

Etude de la fécondité du silure Africain *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840) en conditions d'élevage

Y.L. Alla^{1*}, M. Ouattara², M.C. Blé¹ & B.C. Atse¹

Keywords: *Heterobranchus bidorsalis*- Artificial reproduction- Fecundity- oocytes- Hatching- Larvae- Ivory Coast

Résumé

Au cours de la reproduction artificielle du silure Africain *Heterobranchus bidorsalis*, la fécondité des femelles, les caractéristiques des ovocytes et des larves à l'éclosion ont été évaluées. La moyenne de la fécondité absolue est de 140.440 ± 82.168 ovocytes alors que celle de la fécondité relative est de $47,30 \pm 17,94$ ovocytes par g de poids corporel. Le traitement hormonal des femelles a entraîné une augmentation du poids des ovocytes et de leur diamètre moyen. Il existe une corrélation significative ($r= 0,93$) entre les taux de fécondation et d'éclosion qui sont relativement faibles. La taille, le poids moyen des larves et leur diamètre moyen vitellin sont respectivement de $4,37 \pm 0,20$ mm; $1,42 \pm 0,13$ mg et $1,95 \pm 0,14$ mm.

Summary

Artificial Reproduction and Fecundity of the African Catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840)

Through the artificial reproduction of *Heterobranchus bidorsalis*, fecundity of females, characteristics of oocytes and larvae after hatching were determined. Mean absolute and relative fecundity were respectively $140,440 \pm 82,168$ oocytes and 47.30 ± 17.94 oocytes per g of body weight. Hormonal injection to females increased weight and diameter of oocytes. Fertilization and hatching rates were significantly correlated ($r= 0.93$) but were relatively weak. The mean value of larval length, weight and their yolk sac diameter were respectively 4.37 ± 0.20 mm; 1.42 ± 0.13 mg and 1.95 ± 0.14 mm.

Introduction

L'objectif principal de la reproduction demeure le transfert de l'information contenue dans le génome des parents à celui des générations futures (12). Chez le poisson en particulier, la reproduction a lieu pour la plupart dans le milieu externe où œufs et spermatozoïdes sont déversés. La maîtrise des stratégies de reproduction est une phase essentielle dans l'élevage du poisson. Cette pratique prend de plus en plus d'importance dans le monde entier pour plusieurs raisons. Il y a d'abord le déficit naturel en ressources halieutiques de certaines zones du globe; ensuite, l'épuisement des stocks naturels de poissons dans le monde face à l'armada d'engins de pêche aux extraordinaires capacités de prélèvement; enfin, la demande accrue et les prix élevés du poisson qui stimulent l'augmentation de l'effort de pêche. Face à ces périls, plusieurs gouvernements proposent des stratégies pour accroître et renforcer la contribution de la pisciculture dans l'approvisionnement en protéines halieutiques de leurs populations. Ainsi, en Côte d'Ivoire, les études menées au Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan ont permis de mettre au point une technique de reproduction artificielle de certaines espèces de poissons dont le Clariidae *Heterobranchus longifilis* réputé excellent

candidat pour l'aquaculture du fait de ses nombreuses caractéristiques biologiques et écologiques (7). Cette technique qui est à présent bien maîtrisée a conduit également à la maîtrise des différentes phases du cycle de production de cette espèce (6, 8, 14).

Depuis quelques années, dans le souci de diversifier la production aquacole des siluriformes, l'espèce allochtone *H. bidorsalis* a été introduite en Côte d'Ivoire du fait de sa proximité morphologique et éthologique avec *H. longifilis*. L'objectif visé dans ce travail est d'évaluer le succès reproducteur de *H. bidorsalis* à travers les potentialités reproductrices des femelles à des fins d'utilisation de l'espèce en Côte d'Ivoire.

Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan. Quarante poissons (30 femelles et 10 mâles) de 18 à 24 mois ont été utilisés. Après la pêche, ils ont été individuellement mesurés au mm près avec un ichtyomètre, puis pesés au g près avec une balance Sartorius. Après dissection, les gonades mâles ont été prélevées, nettoyées et pesées au mg près à l'aide d'une balance Mettler. Trente ovocytes ont été prélevés sur chaque femelle, pesés

^{1*}Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V 18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Correspondance: Tél : (225) 21 35 58 80; Fax: (225) 21 35 11 55;

Cel.: (225) 07 88 75 84; E-mail: laurentalla@yahoo.fr

²Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique à l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Reçu le 23.01.09 et accepté pour publication le 22.01.10.

(avec une balance de précision au mg près) et mesurés individuellement à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un micromètre. Le diamètre moyen ovocytaire a été déterminé en mm (valeur lue x Objectif/Grossissement). Les femelles retenues sont celles dont le diamètre ovocytaire est supérieur ou égal à 1,5 mm (6, 7). Après l'induction hormonale (injection unique de HCG à 1,5 UI/g de poids corporel) des femelles et la collecte des ovocytes par massage abdominal, 30 ovocytes ont été encore prélevés pour la détermination des fécondités absolue (Poids total des ovocytes collectés/Poids moyen d'un ovocyte) et relative (Fécondité absolue/Poids total de l'individu en g). Pour établir les relations longueur-fécondité et poids-fécondité sous forme régression linéaire, les données arithmétiques ont été transformées en logarithme base 10. Le temps qui sépare l'injection d'hormone et la collecte des ovocytes (temps de latence) est fonction de la température (Tableau 1) (6, 14). L'insémination et la fécondation artificielle se font par mélange des ovocytes et du sperme puis activation des spermatozoïdes avec de

l'eau. L'incubation consiste à étaler les œufs fécondés sur des tamis disposés dans des bacs contenant de l'eau. Peu avant l'éclosion, 500 œufs ont été prélevés puis observés au microscope photonique après éclaircissement dans du liquide de stockard (11). Ce liquide détruit la membrane des ovocytes non fécondés et permet de les distinguer de ceux qui ont été fécondés. On détermine les taux de fécondation (Nombre d'œufs fécondés x 100/Nombre d'œufs prélevés) et d'éclosion (Nombre de larves x 100/Nombre total d'œufs incubés) de chaque femelle, les proportions de larves normales et déformées par observation directe et comptage sur une table lumineuse.

Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour comparer les ovocytes avant et après traitement hormonal des femelles. Des analyses de corrélation ont été réalisées entre les variables des femelles, des ovocytes et des larves. Des coefficients de variation ont été déterminés pour tester l'homogénéité des ovocytes et des larves à l'éclosion. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA 7.1.

Tableau 1

Variations du temps de latence en fonction de la température de l'eau dans les bacs, après induction hormonale de la maturation ovocytaire et de l'ovulation chez *Heterobranchus longifilis* (6, 14).

Variation de la température (°C) après l'injection hormonale	Température moyenne (°C)	Temps de latence (Heures)
23 - 25	24	19,5
24 - 26	25	18
25 - 28	26	16,5
27 - 29	27	15
28 - 30	28	13,5
29 - 31	30	11
30 - 32	31	10

