

CHAPITRE II
RECHERCHES SUR L'AQUACULTURE
DU MACHOIRON

Par

Saurin HEM, François-Xavier BARD, Ziriga OTEME, Yann MOREAU

---ooOoo---

1 - GENERALITES

1.1. Les machoiron sont des "poissons chats" du genre *Chrysichthys* (Bagridae) présents en Afrique de l'Ouest tropicale dans les eaux lagunaires et continentales. DIA, HEM, et LEGENDRE (1986) donnent le détail des espèces du genre *Chrysichthys*, de leur habitat et de leur écologie en lagune (Photo 1).

Trois espèces existent dans les lagunes ivoiriennes : *C. walkeri*, *C. nigrodigitatus*, *C. filamentosus*.

Sous le nom vernaculaire de mâchoiron ils constituent un produit recherché par l'ensemble des populations ivoiriennes, ce qui lui permet, d'atteindre un prix de détail élevé (pour l'Afrique) d'environ 1.000 FCFA (20FF) le kilo. Les quantités pêchées en lagunes ivoiriennes sont de l'ordre de plusieurs centaines de tonnes.

1.2. Cette présence commune en lagune et la bonne acceptation commerciale dès une taille de l'ordre de 300 g faisaient du mâchoiron une cible intéressante pour des tentatives d'aquaculture.

1 - MARS 1995

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 41090

Cote : B Ex 1

Des essais d'élevages ont donc été fait de 1977 à 1984 sur *C. walkeri* qui s'est avéré decevant. Toutefois cette espèce a permis de mettre au point les techniques de reproduction et grossissement de ces mâchoirons. Le relais a été pris en 1984 par l'espèce *C. nigrodigitatus* dont le potentiel aquacole s'est révélé des plus satisfaisants. Actuellement, toute l'aquaculture du mâchoiron en Côte d'Ivoire est axée sur cette espèce.

1.3. Les recherches menées par le CRO à la station de Layo ont été rapidement articulées avec un système de développement dit Projet Aquaculture, mis en place en 1985, sous l'autorité de la Direction des Pêches de Côte d'Ivoire. Ce projet bénéficiant d'un financement de la Caisse Centrale de Coopération Economique a pu se doter de grosses structures d'élevages et inciter l'intérêt d'investisseurs privés pour des fermes pilotes en lagune. Les résultats obtenus par le CRO sur les techniques de grossissement et de reproduction contrôlée ont permis le transfert de larves à la station de production d'alevins de Jacquville en 1984-1985-1986, puis le démarrage de productions commerciales.

Le bilan est tel qu'en 1986, il a été commercialisé 50 tonnes de mâchoirons nés en 1984 à Layo. En 1987 on escompte une production supérieure à 150 tonnes, issue des pontes obtenues en captivité en 1985 à Layo. En définitive, le transfert des recherches vers le développement de l'aquaculture du mâchoiron est un succès.

1.4. Le détail des recherches sera décrit selon les thèmes suivants :

- Prégrossissement et grossissement,
- Contrôle de la reproduction,
- Optimisation de la nutrition.

Le premier thème est traité pour la bonne compréhension de l'ensemble de la technique d'élevage. Les thèmes suivants ont fait l'objet du contrat CEE/ORSTOM, dont le présent texte constitue le rapport final.

Photo 2.1. : Les 3 espèces de *Chrysichthys* présentes en lagune Ebrié. De haut en bas : *C. nigrodigitatus*, *C. walkeri*, *C. filamentosus*.

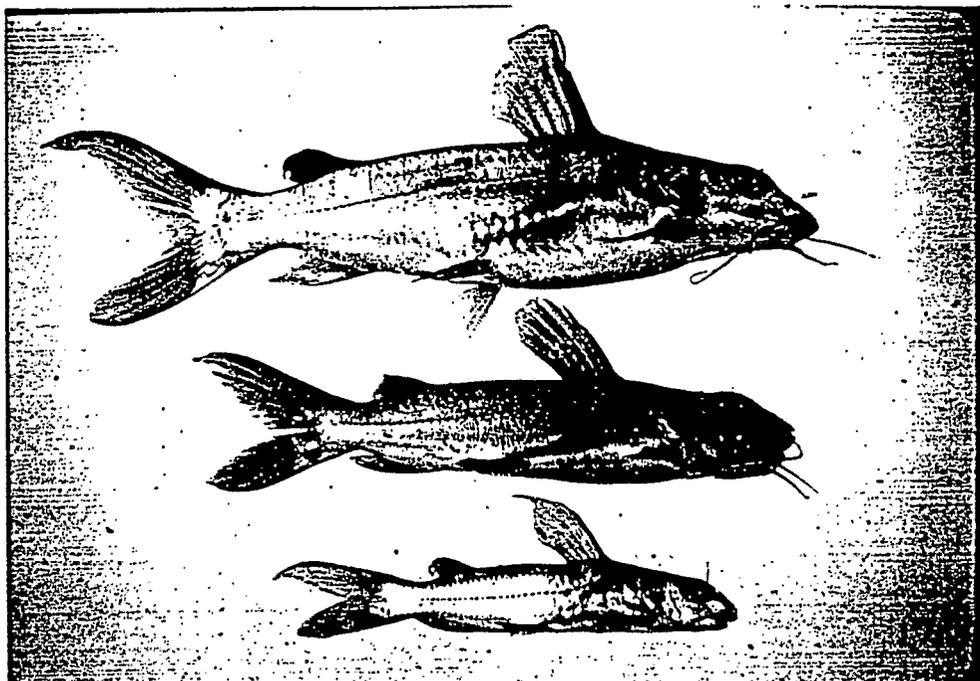


Photo 2.2. : Ponte de *Chrysichthys nigrodigitatus*



2 - PREGROSSISSEMENT ET GROSSISSEMENT

2.1. HISTORIQUE

2.1. L'ensemble des techniques de prégrossissement et grossissement du mâchoiron ont été mises au point sur *C. walkeri*.

Toutefois les performances de croissance de *C. nigrodigitatus* se sont avérées nettement supérieures à celles de *C. walkeri*. L'élevage de ce dernier a donc été abandonné (DIA, HEM et LEGENDRE, 1986)

A titre de comparaison, on peut citer les chiffres suivants obtenus en enclos dans des conditions similaires :

C. walkeri met 12 mois à atteindre le poids de 200 g à partir d'alevins de 10-15 g, *C. nigrodigitatus* met 11 mois à atteindre 250 g à partir d'alevins de même poids.

Les études ont donc été restreintes à *C. nigrodigitatus* dont la courbe de croissance type permet d'espérer une commercialisation au bout de 15 à 17 mois entre la ponte et le poisson marchand. Les techniques de prégrossissement -- grossissement que nous décrivons sont donc celles appliquées à *C. nigrodigitatus* sur la station de Layo. Celles appliquées à la station de Jacquville sont quelque peu modifiées, sans que les résultats soient fondamentalement différents.

2.2. LE PREGROSSISSEMENT

2.2.1. Après cinq jours d'incubation à 27°-29°C, les oeufs donnent naissance à des larves pesant 24 mg. Elles sont pourvues de vésicules vitellines qu'elles résorbent en 10 jours. Le prégrossissement consiste à les amener au stade d'alevin de 10-15 g dans le minimum de temps avec un taux de survie correct. Les performances nutritionnelles n'ont pas là une grande importance, étant donné la faible quantité d'aliments mis en jeu. Toutefois il est important de signaler que les larves de mâchoiron présentent une bonne adaptation à une nourriture inerte sous forme de miettes dès la résorption de la vésicule vitelline.

Cet aliment a une teneur élevée en protéines de l'ordre de 45% et est utilisé jusqu'à 200mg. Pour la suite du prégrossissement, on utilise un aliment à 40% de protéines (Tab. 2.1).

Tableau 2.1 :
Composition des aliments
artificiels utilisés à la
station de Layo : chiffres en %

1) Composition

<u>Aliment</u>	<u>KADO III</u>	<u>MA 3</u>	<u>MA 5</u>
Protéines	44.9	39.5	31.2
Lipides	5.7	5.3	2.9
Matière minérale	11.8	13.6	13.9
Humidité	11.8	9	11.7

2) Utilisation

KADO III est utilisé pour les larves de mâchoiron depuis la résorption de la vésicule vitelline jusqu'à 200 mg.

MA 3 est utilisé de 200 mg à 12 g (stade fingerling final).

MA 5 est utilisé pour le grossissement jusqu'à taille marchande (250-300 g).

2.2.2. Le prégrossissement pratiqué à Layo consiste à maintenir les larves en bacs pendant un temps minimum, soit environ trois semaines puis à les passer en étangs bordiers de lagune lorsqu'elles atteignent environ 70-90 mg. L'avantage de ces étangs est qu'il s'y développe une biomasse planctonique de microcrustacés qui constituent un complément nutritionnel important (OTEME, 1987a) Inversement, le curage et le chaulage préalables sont importants pour éviter le développement parallèle de prédateurs. Enfin, ces étangs bordiers sont alimentés directement en eau de lagune par percolation. Ceci est économique mais impose un plafond à la charge en biomasse en tenant compte du taux d'oxygène minimal nécessaire.

Le prégrossissement en étang dure de 4 à 6 mois et produit des alevins de l'ordre de 15-20 g (résultats de 1985-1986) avec des taux de survie variables de l'ordre de 45 à 70%. La variabilité de ces différents résultats est un défaut majeur de cette méthode, aussi un essai de prégrossissement en cage-enclos implantées en lagune a été réalisé en 1986.

