



HAL
open science

Basis of the sexual and territorial behavior in males of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis mossambicus*

Yves Rouger

► **To cite this version:**

Yves Rouger. Basis of the sexual and territorial behavior in males of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis mossambicus*. Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture, 41, ICLARM, 630 p., 1996, ICLARM Conference Proceedings, 971-8709-88-6. hal-02842693

HAL Id: hal-02842693

<https://hal.inrae.fr/hal-02842693>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Déterminisme du comportement sexuel et territorial chez les mâles de *Oreochromis niloticus* et *Oreochromis mossambicus*

Y. ROUGER

Laboratoire de physiologie des poissons
Institut national de la recherche agronomique (INRA)
Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cédex 05, France

ROUGER, Y. 1996. Déterminisme du comportement sexuel et territorial chez les mâles de *Oreochromis niloticus* et *Oreochromis mossambicus*, p. 450-458. In R.S.V. Pullin, J. Lazard, M. Legendre, J.B. Amon Kothias et D. Pauly (éds.) Le Troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. 41, 630 p.

Résumé

Nous avons comparé la hiérarchie sociale de trois groupes de cinq mâles chez deux espèces de tilapia : *Oreochromis niloticus* et *Oreochromis mossambicus*. Les relevés des taux de stéroïdes circulants (testostérone, 11-KT et 17,20 P) révèlent chez *O. niloticus* un taux élevé de testostérone chez les animaux dominants tandis que chez *O. mossambicus*, aucune différence significative n'est observée dans les taux de testostérone entre dominants et dominés. Il existe une corrélation entre le degré élevé d'agressivité chez *O. niloticus* et la défense du territoire par rapport à *O. mossambicus* dont le niveau endocrinien est faible et le comportement social peu hiérarchisé. Chez *O. niloticus*, la couleur du mâle dominant sous la dépendance du taux de testostérone joue un rôle d'apaisement : la femelle prête à pondre prend cette couleur à la suite d'une montée brutale de testostérone et peut ainsi pénétrer dans le nid défendu par le mâle.

La pose d'implants de divers stéroïdes confirme bien le rôle de la testostérone dans le comportement agressif du tilapia, lui permettant de s'élever dans la hiérarchie sociale. La 11-KT intervient plus directement dans les comportements de creusement du nid que dans la poursuite des congénères.

Introduction

Des corrélations entre les cycles gonadiques, les niveaux de stéroïdes circulants et l'apparition du comportement sexuel ont été mises en évidence chez de nombreux poissons, en particulier les Salmonidés (Liley et Stacey, 1983).

Chez les Cichlidés, Aronson (1945, 1951) a décrit le rôle des stimulations externes (stimuli visuels, émissions sonores, contact entre lignes latérales et communication chimique) produites par d'autres partenaires dans la fréquence des pontes. Chez *Oreochromis mossambicus*, Silverman (1978a, 1978b) suggère une action comparable aux phéromones comme l'a montré Solo-

mon (1977) chez d'autres espèces. Aussi bien les mâles que les femelles peuvent jouer un rôle dans la manifestation plus rapide de la ponte chez cette espèce.

Nous avons dans cette étude comparé le comportement social et le niveau endocrinien de deux espèces de tilapia : *Oreochromis niloticus* et *O. mossambicus*.

Matériel et méthodes

Poissons

Les expériences sur *O. niloticus* ont porté sur des poissons provenant de l'élevage en laboratoire d'une souche originaire de Bouaké (Côte d'Ivoire). Les

animaux provenaient tous du même élevage et étaient âgés d'un an pour une longueur de $14,5 \pm 1,29$ cm et un poids moyen de $96,3 \pm 3,5$ g. Les expériences ont eu lieu tous les ans de 1989 à 1992 entre le mois d'avril et le mois de septembre.

Dans le cas de *O. mossambicus*, les animaux provenaient d'une souche mise au point à Louvain-la-Neuve (Belgique) par Ursula Falter. L'expérience a porté sur 10 femelles de *O. mossambicus* et huit femelles de *O. niloticus*, et sur 15 mâles de chaque espèce.

