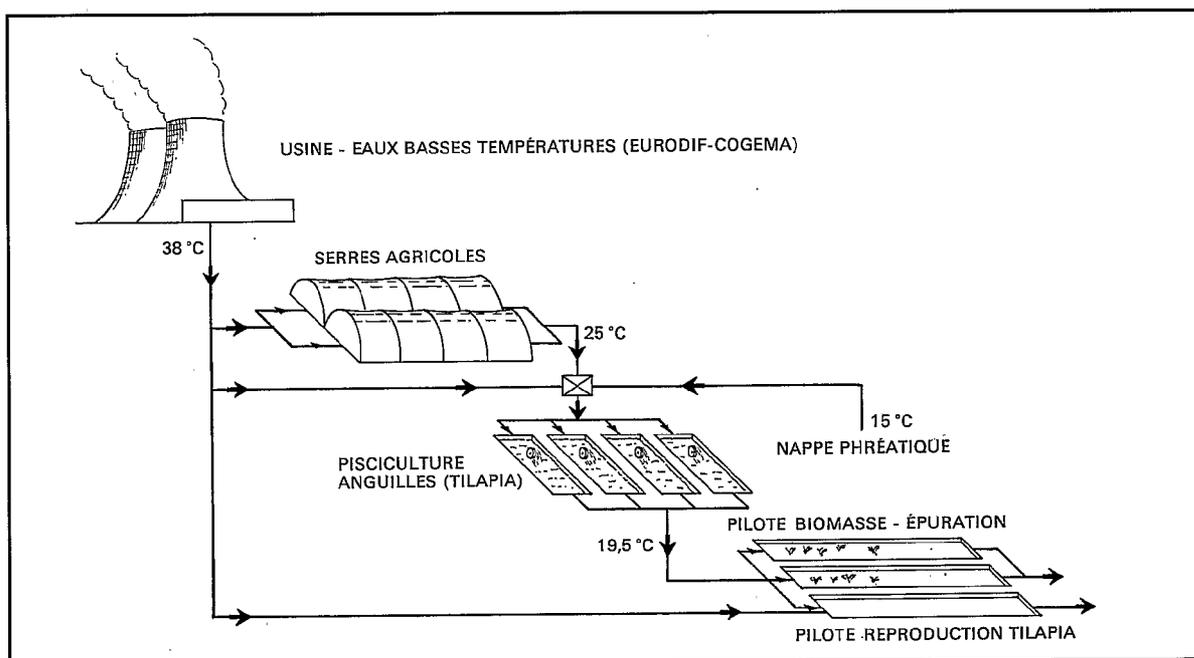
L'utilisation des calories provenant des circuits de refroidissement industriels n'est pas originale et a donné lieu à de nombreuses expérimentations. A Pierrelatte, la phase de démonstration technique et économique est terminée ; 3 schémas d'utilisation de l'eau chaude coexistent :

- utilisation à des fins urbaines, chauffage d'une partie des immeubles de la ville ;
- utilisation à des fins agricoles, chauffage de 50 ha de serres ;
- utilisation à des fins aquacoles, chauffage des eaux d'une anguilliculture.

La pisciculture expérimentale d'anguilles (3 500 m²)

exploitant une technique d'élevage développée par le C.E.A. de Cadarache et de Pierrelatte ayant donné satisfaction, 15 000 m² de bassins supplémentaires furent construits, portant la production potentielle à 200 t/an : il fallait résoudre au moindre coût le problème posé par l'épuration de ces rejets (1 200 m³/h).

Les effluents bruts provenant de l'anguilliculture étant plus chauds de quelques degrés que le réseau hydrique local, la culture de plantes aquatiques a été utilisée à des fins de dépollution et de production de biomasse. Le schéma ci-dessous représente l'utilisation en cascade de l'eau chaude fournie par l'usine. Les macrophytes retenues à Pierrelatte furent la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) et surtout la jacinthe d'eau (*Echhornia crassipes*).



Utilisation en cascade de l'eau chaude en circuit ouvert pour l'agriculture et l'aquaculture.