2.2.3. Le prégrossissement en cage-enclos de petit maillage a permis de passer des alevins de 3 à 4 g à 16 - 30 g, en 120 jours, selon les différentes densités testées. Une densité de 100 poissons/m² donne les meilleurs résultats (Fig. 2.1, OTEME, 1987b).

2.2.4. Une analyse générale des avantages et inconvénients avec incidence sur les coûts de production de cette filière de prégrossissement reste à faire. La réduction des coûts d'alevins par l'utilisation des étangs bordiers pour un prégrossissement de type semi-extensif n'est donc pas encore totalement démontré.

2.2.5. Le système de prégrossissement utilisé à la station de production de Jacquville utilise exclusivement des bacs, auges et bassins alimentés en eau de forage. Il a permis d'obtenir des alevins de 15 g à partir de larves de 100 mg fournies par la station de Layo dans de bonnes conditions. (Survie supérieure à 80%). Toutefois les coûts réels des alevins ainsi produits sont encore élevés et tributaires du caractère expérimental de cette production.

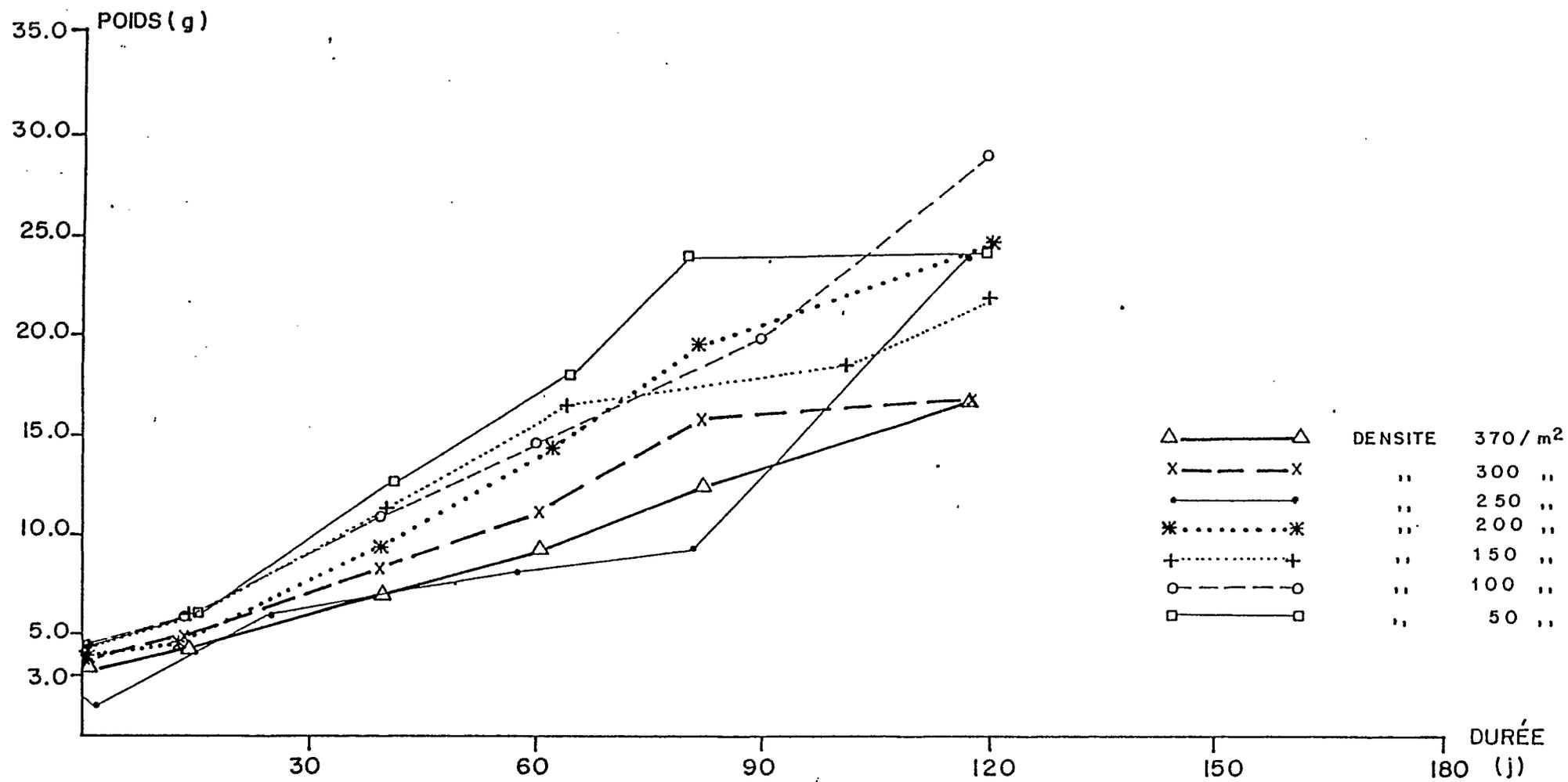


Figure 2.1 : Prégrossissement de *Chrysichthys nigrodigitatus* en cage-enclos (saison 1985) : croissance pondérale en fonction de différentes densités d'élevage.

2.2.6. Au total, les différentes techniques de prégrossissement utilisées de 1984 à 1986 ont donné des résultats variables mais jamais de mortalité catastrophique. Ceci témoigne du caractère rustique des larves de mâchoiron lié probablement à la forte taille à l'éclosion.

Cette situation a permis la production expérimentale de cohortes d'alevins en 1985, 1986 et 1987, fournis (pour le grossissement en enclos) à des pisciculteurs pilotes.

Dans la perspective d'une implantation définitive de l'aquaculture du mâchoiron en Côte d'Ivoire et même en Afrique de l'Ouest, il s'agit maintenant de pouvoir produire des alevins au plus bas coût et en continu ce qui pose la question du choix des structures de prégrossissement les plus économiques dans une telle situation. Une analyse zootechnique sera nécessaire.

2.3. LE GROSSISSEMENT

2.3.1. Le grossissement consiste à amener les alevins de 10-15 g à la taille marchande de 300 g, dans des conditions économiques satisfaisantes.

En effet, cette étape du cycle est celui de la production commerciale de masse. Les performances alimentaires et les taux de survie sont donc là extrêmement importants.

2.3.2. La structure d'élevage exclusivement employée est l'enclos lagunaire dont les caractéristiques techniques ont été mises au point au CRO (HEM, 1982). Les fonds lagunaires sableux dans environ 1 m d'eau conviennent parfaitement.

Les charges en poissons sont de 10 alevins par m² et cette densité est conseillée aux pisciculteurs pilotes.

Dans ces conditions la taille marchande de 300 g est atteinte en 12 mois avec un coefficient de conversion (Q_n) de l'ordre de 2 sur aliment à 31% de protéines (Tab. 2.1), et des taux de survie très élevés, voisins de 100%.

Ces résultats sont obtenus aussi bien à Layo et à Jacquville que dans les fermes pilotes. On peut considérer qu'il s'agit là d'une technique standardisée.

2.3.3. Toutefois, il est bon de signaler que le CRO a procédé à des essais de grossissement en faisant varier la densité de 10 à 30 poissons/m² (OTEME, 1987c). Avec une densité de 20/m², les performances du gain pondéral (Fig.2.2), de survie et de Qn sont les meilleures. Ceci ouvre des perspectives pour l'élevage commercial.

2.3.4. Enfin, si la composition moyenne de l'aliment artificiel est à peu près fixée (Tab. 2.1), la part élevée du poste alimentation dans le coût de revient des poissons marchands (de l'ordre de 50%) conduit à rechercher une optimisation du coût des aliments.

La solution retenue est l'utilisation des sous-produits agro-industriels locaux. Ceci demande une série d'études sur la composition biochimique et la digestibilité de chaque matière première (voir infra).

3 - CONTROLE DE LA REPRODUCTION

3.1. HISTORIQUE

3.1.1. Les recherches sur le contrôle de la reproduction des mâchoirons au sens large ont débuté en 1977. Elles s'appuyaient sur le comportement particulier de ces poissons à la saison de reproduction.

La morphologie des adultes change, il se met en place un dimorphisme sexuel très net. Puis les couples recherchent des afracuosités (bois mort, bambous ...), pour y déposer les oeufs auxquels ils donnent des soins parentaux (garde et ventilation de la ponte).

3.1.2. Ce comportement a orienté les recherches primitivement conduites sur *C. walkeri*. Les conditions écologiques ont été également observées durant la saison de reproduction naturelle.

Les recherches ainsi menées ont abouti au concept du "mariage forcé", c'est-à-dire de couples sélectionnés confinés dans des tubes de PVC à l'obscurité, dans de l'eau douce à 26°C. Les résultats ont été probants.