Conditions d'élevage

En dehors des périodes expérimentales, les poissons, sexes séparés, étaient placés dans des bacs en circuit fermé de $0,5 \text{ m}^3$ d'eau à 27°C ne contenant que des tilapias. En période d'expérimentation, les animaux étaient placés dans des bacs en verre de 300 l environ contenant du sable adsorbant au fond, et étaient transférés, lors des tests, dans un bac de 800 l contenant également du sable adsorbant au fond.

Protocoles expérimentaux et éthogrammes

Les mâles ont été répartis en groupes de cinq animaux. La mise en place d'un éthogramme a permis d'établir la hiérarchie sociale pour chacun de ces groupes et de visualiser les relations sociales au sein du groupe. Afin de permettre leur identification, chaque animal a été marqué par un fil de nylon portant diverses perles de couleurs associées selon un code déterminé, fixé sur la partie postérieure de la tête. Les animaux ont été anesthésiés et une prise de sang a été effectuée avant et après une série de tests comportementaux réalisés sur une période de cinq jours dans le but d'évaluer la hiérarchie sociale.

Les tests ont été répétés trois fois pour chacun des groupes.

Sur l'éthogramme où les cinq poissons sont représentés en cercle (voir la figure 1), le mâle dominant, c'est-à-dire celui qui dirige vers ses congénères le maximum d'activités, est placé au sommet. L'animal dominé, c'est-à-dire celui qui reçoit le maximum d'interactions agressives sans réciproque, est placé à la base de la figure. Les relations inter-individuelles sont représentées par des flèches orientées dans le sens de l'action et dont les caractéristiques (épaisseur du trait) facilitent la visualisation des rapports entre les poissons dont le nombre est aussi indiqué.

Comportement social et sexuel

Les divers éléments du comportement social et sexuel ont été enregistrés en fonction du temps au cours de tests d'une durée de 10 minutes réalisés toutes les heures huit fois par jour. Ce comportement est caractérisé par des poursuites, des contacts bouche-bouche, des contacts latéraux bouche-flanc, des nages parallèles, un redressement de la nageoire dorsale et le creusement du nid avec prélèvement de sable.

Chaque groupe étudié était constitué de cinq mâles de taille et de poids homogènes.

Prises de sang

Les poissons ont été anesthésiés individuellement avec une solution de phénoxyéthanol à raison de $2 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$ d'eau versée dans un bac contenant 10 litres d'eau. Le sang était prélevé (1 à 1,5 ml) à l'aide d'une seringue héparinée de 2 ml entre 9h00 et 11h00, puis conservé dans de la glace disposée dans une caisse isolante en attendant la centrifugation de l'ensemble des prélèvements. Le sang

était ensuite placé dans une centrifugeuse réfrigérée (4°C) où la centrifugation avait lieu pendant 10 minutes à 2.500 tours par minute.

Dosages hormonaux

Les dosages hormonaux ont été effectués par radio-immunologie. La testostérone et la 11-KT ont été mesurées par la méthode mise au point par Fostier et coll. (1982), donnant un coefficient de variation de 8,12 % (18,4 ng·ml⁻¹, n=15) pour le dosage de testostérone et de 6,37 % (17,5 ng·ml⁻¹, n=15) pour la 11-KT. La méthode décrite par Fostier et coll. (1981) a été utilisée pour doser la 17,2 P. Le coefficient de variation a été estimé à 5,74 % (9,25 ng, n=15).

Tests statistiques

Une comparaison par paire a été effectuée après avoir soumis les échantillons à une analyse de variance et au test de Barlett. Les données ont été comparées à l'aide d'un test-*t*. Sauf indication contraire, le niveau de signification était situé à P=0,05.

Résultats

Etude des groupes de mâles : éthogrammes

L'étude des groupes de cinq mâles a révélé la très nette présence d'un mâle dominant dans deux des groupes tandis que les relations sociales dans le troisième groupe étaient beaucoup plus homogènes ; bien qu'un mâle dominant ait pu être reconnu. Les échanges entre les poissons ont également permis de reconnaître l'animal apparaissant comme le second poisson dominant du groupe. Celui-ci a été confirmé par le retrait de l'animal dominant. La figure

1 regroupe en trois diagrammes l'ensemble des activités orientées vers les autres partenaires : poursuites, contacts bouche-flanc, bouche-bouche et érection de la nageoire dorsale à proximité d'un partenaire.