Les études de dépollution et de production de biomasse ont été menées (SIMÉON, 1984 ; LE FUR, 1985). Les résultats de l'épuration par des jacinthes d'eau est efficace et les résultats sont donnés en figure 1, p. 67. La production de biomasse dans les conditions climatiques locales est de 46 t/ha/an de matière sèche pour la jacinthe d'eau. L'utilisation à des fins commerciales de ce produit

abondant s'est imposé comme un moyen de diminuer le coût de l'épuration. Au moment où de nombreuses équipes travaillaient à la valorisation de la jacinthe (méthanisation, extraction de protéines), il est apparu opportun d'essayer de transformer cette biomasse, au moyen d'une technologie simple, en un produit à forte valeur ajoutée : le poisson.

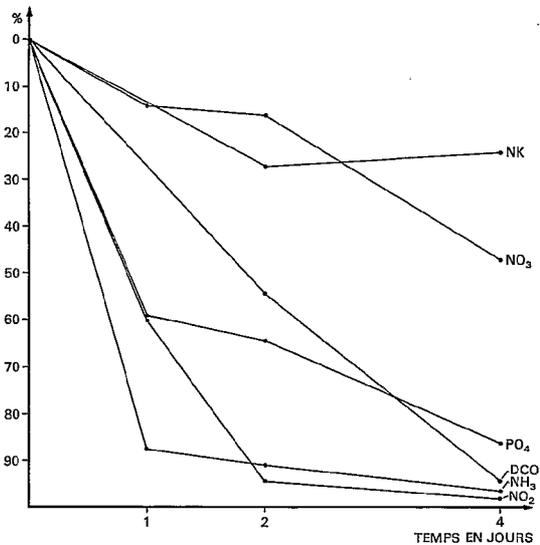


FIG. 1. — Taux d'élimination des différents sels en fonction du temps.

Teneurs en sels des effluents avant épuration (mg/l) :

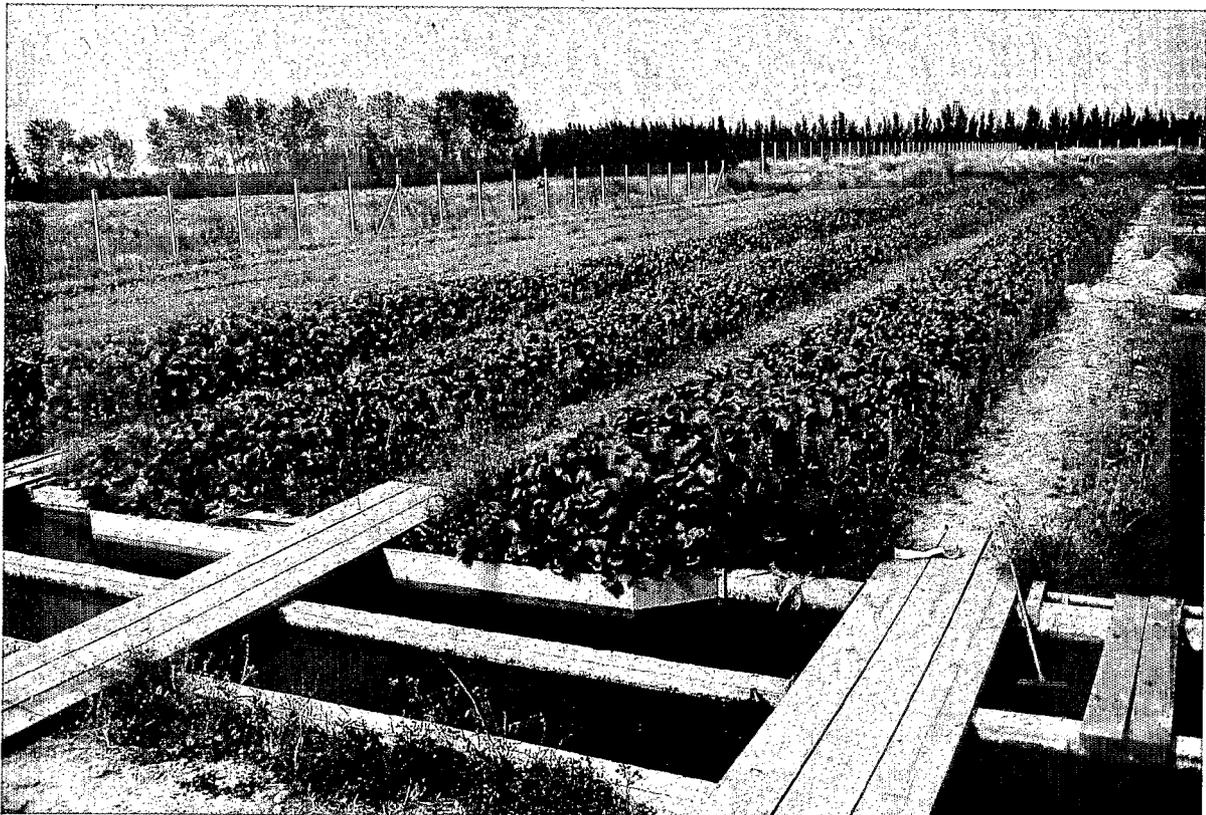
NH₃ - N = 1,44 PO₄ = 0,17
 NO₂ - N = 0,078 DCO = 11
 NO₃ - N = 2,1 NK - N = 3,7