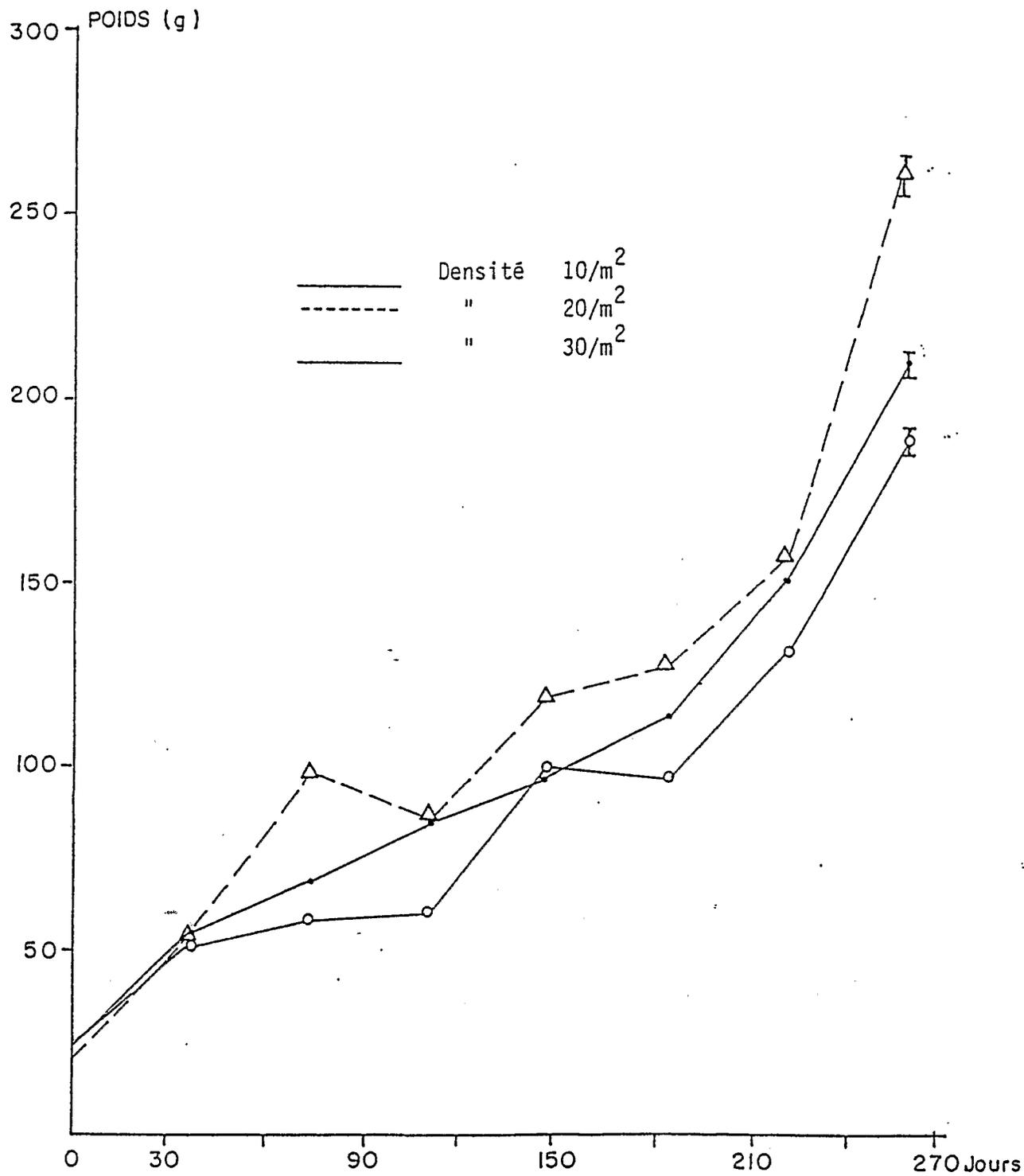


Figure 2.2 : Croissance des *C. nigrodigitatus* en grossissement en enclos lagunaires en fonction de la densité.

Cette méthode qui repose essentiellement sur une observation de l'état de maturité des mâles et des femelles avant la mise en confinement avait donc permis de contrôler la reproduction de *C. walkeri* (DIA et al. op. cit.).

Lors du choix ultérieur de l'espèce *C. nigrodigitatus*, il a été alors possible d'appliquer rapidement et avec succès cette même méthode.

3.2. CONTROLE DE LA REPRODUCTION DE *CHRYSICHTHYS NIGRODIGITATUS*

3.2.1. L'application de la méthode du confinement des couples, dite "mariage forcé", s'est faite aisément sur cette espèce et a donné d'excellents résultats (Fig. 2.3).

Toutefois, on a obtenu également des pontes avec des couples en liberté dans un bassin disposant de réceptacles de ponte ouverts. Les résultats de cette dernière méthode ont cependant été moins bons. Elle a donc été abandonnée.

Au total les expériences de contrôle de la reproduction de *C. nigrodigitatus* ont permis de produire de 1984 à 1986 environ 2.700.000 larves qui, transférées à Jacquville, ont permis le démarrage d'une production significative de mâchoirons d'aquaculture.

3.2.2. HEM (1986 et en annexe 2-1) décrit par le détail la méthodologie employée pour les confinements. Elle consiste en trois étapes:

- Préparation des géniteurs par un régime alimentaire particulier.

- Sélection des couples proches de la maturité sur des critères morphologiques et les diamètres d'ovocytes obtenus par biopsie.

- Suivi de l'évolution ovocytaire des femelles confinées avec un mâle dans des tubes placés en bacs alimentés en eau de lagune.

Des pontes ont été ainsi obtenues au cours des années 1984 à 1986, et permettent de conclure à la fiabilité de la méthode. (Fig. 2.3).

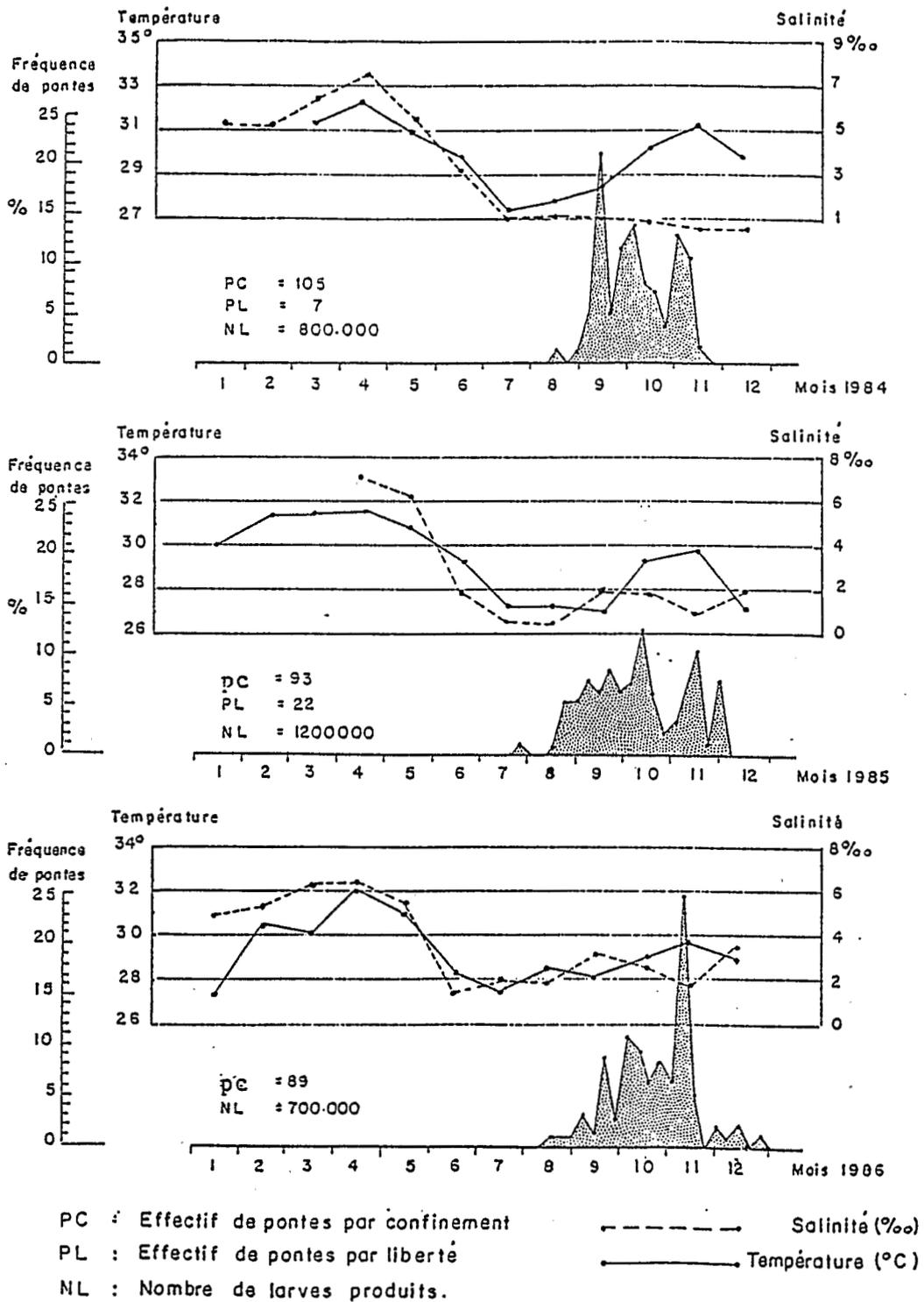


Figure 2.3. : Répartition temporelle des pontes de *C. nigrodigitatus* obtenues sur la station de Layo pour les années 1984-1986. Evolution de la salinité et de la température (moyennes mensuelles)

3.2.3. Dans le processus conduisant à la ponte, il faut distinguer deux phénomènes :

- Le début de maturation des géniteurs, mâle et surtout femelles qui semble dépendre essentiellement des conditions physico-chimiques de la lagune, surtout la température et peut être la salinité.

- La phase finale de maturation et ponte qui nécessite un contact du mâle et de la femelle dans un receptacle clos et obscur.