Niveau endocrinien et hiérarchie sociale chez *O. niloticus* et *O. mossambicus*

La comparaison des hiérarchies sociales observées à l'occasion de poursuites a révélé une différence manifeste entre ces deux espèces de *Oreochromis*.

Chez *O. niloticus*, la hiérarchie sociale est très marquée avec un dominant strict dirigeant le maximum d'activités. Seul le mâle dominant a accès au substrat et y creuse le nid. Sa parure est blanc nacré, teintée de rose saumoné, et l'extrémité des nageoires est noire. Les autres poissons, mâles et femelles, sont relégués dans le coin supérieur de l'aquarium. Ils sont stressés et présentent une coloration allant du gris sombre verdâtre au noir.

En revanche, *O. mossambicus* manifeste peu de réactions de poursuites et la hiérarchie sociale chez cette espèce n'est pas apparente. Les interactions entre les individus sont faibles et similaires chez tous les animaux.

La comparaison des niveaux endocriniens des trois stéroïdes chez ces deux espèces (Fig. 2) a révélé un niveau très élevé de testostérone chez *O. niloticus* (52 ng·ml⁻¹) par rapport à *O. mossambicus* (8 ng·ml⁻¹). Les taux de 11-KT et de 17,20 P enregistrés étaient également plus importants chez *O. niloticus* que chez *O. mossambicus*.

Par ailleurs, *O. niloticus* présente des taux de testostérone plasmatique très différents chez les dominants et chez les dominés, alors que chez *O. mossambicus*, aucune différence significative n'a été observée dans les taux de cette

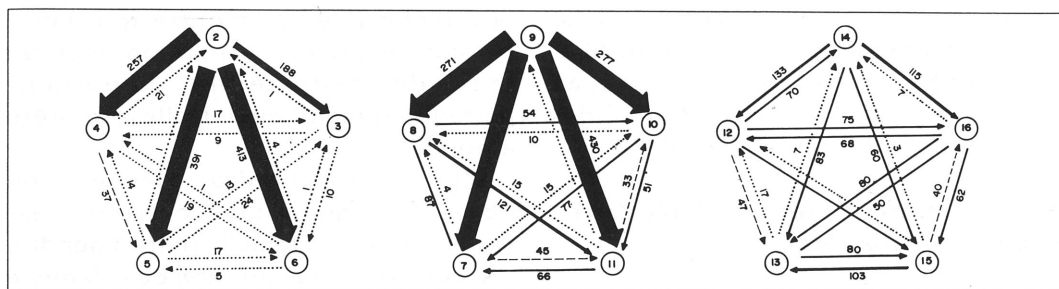


Fig. 1. Ethogrammes pour trois groupes de cinq mâles de *Oreochromis niloticus*. Les chiffres encadrés représentent le nombre d'individus. Les chiffres figurant sur les flèches indiquent le nombre d'interactions agressives (voir le texte).