L'étude devant se dérouler sur un an, l'espèce retenue devait :

- être suffisamment rustique pour être élevée dans des structures sommaires,
- se reproduire et s'élever rapidement et facilement,
- être capable d'utiliser les végétaux comme source partielle de nourriture,
- correspondre à un produit déjà commercialisé en France.

Le *Tilapia*, poisson Cichlidé d'origine africaine, répondait à ces exigences. Le choix s'est porté sur *Tilapia zillii*, espèce non élevée de façon intensive mais utilisée en Afrique en polyculture pour son caractère phytophage. Son choix fut aussi dicté par sa disponibilité et sa grande résistance au froid.

Le C.T.F.T. a expédié de Côte-d'Ivoire (juin 1984) 60 *Tilapia zillii* d'un poids moyen de 25 g. Les poissons se sont reproduits dans un canal en terre alimenté en eau chaude et en eau de rejet de l'anguilliculture. 12 000 juvéniles d'un poids moyen de 4 g ont été produits en 3 mois.



Vue partielle du pilote Biomasse — Epuration.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les aquariums : 2 aquariums de 80 l munis d'un système de régénération de l'eau ont été utilisés.

Les bacs : deux bacs rectangulaires et trois bacs circulaires. Le volume des bacs était de 600 l, le renouvellement horaire de 1.

Les bassins : 8 bassins rectangulaires et un bassin circulaire dont l'eau était animée d'un mouvement de rotation. La hauteur des bassins était d'un mètre, leur volume utile de 5 m³, le renouvellement horaire de 0,6.

Les élevages en bac et bassin se sont déroulés dans une serre recouverte d'une bâche noire où régnait une pénombre permanente. La température moyenne des élevages était de 27 °C.

Les aliments : les jacinthes utilisées provenaient du « pilote biomasse » du C.E.A. ; d'autres étaient fournies par la SPIE-BATIGNOLLES et cultivées sur milieu nutritif (composition tableau I).

Trois aliments composés du commerce ont été utilisés et leur composition est donnée dans le tableau II.

Les granulés expérimentaux ont été fabriqués à partir des jacinthes du C.E.A. et des 2 aliments du commerce, à l'aide d'un hachoir à viande et d'une étuve ventilée.

Les poissons étaient nourris à satiété deux fois par jour, samedi et dimanche compris, sauf dans les bacs où ils recevaient une ration fixe.

L'écart-type du poids est mentionné pour chaque échantillonnage (sauf dans la figure 3 afin de préserver la lisibilité).