L'influence du milieu sur la phase de début de maturation a été étudiée de deux manières :

- En observant directement la maturation des géniteurs en captivité en fonction des conditions du milieu.

- En observant le rapport gonado somatique (RGS) de femelles de mâchoirons pêchés dans des zones lagunaires, aux hydroclimats différents.

3.2.4. Le déroulement de la maturation des géniteurs de Layo s'effectue de façon suivante :

- Le début de la maturation, caractérisé par la présence d'ovocytes de petit diamètre (inférieur à 1 mm), est noté en mai. Il coïncide avec la première baisse annuelle de température et de salinité après passage aux valeurs maximales annuelles de ces deux paramètres (Fig. 2.3).

- La forte activité de vitellogenèse est notée de juin à août. Elle est caractérisée par une rapide augmentation du diamètre des ovocytes qui passe de 0,8 mm en mai à 3,1 mm en août.

- Les premières pontes débutent réellement en fin d'août et prennent une ampleur importante en septembre et octobre (plus de 50% de fréquence). On observe une baisse fin novembre et les pontes disparaissent en décembre.

- Si la majorité des pontes se situent en septembre, octobre et novembre, la localisation du maximum de fréquence des pontes (le pic annuel des pontes) est cependant variable d'une année à l'autre. Il semble qu'il existe une liaison avec le réchauffement de l'eau : le pic coïncide toujours avec le réchauffement de l'eau après passage par une température minimale annuelle. Ce réchauffement serait donc une des conditions favorables qui accélèrent la dernière phase de la maturation des ovocytes.

Le rôle de la température dans le début de maturation est donc démontré. Il n'est toutefois pas facile de distinguer un rôle complémentaire de la salinité, qui varie parallèlement à la température.

3.2.5. L'analyse de RGS des mâchoirons adultes capturés dans le milieu naturel donne les résultats suivants :

- Dans une zone à fortes variations de salinité (Passe de Jacquville) on observe en 1986 une nette augmentation du RGS (supérieur à 3) indiquant donc une maturation de mai à août avec un maximum en juin-juillet. Ceci correspond à une évolution de la température qui baisse à 27°C puis remonte à 30°C. (Fig. 2.4). L'évolution des salinités entre 12 et 4‰ est parallèle à celle des températures, et il est difficile, là encore, de distinguer son rôle propre.

On peut noter que la maturation observée de mai à août correspond bien à la première phase de maturation des géniteurs. D'après les pontes obtenues en captivité, la fin de la maturité et les pontes ont lieu de août à décembre. L'absence de femelles à RGS élevé dans les pêches passé le mois d'août correspondrait alors à une absence d'accessibilité des femelles mûres aux engins de pêche.

- Dans une zone à faible variation de salinité, voisine de Layo et de l'embouchure de la rivière Agneby, il n'y a pas d'évolution des RGS qui restent constants aux environs de 1,0 (Fig. 2.5). Cette valeur moyenne est toutefois plus élevée que celle de la Passe de Jacquville en période d'inactivité sexuelle (RGS = 0,3).

Cette observation en zone dessalée d'un état de développement des gonades supérieur à celui en zone plus saline suggère une influence négative de la salinité sur la maturation, moindre que celle de la température toutefois.

L'absence de véritable maturation à l'embouchure de l'Agneby alors que température et salinité ont varié selon le même schéma qu'à la Passe de Jacquville, reste peu explicable.

3.2.6. Au total il apparait que le facteur primordial de déclenchement de la maturité serait une baisse de la température suivie d'un réchauffement de l'eau. La salinité pourrait jouer un rôle complémentaire.

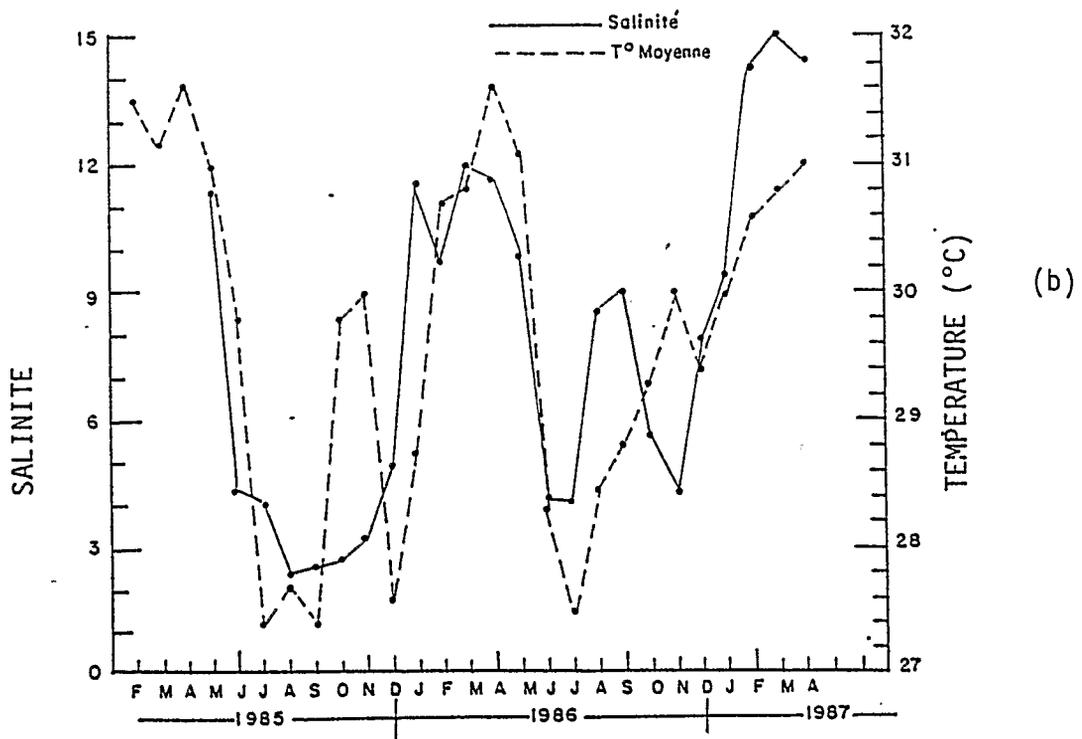
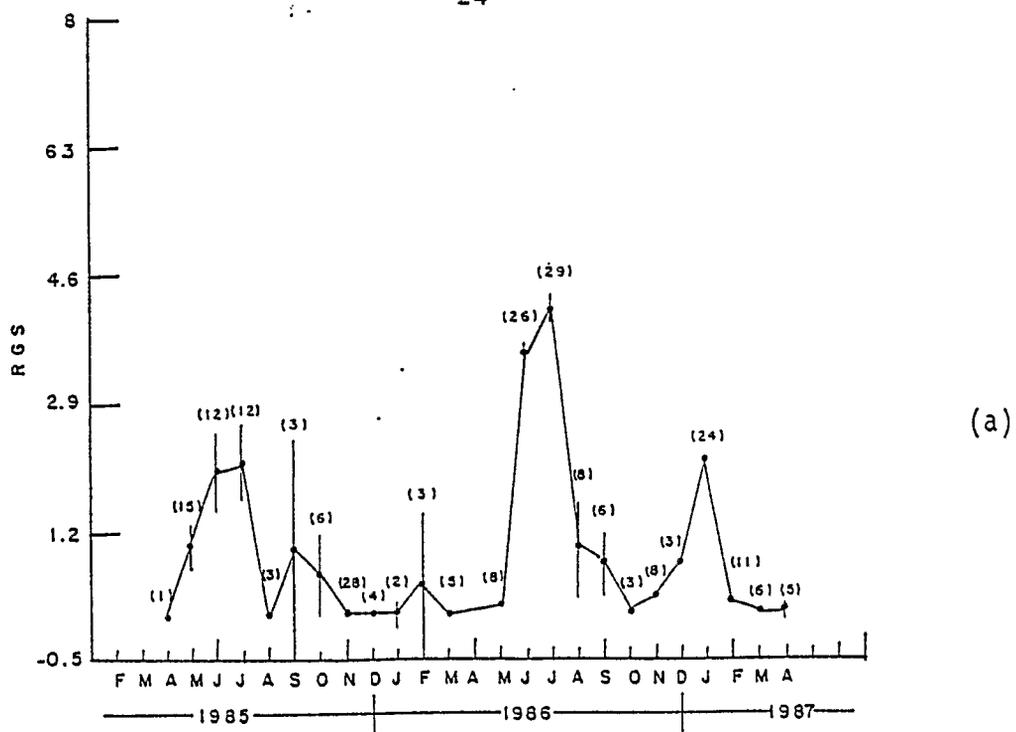
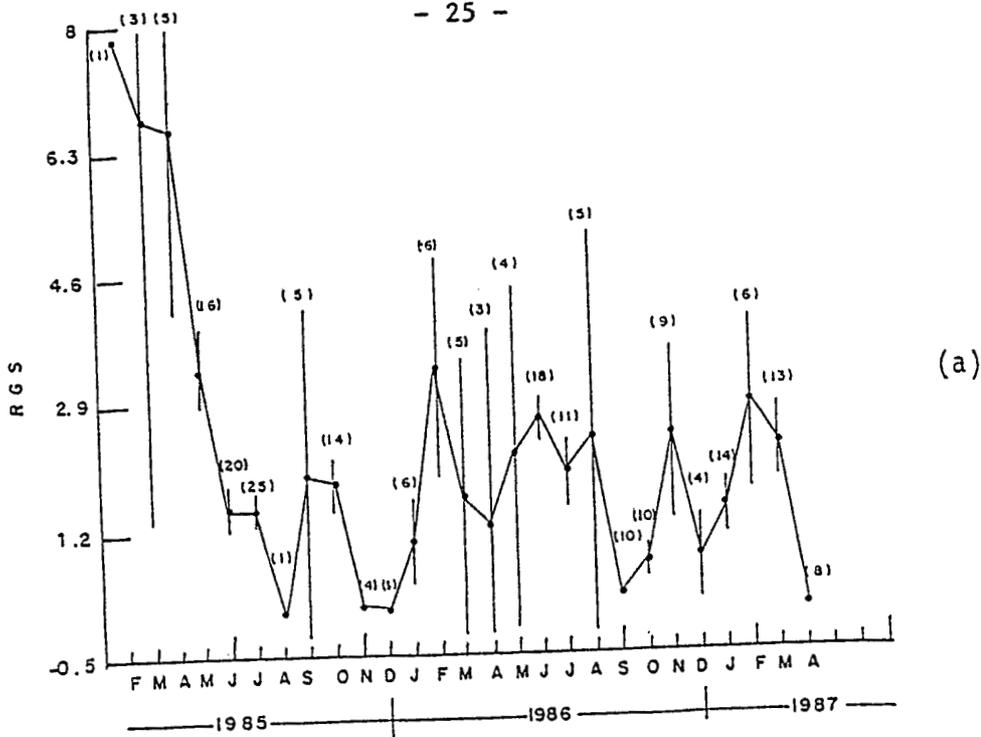
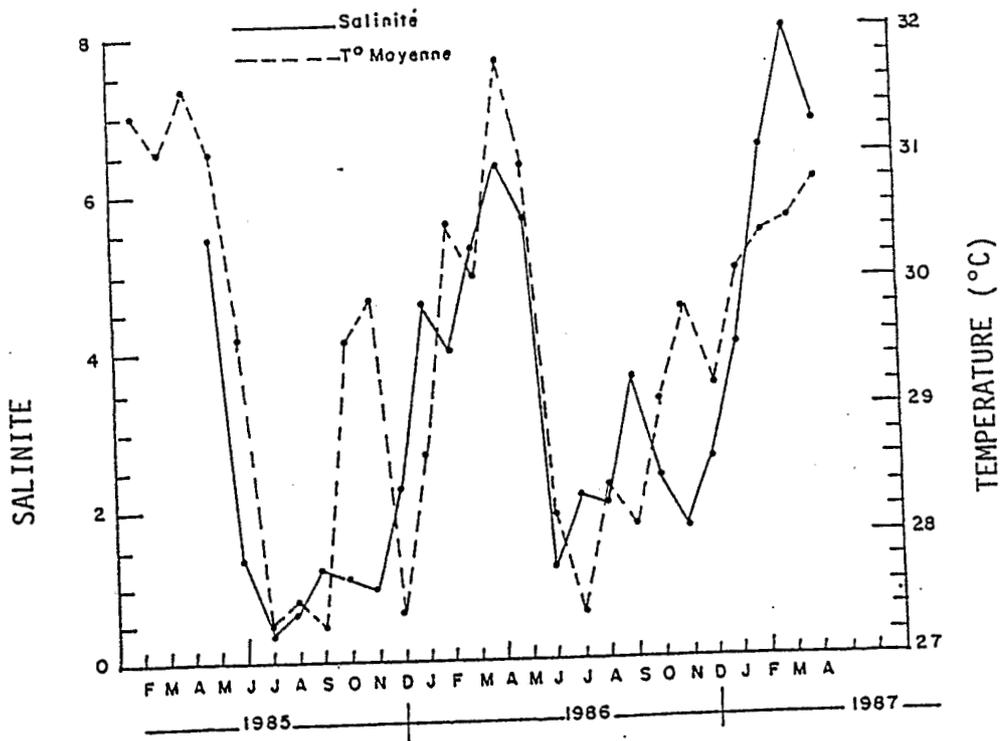