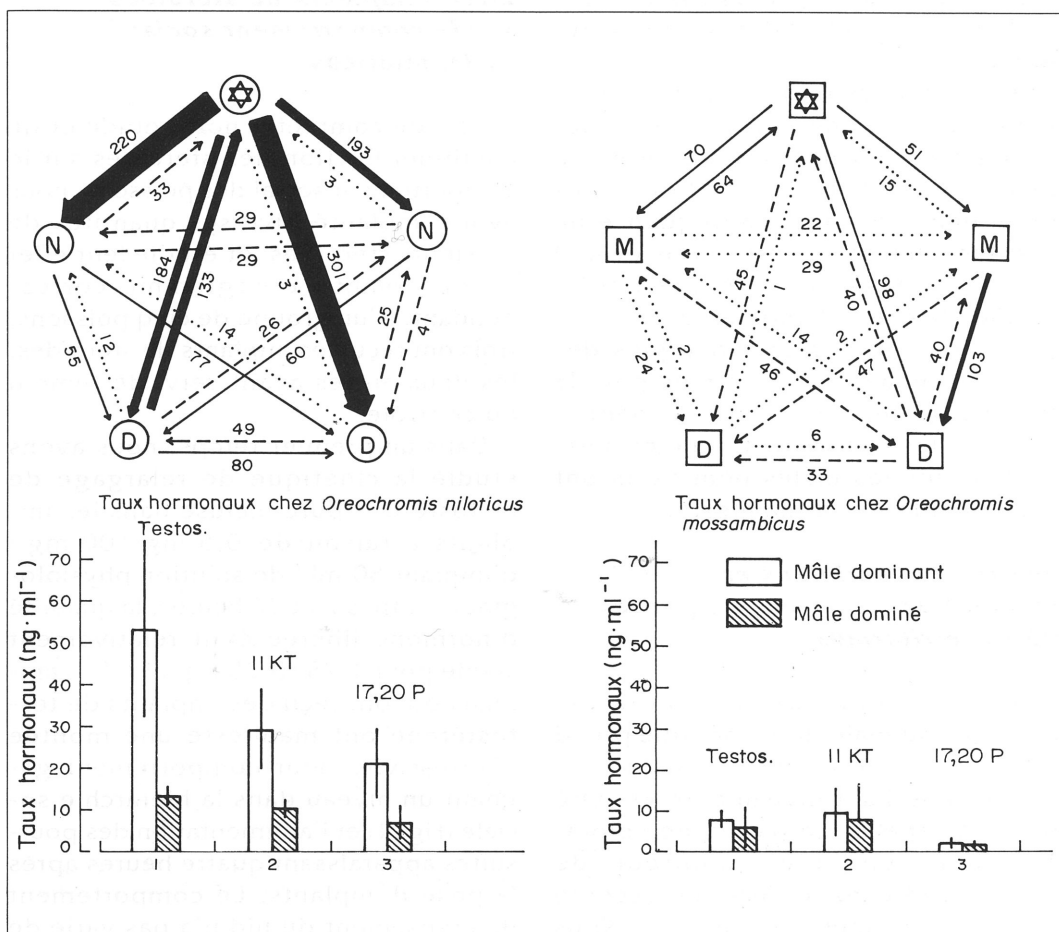


Fig. 2. Niveau endocrinien et hiérarchie sociale chez *Oreochromis niloticus* et *O. mossambicus*. Sur ces éthogrammes, ☆ = poisson dominant, N et M se rapportent aux espèces utilisées et D = poisson dominé (voir le texte et la discussion sur les comparaisons et le seuil de signification des différences).

hormone entre dominants et dominés. La même observation a été faite, bien que la différence soit plus atténuée, au niveau des taux des deux autres stéroïdes considérés (11-KT et 17,20 P).

Niveaux endocriniens et émissions sonores des mâles

Dans le cadre d'une collaboration associant U. Falter et Olivier Dufayt de l'université de Louvain-la-Neuve (Belgique), nous avons pour la première fois mis en corrélation les émissions sonores des mâles de ces deux espèces et d'autres manifestations comportementales.

Le mâle défendant son territoire pourchasse ses congénères (autres mâles ou femelles qui ne sont pas prêtes à pondre) et émet un son bref de moins d'une demi-seconde. La fréquence de cette émission sonore est élevée, de 400 à 700 Hz chez *O. niloticus* et de l'ordre de 250 Hz chez *O. mossambicus*.

Ces émissions, caractéristiques des mâles dominants sont, comme pour la défense du territoire, sous la dépendance du taux de testostérone plasmatique. Seuls les mâles dominants ont la possibilité de se manifester.

Niveaux endocriniens et acceptation de la femelle par les mâles territoriaux

Chez *O. niloticus*, la coloration identique au mâle dominant que prend la femelle prête à pondre est en rapport avec le haut niveau d'agressivité de cette espèce. Ce patron de coloration joue un rôle inhibiteur de l'agressivité chez le mâle qui accepte la femelle de même coloration. Nous avons observé que certains mâles également fortement colorés sont parfois acceptés dans le nid du mâle territorial. L'analyse des taux endocriniens chez

la femelle (Fig. 3) montre que cette coloration est en corrélation avec un taux de testostérone important, particulièrement quand elle est prête à pondre.