TABLEAU I

Composition des feuilles de jacinthe d'eau

	C.E.A. Pierrelatte (7.2.1985)
FRUCTOSE	6,9
GLUCOSE	3,3
SACCHAROSE	4,2
SUCRES TOTAUX	14,6
AMIDON	5,8
LIPIDES	environ 5,0
FIBRES TOTALES	24,2
CELLULOSE	1,7
HÉMICELLULOSE	18,7
LIGNINES	3,8
PROTÉINES TOTALES	35,8
TENEUR EN EAU	90 à 95 %

Les chiffres sont donnés en % du poids sec (= g pour 100 g).

TABLEAU II

Composition des granulés utilisés

	TILAPIA		FAISANDEAU*
	GRANULE 1,5 m	MIETTES 4 ^e âge	
PROTÉINES	48,5	49,5	27,6
LIPIDES	8,94	8	5,18
MATIÈRES MINÉRALES	12	10,5	7,6
MATIÈRES CELLULOSIQUES	2	1,8	3,2
CALCIUM	2,7	2,2	0,5
PHOSPHORE TOTAL	2	1,7	0,8
AMIDON	7,7	10,5	26,9
ACIDES GRAS	7,29		3,73
ACIDE LINOLÉIQUE	0,93		0,80
ACIDE LINOLÉNIQUE	0,0720		0,0047

* Entièrement végétal.

Les chiffres sont donnés en % du poids sec.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

ÉLEVAGES EN AQUARIUM

Résultats

Le 10.8.84, 35 poissons d'un poids moyen de 5,2 g ont été placés dans chacun des aquariums. L'aquarium 1 fut nourri avec des miettes faisandeaux, l'aquarium 2 avec des feuilles de jacinthe du C.E.A. hachées. L'expérience est résumée figure 2. On remarque l'absence de croissance des juvéniles nourris à la jacinthe, les bonnes performances de l'aliment volaille.

Du 8.1.85 au 11.2.85 l'aquarium 2 a été nourri avec des feuilles de jacinthes hachées (C.E.A.), les fécès ont été aspirés plusieurs fois par jour : amaigrissement des poissons (figure 2).

Du 11.2 au 15.3, l'aquarium 2 a été nourri avec des feuilles de jacinthes hachées de la SPIE-BATIGNOLLES : tous les poissons ont grandi et grossi.

Du 15.3 au 22.4 les poissons ont été nourris avec des miettes Tilapia : supériorité de l'aliment Tilapia par rapport à l'aliment volaille (figure 2).

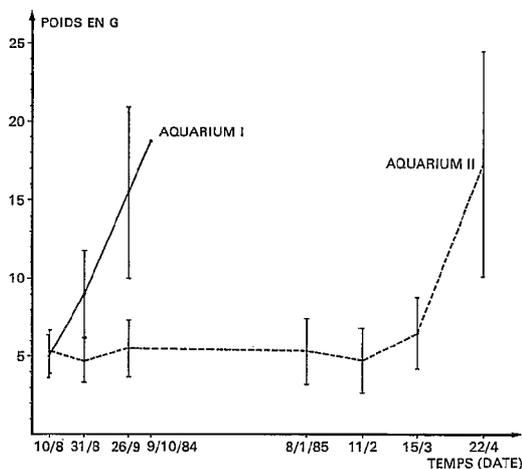


FIG. 2. — Croissances observées dans les aquariums 1 et 2.

Discussion

La teneur élevée des jacinthes en protéines devait permettre une bonne croissance des poissons à condition que la quantité et la qualité de l'aliment ingéré répondent aux exigences nutritionnelles des juvéniles. La quantité moyenne des protéines absorbées par un poisson nourri avec des miettes « faisandeaux » était de 0,14 g pour un poisson de 10 g contre 0,05 g (jacinthes SPIE) et 0,038 g (jacinthe C.E.A.) pour des poissons de 5 g, soit de 30 % à 45 % des protéines en moins. Le tableau III montre que la teneur des feuilles de jacinthe en acides aminés indispensables est de trois à cinq fois supérieure aux doses

requis. Les Tilapias nourris à la jacinthe ont donc souffert d'un manque quantitatif de protéines. La jacinthe, riche en fibres, est peu appétente pour de petits poissons qui doivent la mâcher afin d'en briser les parois cellulosiques pour pouvoir la digérer (BUDDINGTON, 1979). Les meilleures performances obtenues avec les jacinthes de la SPIE sont vraisemblablement dues aussi à une ration alimentaire supérieure de 20 %, conséquence d'un hachage très fin des feuilles.