Figure 2.4. : Evolution conjointe du RGS des femelles (a), de la salinité et de la température (b) à la Passe de Jacqueville. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de femelles examinées.



(a)



(b)

Figure 2.5. : Evolution conjointe du RGS des femelles (a), de la salinité et de la température (b) dans la région Layo-Agneby. Les chiffres entre parenthèse indiquent le nombre de femelles examinées.

Une hypothèse qui avait été avancée par le passé (CRO, 1986) d'un effet de seuil à 7‰ qui inhiberait l'activité reproductrice reste encore valide.

En définitif pour conclure il faudrait effectuer des expériences en bassins où l'on découplerait les deux facteurs. Ceci est prévu.

3.3. MODELE DE PREVISION DE LA DATE DE PONTE DE *C. NIGRODIGITATUS*

3.3.1. Les observations effectuées pendant la saison de reproduction 1984 nous ont montré qu'il existe une corrélation entre le diamètre observé des ovocytes et le délai d'obtention de la ponte (annexe 2-1). L'existence de cette corrélation est confirmée par les observations de 1985 et 1986. Les trois courbes présentent une même allure et on peut y ajuster une courbe exponentielle négative d'équation :

$$Y = a \exp.(b(X))$$

Dans laquelle :

- Y est le nombre de jours avant la ponte.
- X est le diamètre des ovocytes exprimé en unité de graduation micrométrique (1 U.M. = 41,6 microns)
- a et b sont les coefficients d'ajustement.

Bien qu'il existe une similitude de l'allure générale des trois modèles (Fig. 2.6), on remarque cependant l'existence d'une légère variabilité interannuelle dans l'estimation du nombre de jours de ponte qui pourrait être liée à la variabilité climatique :

- Les équations établies à partir des données de 1984 et de 1986 fournissent des estimations très rapprochées, surtout pour des diamètres supérieurs à 2,50 mm.

- Tandis que l'équation établie à partir des données de 1985 donne (dans la gamme de diamètre de 2,50 à 3,30 mm) une estimation constamment majorée d'environ 7 à 10 jours par rapport à celle de 1984 et 1986.

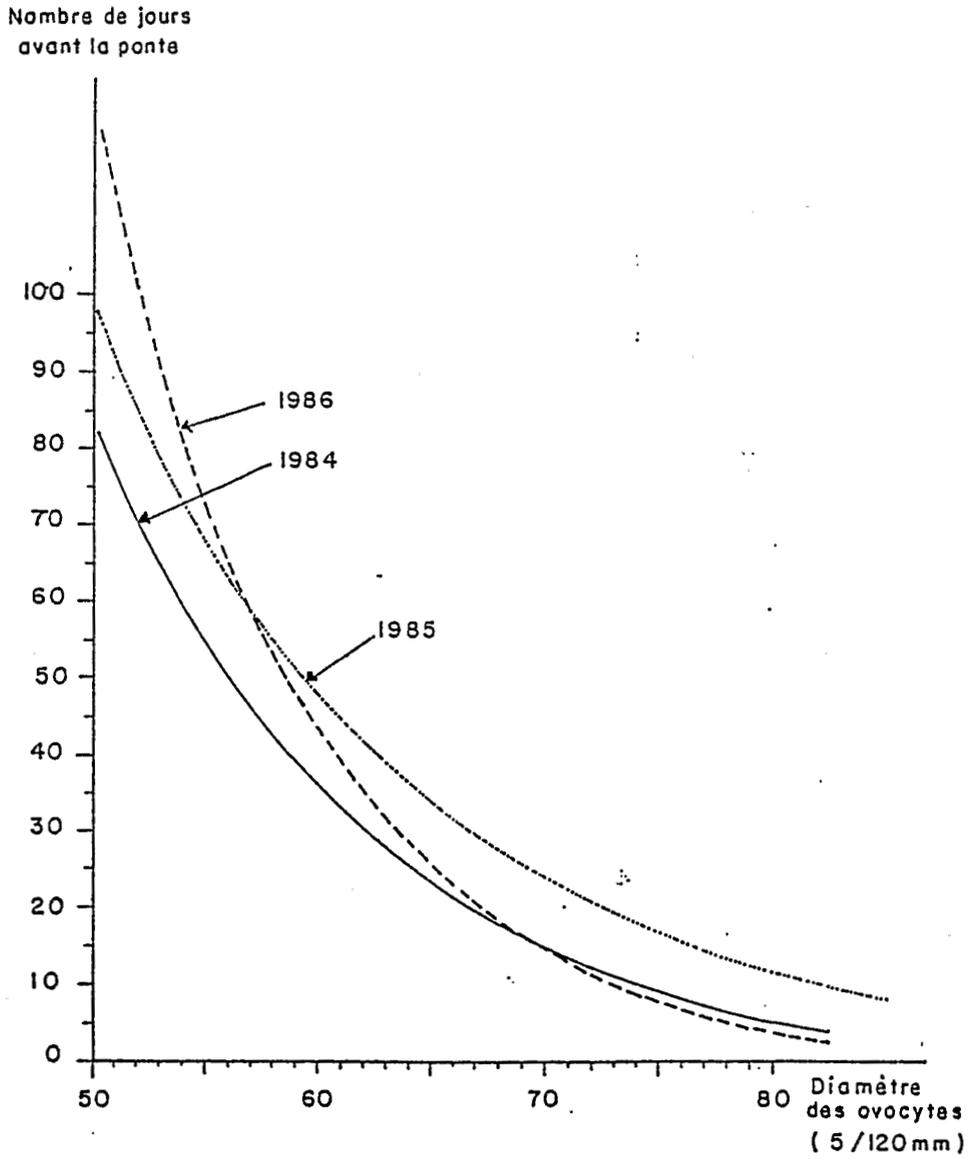


Figure 2.6 : Modèle d'estimation de la date de ponte chez Chrysichthys nigrodigitatus (saison 1984-1985-1986).