Chez *O. mossambicus*, bien que l'on observe le même taux élevé de testostérone chez la femelle prête à pondre, les variations de coloration de la femelle ne sont pas décelables par l'oeil humain. Les autres stéroïdes, de niveau relativement faible, entraînent peu de variations quelle que soit l'espèce.

Effet d'implants de stéroïdes sur le comportement social de *O. niloticus*

Afin de compléter notre étude et de confirmer l'action des stéroïdes sur le comportement social des poissons, nous avons implanté diverses quantités de plusieurs stéroïdes, et étudié leur effet en observant l'éthogramme correspondant. D'un groupe de cinq poissons, trois ont reçu des implants de stéroïdes, les deux autres ayant servi de témoin ou contrôle.

Dans un premier temps, nous avons étudié la cinétique de relargage de testostérone pure incluse dans les implants à raison de 0,5 mg · 100 mg⁻¹ d'implant · 50 ml⁻¹ de solution physiologique. Entre six et 36 heures, la quantité d'hormone libérée était relativement stable pour 1,75 ± 0,25 ng · ml⁻¹. Les animaux qui ont reçu des implants de testostérone ont manifesté une montée d'agressivité, leur comportement gagnant un niveau dans la hiérarchie sociale (Fig. 4) et l'augmentation des poursuites apparaissant quatre heures après la pose d'implants. Le comportement de creusement du nid n'a pas varié de manière significative dans les trois jours qui ont suivi l'implantation (Fig. 5).

L'étude des modifications de comportement chez les témoins a montré

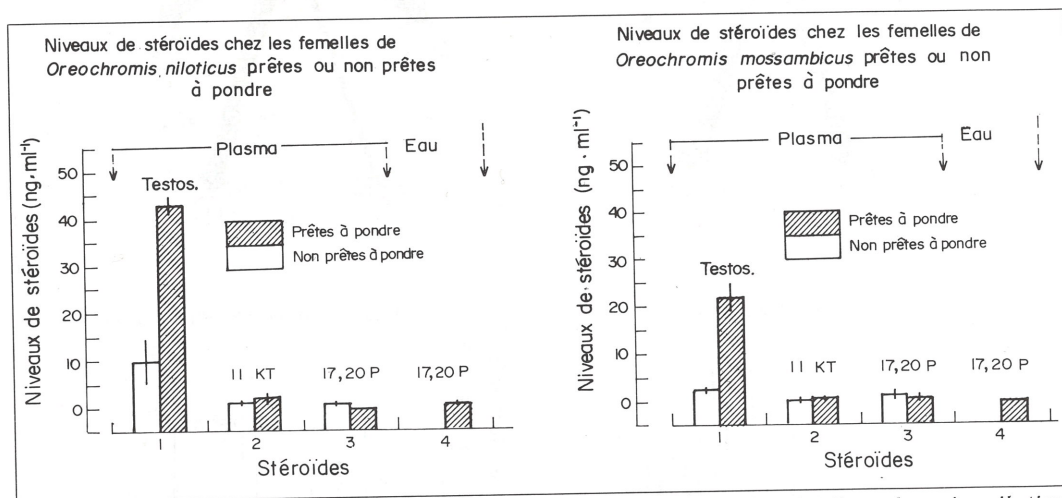


Fig. 3. Etude comparative des niveaux de stéroïdes chez des femelles de *Oreochromis niloticus* et *O. mossambicus*.