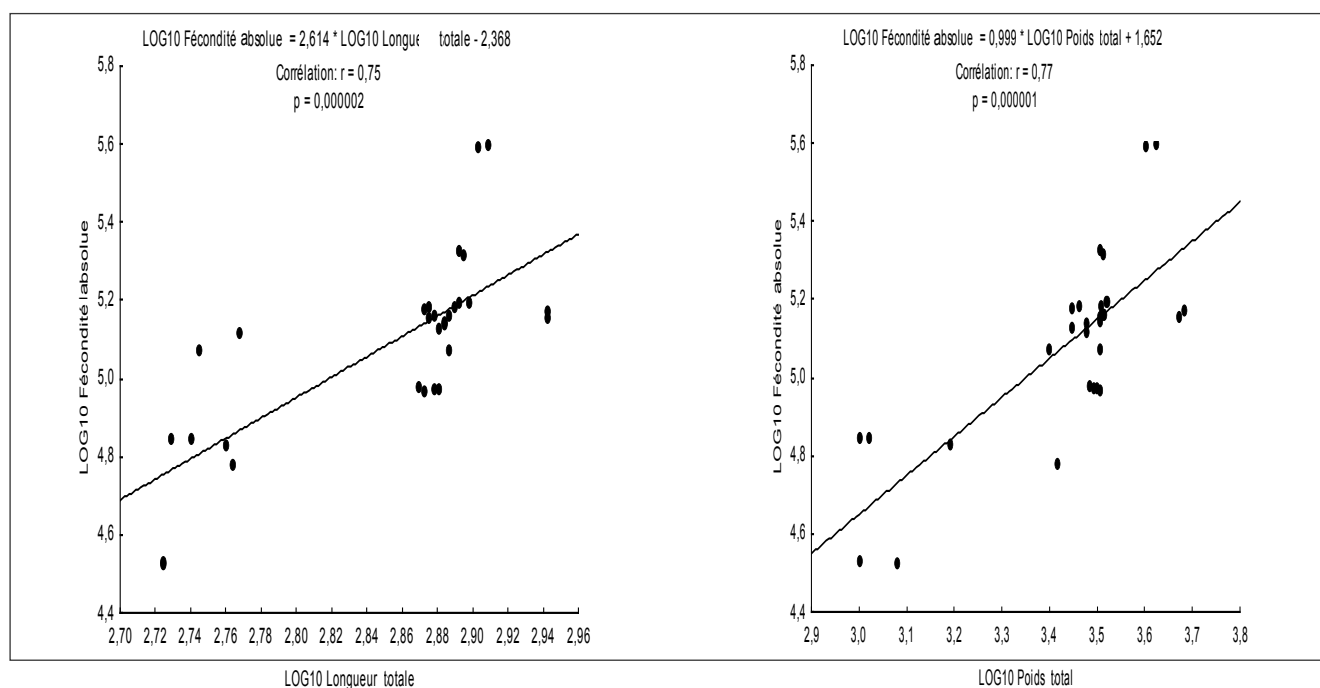


Figure 1: Relation logarithmique entre la fécondité absolue et la longueur totale (a) et entre ce même paramètre et le poids total (b) des femelles chez *Heterobranchus bidorsalis*.

Résultats

Fécondité absolue et fécondité relative

La fécondité absolue varie de 33.987 à 400.562 ovocytes avec une valeur moyenne de 140.440 ± 82.168 ovocytes pour une longueur totale moyenne de $178 \pm 105,26$ mm et un poids moyen de $2.933,33 \pm 960,41$ g. La fécondité relative est comprise entre 28,18 et 98,05 ovocytes par g de poids corporel, la moyenne étant de $47,3 \pm 17,9$ ovocytes/g. La longueur, le poids total et la fécondité (absolue et relative) de chaque femelle sont consignées dans le tableau 2.

Les relations entre ces différents paramètres pris deux à deux, montrent une corrélation significative positive entre la longueur totale et la fécondité absolue d'une part ($r= 0,75$; $p= 0,000002$) (Figure 1a) et d'autre part entre ce même paramètre et le poids total ($r= 0,77$; $p= 0,000001$) (Figure 1b).

Caractéristiques des ovocytes

Les valeurs relatives au poids et au diamètre moyen des ovocytes avant et après le traitement hormonal

Tableau 2
Longueur totale, poids, fécondité absolue et fécondité relative des femelles de *Heterobranchus bidorsalis*

Paramètre	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum	Nombre
Longueur totale (mm)	718	105,26	875	530	
Poids total (g)	2 933,33	960,41	4 800	1 000	30
Fécondité absolue (ovo.)	140 440	82 182	400 562	28 987	
Fécondité relative (ovo./g)	48	18	96	28	