Equation des courbes :

$$\begin{aligned} 1984 & : Y = 4988 e^{-0,0831 X} & r = - 0,812 \\ 1985 & : Y = 3010 e^{-0,0684 X} & r = - 0,836 \\ 1986 & : Y = 21720 e^{-0,1032 X} & r = - 0,775 \end{aligned}$$

(r = Coefficient de corrélation)

Ce retard de maturation des pontes pour la saison 1985 semble être en relation avec la stabilité de la température minimale (27°C) observée de juillet à septembre 1985 alors qu'au cours des années 1984 et 1986 on n'a pas observé une aussi forte stabilité : lors de ces deux années, il s'est produit plus tôt un réchauffement de l'eau après les valeurs minimales de la température en juillet, qui se situent aux alentours de 27°C (Fig. 2.3). Il s'agit là d'une hypothèse qui nécessite d'être confirmée par des expérimentations en milieu contrôlé.

3.3.2. Il importe de remarquer que l'ensemble de ces observations confirment le rôle majeur de la température dans le processus de la maturation. Le modèle de prévision de la date de ponte peut être utilisé pour la conduite des opérations de reproduction du mâchoiron. Le diamètre ovocytaire constitue un indice commode de suivi de la maturation. Il est utilisé dans les expériences sur l'étalement des pontes.

3.4. ETALEMENT DES PONTES DE *C. NIGRODIGITATUS*

3.4.1. Le contrôle de la reproduction de *C. nigrodigitatus* en écloserie a permis d'obtenir chaque année une cohorte de 700.000 à 1.200.000 larves. (Fig. 2.3).

Ceci permettait de charger en alevins les installations de Jacquville et de Layo. Toutefois les structures d'élevage demeurent vides une partie de l'année. Par ailleurs, il est souhaitable de fournir des alevins toute l'année aux pisciculteurs.

Toutes ces considérations militent en faveur d'une production continue d'oeufs, de larves puis d'alevins à la demande.

En utilisant les résultats obtenus dans la première phase de contrôle de reproduction, le CRO a mené des recherches dans ce sens.

3.4.2. Le facteur de stimulation retenu est d'abord la température. La salinité au site de Layo reste en dessous du seuil hypothétique de 7‰.

Nos résultats préliminaires ont montré que le retardement de la maturité des ovocytes peut être obtenu en maintenant les femelles à 20°C (température relativement basse). Les pontes pourraient être ainsi retardées. C'est ce qui a été testé.

Deux chambres thermostatées ont été mises en place en juillet 1986 à la station de Layo. Chaque chambre contient un bassin circulaire de 12 m³ qui fonctionne en circuit fermé (avec filtration biologique) avec un renouvellement de 10%/jour d'eau de lagune. Les chambres sont isolées thermiquement (murs doublés de polystyrène expansé) et climatisées, ce qui par le principe de refroidissement air-eau permet d'obtenir une différence de 7 à 10°C par rapport à la température extérieure.

Un groupe de 4 couples de géniteurs, de diamètre d'ovocytes de 2 à 2,5 mm est maintenu dans le circuit à la température de 20°C. L'examen de l'évolution du diamètre des ovocytes est fait en comparaison avec celle des géniteurs en confinement en dehors du circuit, à la température naturelle de reproduction (27 à 29°C).

3.4.3. Les premiers résultats obtenus sont les suivants : (Fig. 2.7). La maturation des ovocytes peut être ralenties par une basse température. Les quatre femelles (couples N° 01, 02, 03, 04 maintenues à 20-21°C ont des ovocytes dont le diamètre est pratiquement inchangé durant plus de cinq mois (août à janvier), alors que les témoins maintenus en conditions naturelles se sont reproduits au bout des 4 à 5 semaines suivantes. La qualité des ovocytes est préservée, elle est prouvée par des pontes normales de deux de ces quatre femelles (couples n° 01, 02) dès qu'on les ramène à la température normale de reproduction c'est à dire 27-29°C. La troisième femelle (couple N° 03) s'est reproduit en avril après avoir été ramenée à la température de 26°-27°C en début janvier. Pour la quatrième femelle (couple N°4), le diamètre des ovocytes est resté pratiquement constant jusqu'en mai 1987 où elle est morte par suite d'une panne du circuit fermé.

Ces résultats doivent être confirmés cette année (saison 1987) en opérant à une plus grande échelle afin de prouver notre maîtrise dans cette technique de reproduction qui consiste :

- à empêcher les pontes au moment où les écloseries sont saturées d'alevins,
- à redémarrer les pontes quand les écloseries sont à nouveau vides.

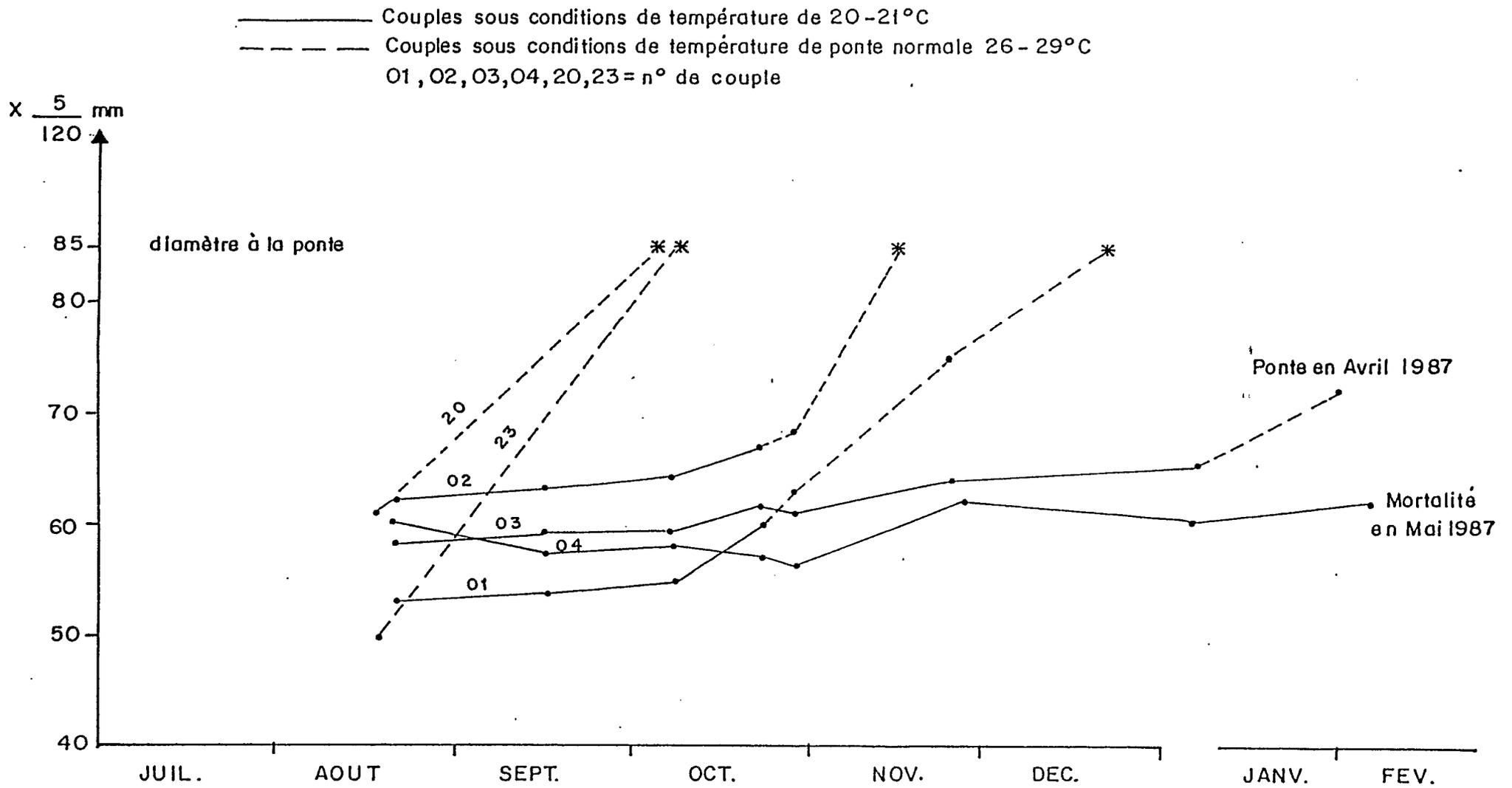


Figure 2.7 : Courbes de croissance de diamètres ovocytaires de femelles de mâchoirons soumises à différents régimes de températures. La ponte s'effectue lorsque le diamètre relatif atteint la valeur 85.

Nous espérons pouvoir produire en 1987-1988 trois cohortes de 4 à 500.000 alevins. La durée d'inter-cohorte serait d'environ deux mois, ce qui conviendrait pour permettre à la station de Jacquville de manipuler les larves ainsi fournies de façon commode selon sa capacité d'accueil.