La perte de poids observée dans l'aquarium 2 lors du siphonnage des déchets semble liée à la baisse qualitative de la ration alimentaire, les poissons réabsorbant leurs fécès vraisemblablement riches en flore bactérienne.

ÉLEVAGES EN BASSIN

ÉLEVAGE DANS LES BASSINS CIRCULAIRE ET RECTANGULAIRE

Résultats

Nous avons nourri les juvéniles du bassin circulaire RC et du bassin rectangulaire R1 à l'aide de miettes faisandeau ; les poissons absorbaient à volonté les jacinthes fraîches disposées en permanence dans les bassins. Les expériences sont résumées figure 3.

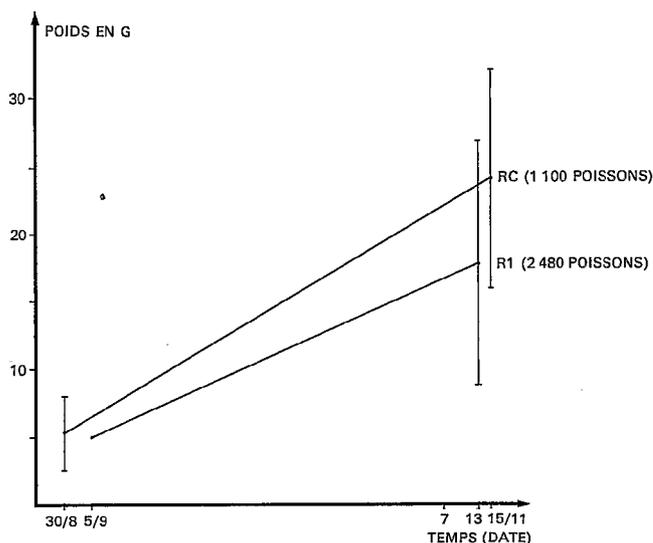


FIG. 3. — Début de la croissance dans les bassins R1 et RC.

Le conditionnement des poissons à l'aliment fut excellent, le poids sec de jacinthe absorbé égal à 4 % du poids de l'aliment distribué. Dans le bassin rectangulaire, les poissons faisaient preuve d'un comportement agressif complexe alors qu'aucun comportement social n'était

TABLEAU III

Teneur en acides aminés essentiels
nécessaires dans le régime alimentaire
et comparaison avec la teneur dans les feuilles de jacinthe

	POISSON-CHAT	TILAPIA		JACINTHE SPIE BATIGNOLLES	
		JACKSON 1982	JAUNCEY 1983 (in Jauncey, 1983)	*	
ARGININE	1,03	1,59	0,45	1,98	4,40
HISTIDINE	0,37		0,17	0,72	4,23
ISOLEUCINE	0,62		0,32	1,42	4,43
LEUCINE	0,84		0,54	2,74	5,07
LYSINE	1,50	1,62	0,60	2,03	3,38
MÉTHIONINE	0,56		0,16	0,64	4,00
PHÉNYLA-LANINE	1,20		0,4	1,78	4,45
THRÉONINE	0,53		0,47	1,52	3,23
TRYTOPHANE	0,12		0,07		
VALINE	0,71		0,35	1,76	5,02

Valeurs exprimées en g pour 100 g de matière sèche.

* Rapport entre quantité fournie par la jacinthe et la quantité requise.

observé dans le bassin circulaire, les poissons nageant de façon à rester fixes par rapport au fond. La croissance en RC était supérieure de 25 % à celle de R1, les taux de conversion des deux bassins approchaient de 2.