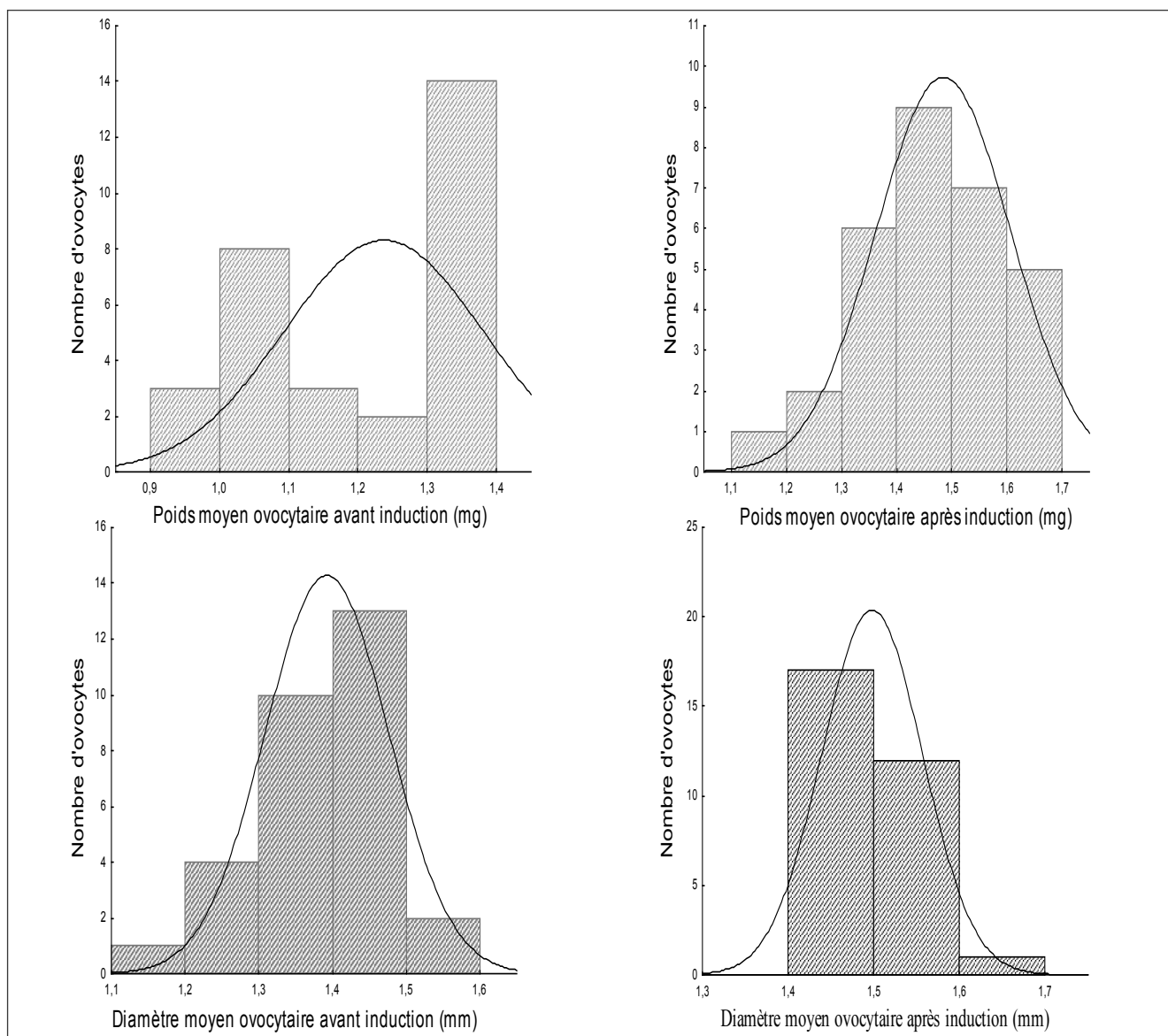


Figure 2: Diagramme de fréquence du poids (a et b) et du diamètre (c et d) des ovocytes avant (a et c) et après (b et d) traitement hormonal des femelles de *Heterobranchus bidorsalis*.