4 - OPTIMISATION DE LA NUTRITION

4.1. GENERALITES

4.1.1. Phase de grossissement.

Le but des études sur la nutrition de *C. nigrodigitatus* est avant tout de baisser le coût de l'alimentation dans les opérations de grossissement des machoïrons élevés en enclos. En effet ce coût représente actuellement de l'ordre de 50% des coûts de revient total des poissons marchands. Toute amélioration de la nutrition qui se répercute favorablement sur le coût de revient permettra d'abaisser les prix de vente actuellement relativement élevés. Tout ceci va dans le sens d'une demande et donc d'une production accrue de machoïron d'aquaculture en Côte d'Ivoire.

La voie de recherche retenue passe par la mise au point d'une formule alimentaire performante pour la phase de grossissement que l'on réalisera par l'utilisation maximale de matières premières locales. Il faut donc déterminer les qualités nutritives et les conditions d'assimilation de ces matières premières.

4.1.2. Phase de prégrossissement.

La phase de prégrossissement implique de petites quantités d'aliments, et l'impact financier de celui-ci est donc faible. L'optimisation du coût des aliments de prégrossissement a donc un intérêt immédiat moindre. Actuellement des aliments artificiels dérivés des aliments de grossissement mais enrichis en protéines remplissent bien leur fonctions. Des granulés pour truite, importés en faible quantité, suffisent aux besoins de la station de Jacquville.

Toutefois après mise au point d'un aliment de grossissement amélioré sur matières premières locales, une application au prégrossissement pourra être envisagée.

4.2. MISE AU POINT DE LA FORMULATION ALIMENTAIRE

L'acquisition d'un micro-ordinateur Goupil G4 a permis la mise en place d'un système de calcul de formule alimentaire automatique utilisant la méthode de programmation linéaire. Les formules sont donc maintenant calculées à partir d'un ensemble de contraintes nutritionnelles et techniques (Tableau 2.2) issues de la bibliographie (FAO/UNDP 1980 et N.R.C. 1983) et plus particulièrement celle relative au poisson-chat américain, *Ictalurus punctatus*. (ROBINSON et LOVELL 1984, WINFREE et STICKNEY, 1984, ROBINSON et WILSON, 1985).

Quelques une de ces contraintes ont du être adaptées aux conditions locales, notamment les restrictions en calcium et en phosphore qui ne peuvent être satisfaites en utilisant les matières premières locales. En attendant le résultat de digestibilité sur les matières premières locales, les calculs sont faits sur la base d'une digestibilité de 100% des éléments nutritifs exceptés le phosphore, la lysine et l'énergie disponible pour lesquels des approximations ont été faites à partir de la bibliographie.

Sur requête du Projet de Développement de la Pisciculture Lagunaire en Côte d'Ivoire des contacts ont été pris avec une société locale de fabrication d'aliments (SIPRA/IVOGRAIN). Les informations concernant les contraintes nutritionnelles et techniques ont été transmises et discutées dans le but d'une application directe et d'un transfert aux pisciculteurs ivoiriens. Cette entreprise disposant des moyens de calculs adéquats, peut donc calculer au coup par coup, en fonction des disponibilités et du marché local des matières premières, des formules alimentaires au meilleur prix satisfaisant à la fois les contraintes nutritionnelles, techniques et économiques.

4.3. ETUDES DE DIGESTIBILITE DES MATIERES PREMIERES LOCALES

4.3.1. Quelles matières premières ?

Plusieurs matières premières susceptibles de rentrer dans la composition d'aliment poisson sont disponibles en Côte d'Ivoire. La plupart sont des sous-produits agricoles d'origine végétale :

- tourteau de coton,
- tourteau de soja,
- tourteau de coprah,
- tourteau de palmiste,
- son de blé,
- refus de farine de manioc,
- maïs.

De plus une farine de poisson est fabriquée localement à partir des résidus des conserveries thonières d'Abidjan. Ceci fournit une farine légèrement plus pauvre en protéines que la norme mais beaucoup plus riche en cendres, d'où les concessions faites pour le calcul des formules.

L'hypothèse d'un coefficient de digestibilité de 100% pour toutes les matières premières ne peut être retenue définitivement. Les mesures effectuées par différents auteurs montrent d'une matière première à l'autre des variations relativement importantes de la digestibilité d'un élément nutritif, exprimé par le coefficient d'utilisation digestive apparente (ou CUDa) qui équivaut à :

$$\text{CUDa} = \frac{\text{Elément nutritif dans l'aliment} - \text{Elément nutritif dans les fèces}}{\text{Elément nutritif dans l'aliment}}$$

Le tableau 2.3 indique les différences existant pour les protéines. Ces variations peuvent avoir plusieurs origines dont la présence de substance pouvant diminuer l'assimilation d'acides aminés, comme le gossypol ou les peroxydes. Ces substances sont présentes naturellement ou apparaissent en raison de mauvaises conditions de stockage. C'est pourquoi

il est apparu opportun de vérifier si les matières premières disponibles en Côte d'Ivoire apportent des résultats aussi satisfaisants, en raison des difficultés de stockage.

4.3.2. Premiers essais.

La réalisation de ce type d'étude nécessite un système adapté permettant :

- de maintenir des lots de poissons vivants,
- de fournir un aliment contrôlé au poisson sans apport extérieur
- de récupérer aisément les fèces émises par les poissons.

Durant le premier semestre 85, un système d'aquariums a été réalisé au CRO dans ce but. Cette structure en circuit ouvert alimentée par l'eau de ville a donné de piètres résultats. Il s'est avéré impossible de maintenir les poissons en bon état. Ceux-ci refusèrent de s'alimenter, dépérissent et tombèrent malade.

Il a toutefois été tenté une manipulation d'évaluation du transit intestinal pour mesurer le délai d'attente minimal pour la récupération des fèces, en utilisant la technique du "force feeding". L'expérience a été menée sur deux lots de six poissons de poids moyen 160,5g (+/- 6,03) maintenus dans des aquariums de verre de 110 litres. Les poissons ont été acclimatés au force feeding sur une période d'une semaine. Au cours de ce laps de temps, ils ont reçu indifféremment un repas quotidien marqué ou non à l'oxyde de chrome (III) vers 17H30. Le "force feeding" a été pratiqué après une anesthésie (phénoxyéthanol) des poissons. Les fèces ont été collectées par siphonnage au fur et à mesure de leur émission et rassemblées heure par heure. La collection s'est étalée sur 26 heures, soit deux heures après l'administration du repas suivant non marqué. La figure 2.8 représente l'évolution des quantités de fèces récupérées en matière sèche et en chrome. Les premières fèces apparaissent 17 heures après le dernier repas. Cette valeur est sensiblement supérieure à celle obtenue sur des tilapias (*Oreochromis sp.*) par MORIARTY et MORIARTY (1973) ou ROSS et JAUNCEY (1981). La plus grande quantité de fèces est évacuée 24 heures après le repas et coïncide avec la nouvelle prise d'aliment. L'ingestion d'un nouveau repas ou le traitement anesthésique peuvent en être la cause.

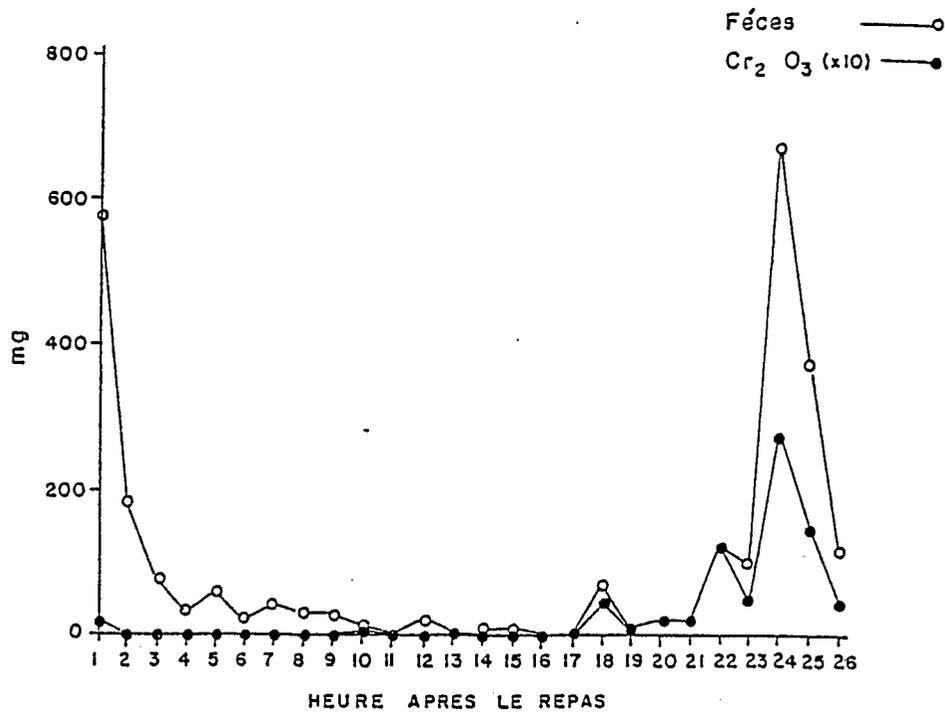


Figure 2.8. : Quantité moyenne récupérée heure par heure de matière sèche (O) et de Cr₂O₃ (●) contenu dans les fèces.