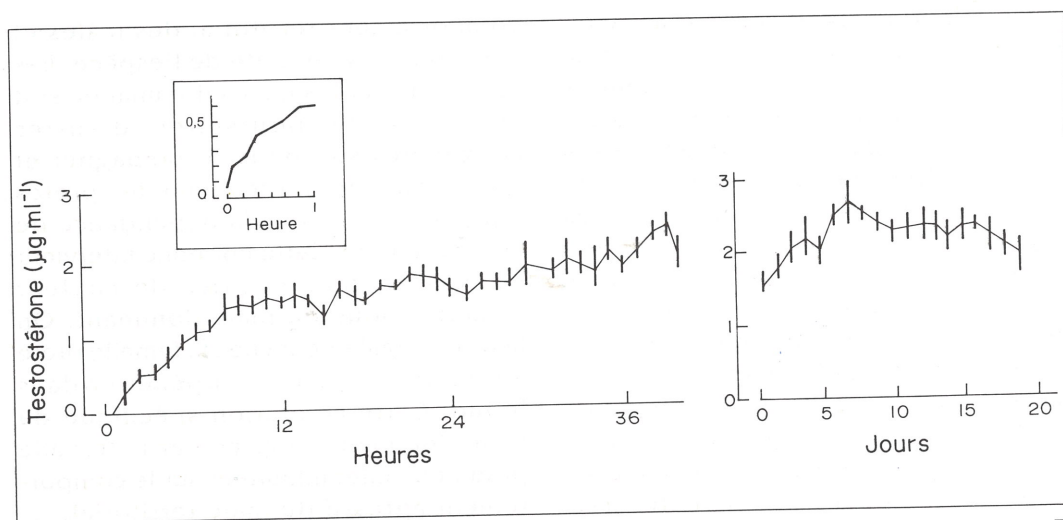


Fig. 4. Cinétique de relargage in vitro des implants de testostérone (0,5 mg T·100 mg⁻¹ implant·50 ml⁻¹ solution physiologique).

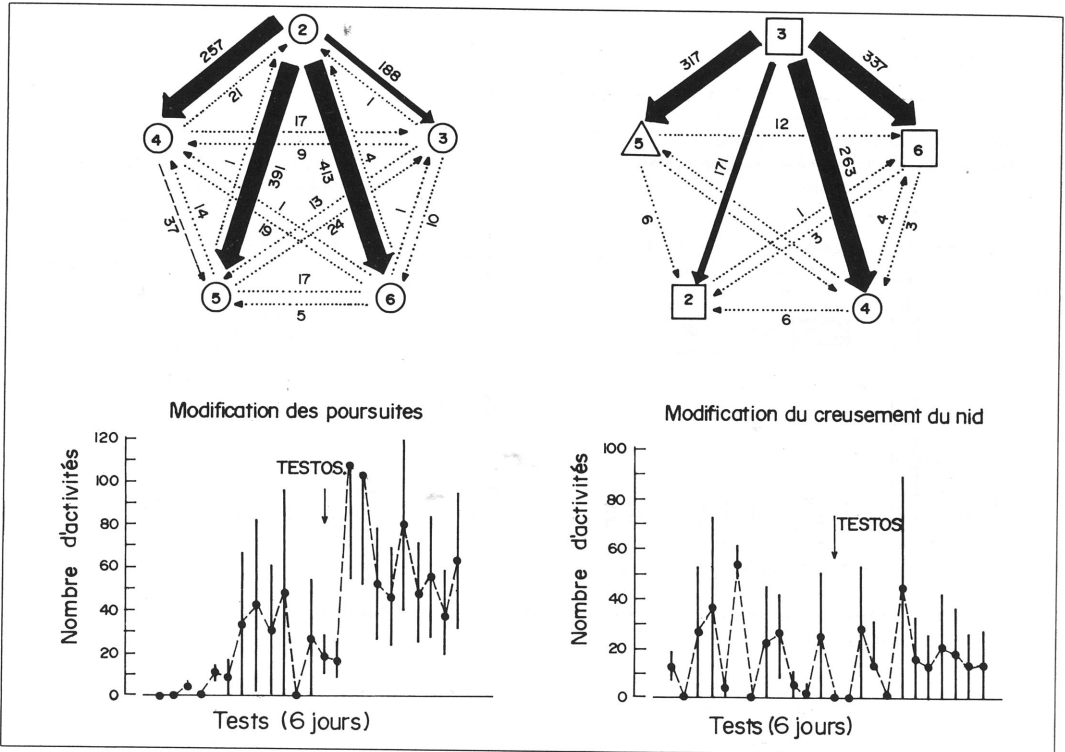


Fig. 5. Effet de la pose d'implants (testostérone 0,25 mg) sur le comportement social de *Oreochromis niloticus*.

une diminution significative d'activités au niveau des poursuites et des creusements de nid. Cet affaiblissement du comportement chez les témoins s'explique par l'augmentation d'activités et d'agressivités chez les animaux ayant reçu des implants et vivant avec eux (Fig. 6).