Discussion

La forte densité d'élevage de *Tilapia zillii* en bassin rectangulaire induit un stress qui semble préjudiciable à l'élevage. Ce comportement disparaît dans un bassin dont l'eau est en mouvement ; les performances d'élevage s'en trouvent alors améliorées. La jacinthe fraîche semble efficacement utilisée par les poissons ; le taux de conversion d'un bassin témoin nourri uniquement à l'aide de miettes fut supérieur de 5 % à celui observé en R1, où les poissons consommaient de la jacinthe fraîche (non comptabilisée dans le calcul du taux de conversion). Il paraît difficile d'augmenter la part de jacinthe (plus de 5 %) dans la ration alimentaire du poisson sans l'incorporer au granulé.

COMPARAISON D'ALIMENTS

Résultats

Les 650 poissons provenant de la tête de lot du bassin R1 (30 %) ont été placés dans le bassin rectangulaire R1 tête, la tête du lot du bassin circulaire (30 %, 650 poissons) a été placée dans le bassin rectangulaire RC tête. R1 tête fut nourri avec des miettes faisandeau, RC

tête avec le mélange : 50 % granulé Tilapia, 50 % miettes faisandeau puis, du 27.3 au 24.4, avec le granulé Tilapia. Les queues de lot (60 % de la population) furent placées dans le bassin R1 queue et nourries avec l'aliment faisandeau. Les résultats de l'expérience sont regroupés figure 4.

En R1 tête, les poissons n'ont pas perdu ; ils se

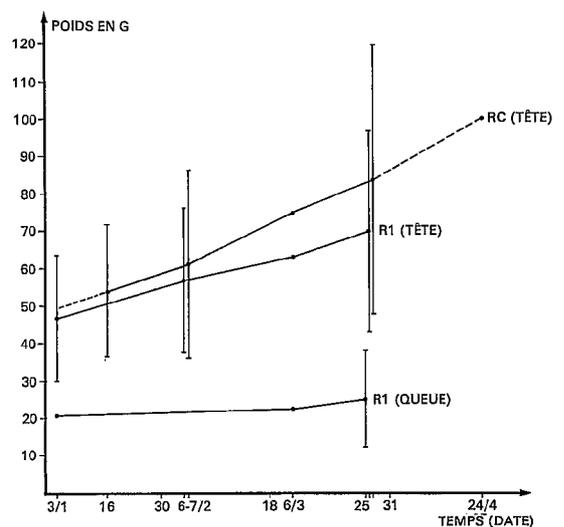


FIG. 4. — Croissance dans les bassins R1 Tête et RC Tête.

déplaçaient tous en masse lors des repas et acceptaient 4 repas par jour. Un comportement insatiable leur a fait absorber une ration alimentaire supérieure de 36 % à celle du bassin RC tête. Le taux de conversion de l'aliment est de 3,9.

En RC tête, les poissons établis par couple défendaient un pseudo-territoire et ne se déplaçaient pas pour se nourrir. Nous avons observé 3 pontes. L'aliment mixte, plus riche en protéines, a fourni une croissance supérieure de 22 % à celle du bassin R1 tête pour un taux de conversion de 2,2. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'aliment Tilapia (12 % de croissance de plus qu'avec l'aliment mixte). Au poids moyen de 70 g, les mâles avaient un poids supérieur de 31 % à celui des femelles.

En R1 queue, les poissons ont « boudé » l'aliment et détourné la faible ration alimentaire pour faire des gamètes ; les individus les plus petits étaient sexuellement mûrs. Le taux de conversion de l'aliment est de 7,4.

Discussion

Si la croissance des petits juvéniles de *Tilapia zillii* est bonne avec l'aliment pour volaille, au moment de la maturation sexuelle (poids supérieur à 20 g), les performances changent :

- nanisme des 2/3 des poissons,
- augmentation du taux de conversion de l'aliment.

Le coefficient de transformation de l'aliment type volaille est supérieur de 41 % à celui de l'aliment mixte, vraisemblablement à cause d'une teneur en protéines inférieure de 25 %, d'une grande richesse en céréales dont une partie, sous forme concassée, est peu ou pas digestible.