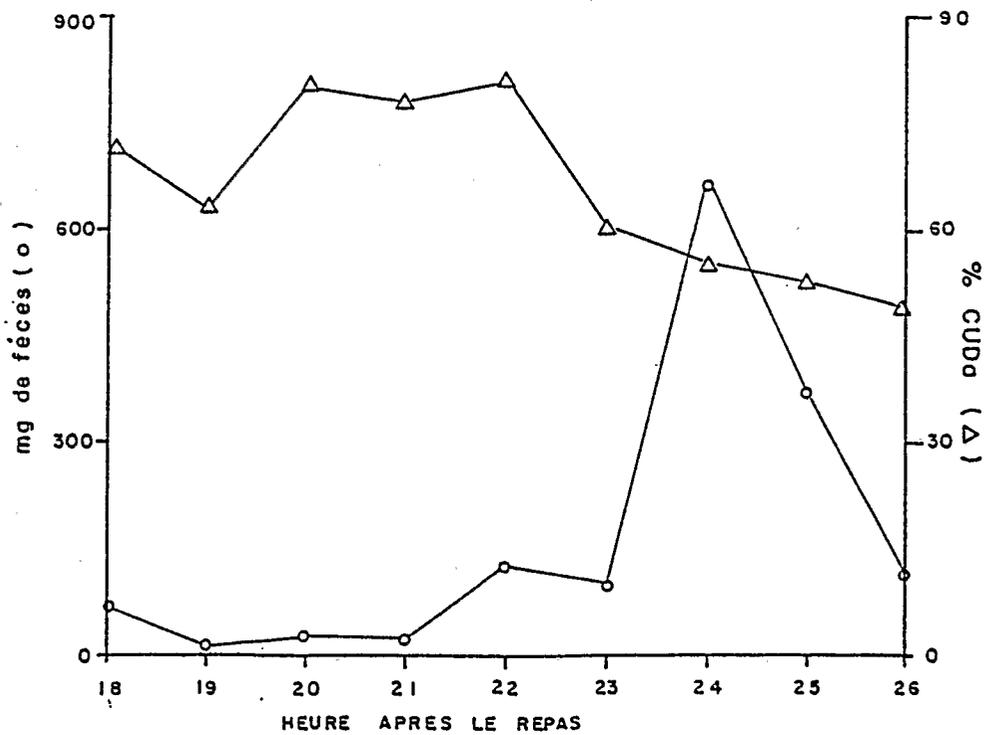


Figure 2.9. : Valeur moyenne du CUDa (Δ) et quantité récupérée heure par heure (O) de la matière sèche contenu dans les fèces.

Le CUDa de la matière sèche a pu être calculée heure par heure . La figure 2.9 montre à la fois l'évolution du CUDa et de la matière sèche récupérée. Ce coefficient n'est pas constant . Très élevé pour les premières fèces émises, le CUDa diminue avec le passage de l'essentiel des fèces (84% de la totalité). Ceci fait ressortir la nécessité d'une collecte de l'ensemble des fèces pour la détermination du CUDa du bol alimentaire ingéré.

Il est donc nécessaire de prévoir à la fois un circuit préservant les poissons sans avoir à recourir au force feeding, et un système permettant la collecte en continu de fèces.

4.3.3. Réalisation de la salle d'expérimentation en bacs.

Dès avril 86, date de réception du matériel, l'installation d'une salle d'expérimentation a été entreprise. Une extension de bâtiment a été construite sur le centre pour cet usage. Les plans et les installations ont été réalisés par un chercheur du centre sur la base des recommandations obtenues auprès de M. PETIT (Laboratoire de Physiologie de la Reproduction des Poissons, INRA Rennes). Cette salle dispose d'un ensemble de 10 bacs (60cm diam.x 40cm h.) inclus dans un circuit fonctionnant sur eau de ville avec un renouvellement partiel ajustable. Des systèmes de récupération de fèces type "Guelph" (CHO et al. 1985) ont été installés en sortie de chaque bac. Ceux-ci permettent une collecte des fèces en continu avec un temps d'isolement des fèces de l'ordre de la minute.

4.3.4. Nouveaux essais.

De septembre 1986 à mars 1987, plusieurs essais ont été tentés avec des machoïrons en bacs. Les reponses ont été les mêmes qu'en aquariums: refus de s'alimenter, déperissement et mort par maladie infectieuse. Le dosage journalier de l'ammoniaque dans le circuit a permis d'observer une très forte concentration juste après l'apport de poisson. Ceci confirme que le déperissement est lié à un stress lors de la mise en bac.

Pour remédier à cet état de fait plusieurs tentatives ont été faites en contrôlant l'influence de facteurs pouvant agir sur le poisson comme l'environnement (couleur des bacs) ou la qualité de l'eau (recyclage, eau d'origine différente). Aucune de ces mesures n'a abouti. Le suivi analytique de l'eau sur 24 heures ne permet pas d'expliquer ce stress. Les paramètres classiques: température, oxygène, pH, dureté, ammoniac, nitrite et alcalinité, restent en deçà des limites tolérables. Les concentrations en chlore sont plus fluctuantes avec des pics brusques de 1,5 à 2 mg.l-1. Pour pallier à ce problème, un système de perfusion par pompe péristaltique d'une solution de thiosulfate de sodium a été installée (PYLE, 1960). Cette modification n'a cependant pas amélioré la survie des poissons nouvellement introduits.

4.3.5. Essai de nouvelles espèces.

Devant ces difficultés d'acclimatation des machoïrons des essais de transfert d'autres espèces ont été tentés. Des tilapias (*Oreochromis niloticus*) de 80g en moyenne, et des silures (*Heterobranchus longifilis*) de 15g en moyenne, provenant de la station de Layo ont été transférés. Pour les tilapias aucun problème n'a été relevé. Pour les silures aucune mortalité n'a été constatée après plus d'un mois de séjour dans les bacs. Cependant le comportement alimentaire est moins bon pour ces derniers.

Les tilapias ont donc été retenus pour démarrer les expériences. En ce qui concerne les silures, de nouveaux essais de transfert doivent être tentés avec de plus gros poissons pour confirmer la possibilité d'utilisation de cette espèce aux caractéristiques nutritionnelles vraisemblablement plus proche du machoïron.

4.4. CONCLUSION

Les données analytiques existantes sur les matières premières locales et l'application des besoins du poisson chat au machoïron donne des bases suffisantes pour la formulation provisoire d'un aliment convenable en fonction du marché local. Il faut toutefois tenir compte des évolutions possibles de ces matières premières (modification des sources et difficulté de stockage) et se doter de structures de contrôle adéquat.

Un autre aspect de l'alimentation du poisson est la fabrication de granulés. Jusqu'à présent aucun fabricant de la place n'a fourni un aliment poisson au qualités physiques acceptables (friabilité, tenue à l'eau). Un effort est entrepris dans ce sens au niveau de la station de Layo, mais les modes de transfert aux unités locales de granulation ne sont pas encore satisfaisants. Il s'agit pour l'essentiel de l'acquisition d'un savoir faire que nous avons dû acquérir nous-mêmes auprès de techniciens habitués à la granulation d'aliment poisson.

Les matières premières disponibles en Côte d'Ivoire doivent permettre de réaliser des aliments plus performants. Les difficultés de mise au point de techniques d'études de digestibilité sur le machoiron posent le problème de l'application des méthodes usuelles et recommandées de collecte de fèces en continu à ce poisson. On peut noter qu'aucune méthode de collecte en continu n'a été utilisée pour le poisson chat américain. Si dans un premier temps, il est possible de mesurer les CUDa sur une autre espèce pour évaluer les différences entre les matières premières locales et les matières premières d'autres origines, il faut développer un système remplissant les conditions de maintien des poissons et de récupération des fèces plus adapté au machoiron. Un système plus proche de l'environnement d'élevage du machoiron pourrait être envisagé (bacs de grande taille, sombres et à fond plat). On espère une fois ces difficultés résolues mener rapidement les expériences de digestibilité sur les matières premières locales retenues.

Eléments nutritifs	Unité	mini	Maxi
Matière grasse	%		6
Fibres brutes	%	7	
Protéines brutes	%	35	
Lysine	%	1,79	
Méthionine	%	0,32	
Méthionine + Cystine	%	0,81	
Calcium	%		5
Phosphore total	%		5
Phosphore disponible	%	0,50	
Energie disponible (<i>I. punctatus</i>)	Kcal	280	
Matières premières			
Huile de foie de morue	%	0,30	3
Remoulage de blé	%		10
Tourteau de Coprah	%		10
Tourteau de Coton	%		15
Refus de farine de manioc	%		35

Tableau 2.2 - Contraintes nutritionnelles et techniques utilisées pour le calcul des formules d'aliments machoiron contenant 35% de protéines. N.B. Pour les jeunes stades nécessitant plus de protéines (40 à 50%) les limites de Lysine sont réévaluées pour satisfaire un apport au moins égal à 5,1% des protéines.

	<i>I. punctatus</i>	<i>Tilapia</i>
Farine de poisson	88,5	72
Tourteau de coton	81	31
Tourteau de soja	80,1	-
Maïs	59,5	53
Son de blé	82,1	20

Tableau 2.3 - Coefficient d'utilisation digestive apparent (CUDA) des protéines selon la matière première (d'après E. CRUZ, 1975 pour *I. punctatus*, et P. LUQUET comm. pers. pour *Tilapia*).

République de Côte d'Ivoire

—
MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
—

ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT
EN COOPÉRATION
—

*RECHERCHES EN AQUACULTURE
SUR LES PRINCIPALES ESPECES
DE POISSONS LAGUNAIRES EN COTE D'IVOIRE
Années 1984-1985-1986*

CONTRAT TSD - A - 082
CEE - ORSTOM / CRO

— RAPPORT FINAL —

CENTRE DE RECHERCHES OCEANOGRAPHIQUES

OCTOBRE 1987

B 47090 Ex 1