Dans le cas des animaux ayant reçu des implants de 11-KT, une augmentation significative des creusements de nid après implantation (Fig. 7) a été observée. Par contre, la pose d'implants de 17,20 P n'a pas suscité de variation significative si ce n'est une tendance générale à la réduction d'activités (Fig. 8).

Conclusion

Ces résultats illustrent le rôle important de la testostérone dans l'apparition du

comportement territorial des mâles et le niveau d'agressivité de l'espèce. Les sons émis par les mâles dominants, soit au cours de poursuites d'autres congénères soit pour accompagner et guider dans le nid les femelles prêtes à pondre, sont sous la dépendance de la testostérone. Cette hormone intervient également dans la prise de couleur caractéristique du mâle dominant. On la trouve également chez la femelle prête à pondre qui peut ainsi pénétrer dans le nid. Cette coloration spécifique du mâle dominant adoptée par la femelle produit un effet inhibiteur sur le comportement agressif du mâle territorial.

Chez *O. mossambicus* où l'agressivité est pratiquement inexistante, les niveaux endocriniens sont aussi beaucoup plus faibles. La femelle n'a pas besoin, pour se faire accepter, d'adopter un patron de coloration identique au mâle.

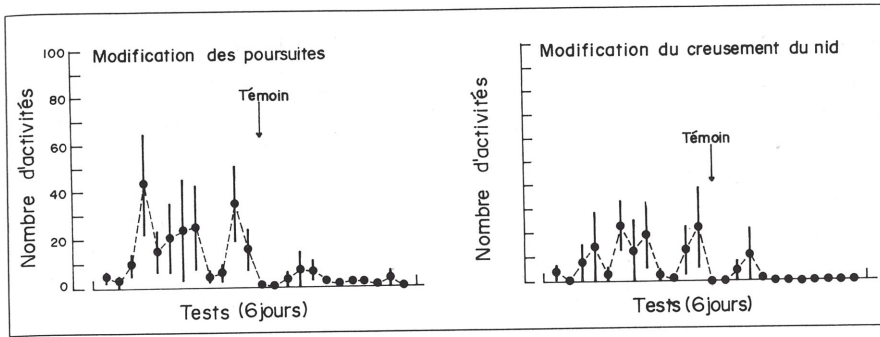


Fig. 6. Effet de la pose d'implants (témoin) sur le comportement social de *Oreochromis niloticus*.

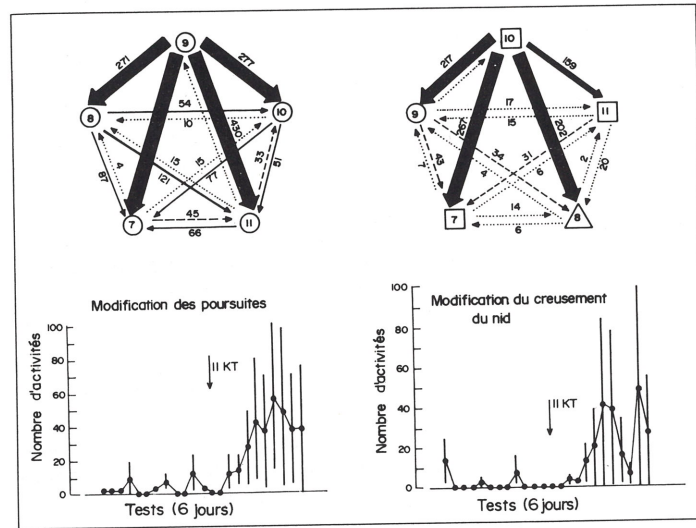


Fig. 7. Effet de la pose d'implants (11-KT 0,25 mg) sur le comportement social de *Oreochromis niloticus*.