ÉLEVAGES EN BACS

Résultats

Le 13.3.85 nous avons placé, dans les bacs de 600 l, 60 poissons provenant des têtes de lot des élevages en bassin. Tous les bacs, sauf B2, recevaient une ration identique d'un aliment conditionné par nos soins sous forme de granulé sec :

- aliment du bac CB1 : 50 % miettes faisaneau, 50 % miettes Tilapia (38 % de protéines),
- aliment du bac CB2 : 45 % miettes faisaneau, 45 % miettes Tilapia, 10 % de jacinthes du C.E.A. (37,7 % de protéines),
- aliment du bac CB3 : 40 % miettes faisaneau, 40 % miettes Tilapia, 20 % jacinthe C.E.A. (37,4 % de protéines),
- aliment du bac B1 : 35 % miettes faisaneau, 35 % miettes Tilapia, 30 % jacinthe du C.E.A. (37,1 % de protéines),
- aliment du bac B2 : les poissons recevaient uniquement des feuilles de jacinthe fraîche.

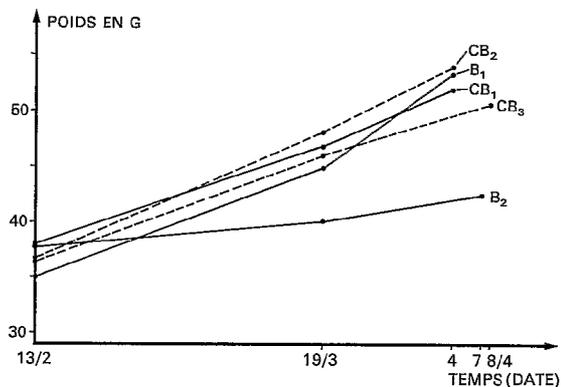


FIG. 5. — Croissance dans les bacs B et CB.

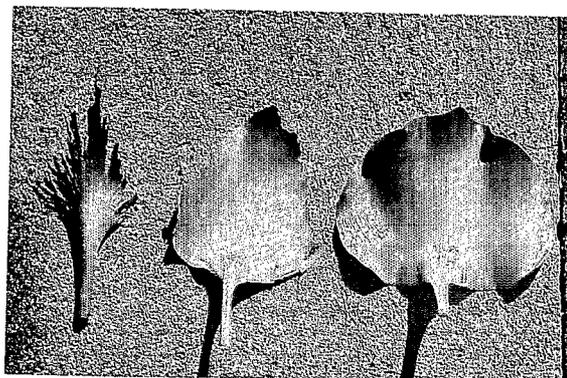
Les résultats de l'expérience sont regroupés dans la figure 5. En CB1 les poissons se jetaient sur l'aliment à chaque repas alors que, dans les autres bacs, les poissons se nourrissaient au fond après la distribution d'aliment. Les poissons ont tous grossi et grandi en B2 ; ils absorbaient de 45 % à 50 % de leur poids de jacinthe fraîche par jour (évacuation automatique des fécès dans les bacs). 30 % au moins d'un aliment à 38 % de protéines peuvent être remplacés par de la jacinthe sans perte de performance.

Discussion

Les jacinthes sont peu appétentes pour des poissons de 40 g : ils absorbent en moyenne 0,45 g de protéines par jour, soit deux fois moins que les poissons nourris avec les granulés. Il est vraisemblable, vu la similitude des besoins nutritionnels, que ces résultats soient applicables aux autres espèces de *Tilapia*.

ÉLEVAGES DANS LES CANAUX

Nous avons pêché, le 14.12.84, 230 poissons dans les canaux du pilote du C.E.A. Ils ont bénéficié d'une nourriture naturelle mais la température de l'eau était comprise entre 19 °C et 15 °C. Malgré la faible température, le poids des poissons (50 g) était supérieur de 40 % à celui des poissons élevés en bassin, montrant ainsi la faible aptitude de *Tilapia zillii* à l'aquaculture intensive dans les conditions décrites. Les poissons ont été victimes de saprolégnoses (mort en 3 jours) à la température de 11 °C.