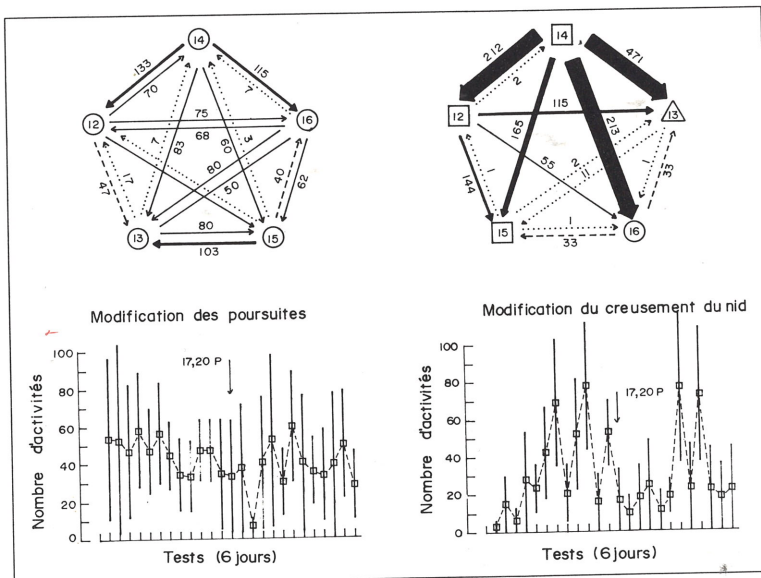


Fig. 8. Effet de la pose d'implants (17,20 P 0,25 mg) sur le comportement social de *Oreochromis niloticus*.

La kétotestostérone, pour sa part, intervient davantage au niveau du creusement du nid. Ainsi, les diverses hormones ont chacune une action spécifique dans l'apparition des comportements sociaux et de reproduction. Toutefois, le stéroïde 17,20 P ne semble pas avoir d'action apparente directe sur les manifestations comportementales du mâle lorsque le stéroïde est administré sous forme d'implant. Pourtant, les travaux de Stacey et Sorensen (1991) ont montré le rôle de phéromone que pouvait jouer ce stéroïde chez le *Carassius auratus* doré. Il apparaît que les différents stéroïdes jouent un rôle spécifique dans l'apparition des différents éléments des séquences comportementales liées à la défense du territoire et au développement du comportement reproducteur.

Littérature citée

- Aronson, L. 1945. Influence of the stimuli provided by the male cichlid fish *Tilapia macrocephala* on the spawning frequency of the female. *Physiol. Zool.* 18:403-415.
- Aronson, L. 1951. Factors influencing the spawning frequency in the female cichlid fish *Tilapia macrocephala*. *Am. Mus. Novit.* 1484:1-26.
- Fostier, A., B. Jalabert, C. Campbell, M. Terqui et B. Breton. 1981. Cinétique de la libération *in vitro* de 17 α -hydroxy-20 β -dihydroprogesterone par des follicules de truite arc-en-ciel, *Salmo gairdneri*. *C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. Paris, Sér. D* 292:777-780.
- Fostier, A., R. Billard, B. Breton, M. Legendre et S. Marlot. 1982. Plasma 11-Oxotestosterone and gonadotropin during the beginning of spermatation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Gen. Comp. Endocrinol.* 46:428-434.
- Liley, N.R. et N.E. Stacey. 1983. Hormones, pheromones and reproductive behavior in fish, p. 1-63. *In* W.S. Hoar, D.J. Randall, E.M. Donaldson (éds.) *Fish physiology*. Vol. IXB. Behavior and fertility control. Academic Press, New York.
- Silverman, H.I. 1978a. Effects of different levels of sensory contact upon reproductive activity of adult male and female *Sarotherodon (Tilapia) mossambicus* (Peters) Pisces, Cichlidae. *Anim. Behav.* 26:1081-1090.
- Silverman, H.I. 1978b. Changes in male courting frequency in pairs of the cichlid fish *Sarotherodon (Tilapia) mossambicus*, with unlimited or with visual contact. *Behav. Biol.* 23:189-196.
- Solomon, D.J. 1977. A review of chemical communication in freshwater fish. *J. Fish Biol.* 11:363-376.
- Stacey, N. et P.W. Sorensen. 1991. Function and evolution of fish hormonal pheromones, p. 109-135. *In* P.W. Hochachka et T.P. Mommsen (éds.) *The biochemistry and molecular biology of fishes*. Elsevier, Amsterdam, Oxford et New York.