Feuilles de jacinthe dévorées par des alevins de 5 g.

CONCLUSION

Les expériences menées en bac, bassin et aquarium montrent que :

- Le comportement social de *Tilapia zillii* en élevage intensif est un frein à sa croissance, ceci pouvant être atténué par un élevage dans un bassin animé d'un courant d'eau. La croissance de *Tilapia zillii* en aquaculture intensive paraît inférieure à celle obtenue avec les espèces planctonophages.

- La jacinthe d'eau, aliment riche en protéines de bonne qualité, est peu appétente fraîche et ne peut seule procurer une bonne croissance des poissons. Distribuée en complément d'un aliment artificiel, elle permet d'en abaisser le taux de conversion.

- L'élevage de *Tilapia zillii* nécessite, en élevage hors sol, comme pour les autres *Tilapia*, un aliment dont la

teneur en protéines est de l'ordre de 45 % mais, vraisemblablement, une partie importante des protéines peut être d'origine végétale.

Les poissons n'utilisent pour croître que 30 % à 50 % de l'énergie apportée par les aliments, 50 % de l'énergie perdue se retrouvant dans l'eau sous forme de pollution. Les normes de rejet sont de plus en plus sévères et l'épuration devient partie intégrante de tout projet aquacole. L'épuration par des végétaux qui seront incorporés à la ration alimentaire des poissons peut être un moyen de rentabiliser le système d'assainissement et d'optimiser le rendement énergétique des élevages. La mise au point d'aliments riches en protéines végétales est un domaine d'étude qui paraît prometteur pour les élevages de *Tilapia* macrophytophages.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALARIN (J. D.), HATTON (J. P.), 1979. — *Tilapia* a guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling.
- BUDDINGTON (R. K.), 1979. — Digestion of an aquatic macrophyte by *Tilapia zillii*. *J. Fish Biol.*, 15, 449-455.
- JAUNCEY (K.), TACON (A. G. J.), JACKSON (A. J.), 1983. — The quantitative essential amino acid requirements of *Oreochromis mossambicus*. International Symposium on *Tilapia* in Aquaculture, Israel, Nazareth, 328-337.
- LE FUR (C.), SIMÉON (C.), SILHOL (M.), BLACHIER (Ph.), 1985. — Production de biomasse aquatique, épuration d'effluents de pisciculture et essais d'aquaculture. Symp. Energy from Biomass III, 25-29 March 1985, Venise, Italie, 5 p.
- MAZID (M. A.), TANAKA (Y.), KATAYAMAT (T.), SIMPSON (K. L.), CHISTER (C. O.), 1978. — Metabolism of amino acids in aquatic animals. III. Indispensable amino acids for *Tilapia zillii*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 44 (7), 739-742.
- SPATARU (P.), 1978. — Food and feeding habits of *Tilapia zillii* in lake Kinnert (Israel). *Aquaculture*, 14, 327-338.
- SIMÉON (C.), SILHOL (M.), LE FUR (C.), 1984. — Simultaneous waste water stabilisation and macrophyte production for temperate countries. Symp. Energy from Biomass and Wastes VIII, I.G.T., Jan. 30-Feb. 3, Lake Buena Vista, Florida, 30 p.

LES PUBLICATIONS DU C.T.F.T.

Le C.T.F.T. a édité en 1990 deux publications sur les *Tilapias* :

- **L'aquaculture des *Tilapias*, du développement à la recherche**
(Cahier scientifique n° 10) par J. Lazard, B. Jalabert et T. Doudet. Format : 21 × 27 cm, 122 pages. Prix France : 120 F (HT) et 122,52 F (TTC) - Zone franc : 135 FF - Etranger : 140 FF.
- **Méthodes artisanales d'aquaculture du *Tilapia* en Afrique**
par J. Lazard, P. Morissens, P. Parrel, C. Aglinglo, I. Ali et P. Roche. Format : 21 × 27 cm, 84 pages, nombreuses illustrations. Prix France : 120 F (HT) et 126,60 F (TTC) - Etranger : 140 FF.