des femelles sont consignées dans le tableau 2. Avant l'induction de la maturation ovocytaire, le poids moyen des ovocytes est compris entre $1,00 \pm 0,20$ et $1,40 \pm 0,16$ mg avec une moyenne de $1,24 \pm 0,14$ mg. Le diamètre ovocytaire, varie de $1,20 \pm 0,08$ à $1,54 \pm 0,15$ mm; la moyenne étant de $1,39 \pm 0,08$ mm. Après le traitement hormonal (HCG à 1,5 UI/g de poids corporel) des femelles, ces valeurs se situent entre $1,20 \pm 0,19$ et $1,64 \pm 0,19$ mg; $1,41 \pm 0,13$ et $1,68 \pm 0,14$ mm respectivement pour le poids des ovocytes et pour leur diamètre. Les valeurs moyennes de ces deux paramètres sont respectivement de $1,48 \pm 0,13$ mg et de $1,50 \pm 0,07$ mm. Il apparaît une différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs moyennes du poids et du diamètre ovocytaires avant et après l'induction hormonale des femelles. Ces moyennes sont en effet plus élevées après l'injection. Avant l'induction hormonale, la distribution des fréquences du poids moyen des ovocytes oscille entre 0,9 et 1,4 mg avec le plus grand nombre compris entre 1,3 et 1,4 mg. Après l'opération, le poids moyen de tous les ovocytes varie de 1,1 à 1,7 mg (Figures 2a et b). La majorité des ovocytes présente un poids moyen se situant entre 1,4 et 1,5 mg. Le diamètre moyen ovocytaire (Figures 2c et d) mesure entre 1,1 et 1,6 mm et entre 1,4 et 1,7 mm respectivement avant et après l'induction. Dans les deux cas, le plus grand nombre d'ovocytes présente un diamètre compris entre 1,4 et 1,5 mm. Les coefficients de variation des deux paramètres sont compris entre 2 et 30%. Après la fécondation artificielle, les premières éclosions ont été observées 21 à 22 heures à 26 °C. Le taux de fécondation est compris entre 20 et 97% et la moyenne est de $51 \pm 27,40\%$; le taux d'éclosion se situe entre 2,47 et 69,06% avec une moyenne de $35,45 \pm 18,74\%$. Il existe une corrélation positive significative entre les deux paramètres ($r = 0,93$; $p < 0,05$).

Caractéristiques des larves à l'éclosion

Le poids et la longueur totale des larves à l'éclosion sont respectivement compris entre 1,13 et 1,69 mg et entre 3,80 et 4,88 mm. Les moyennes de ces deux paramètres dans le même ordre sont de $1,42 \pm 0,13$ mg et $4,37 \pm 0,20$ mm. Le diamètre de la vésicule

vitelline des larves varie de 1,64 à 2,19 mm avec une moyenne de $1,95 \pm 0,14$ mm. Le taux moyen de larves normales est de $68,84 \pm 25,46\%$, larves déformées représentant $31,16 \pm 16,92\%$ de l'effectif. Les coefficients de variation du poids et de la longueur totale des larves sont compris entre 4,58 et 9,15 %.

Paramètres physico-chimiques de l'eau

Les valeurs moyennes de la température, de l'oxygène dissous et du pH de l'eau dans les bacs de conditionnement des géniteurs et d'incubation des œufs sont respectivement de $27,2 \pm 0,4$ °C, de 5,8 mg/l et de 7,2.

Discussion

Les résultats obtenus relatifs à la taille, au poids et à la fécondité des femelles de *Heterobranchus bidorsalis* montrent que ces paramètres varient largement d'une femelle à l'autre tout au long de l'année. Une des explications viendrait de la différence de taille et de poids des femelles et donc probablement de leurs différences d'âges (18 à 24 mois). En effet, plus la taille et le poids et donc probablement l'âge des spécimens augmentent, plus ces paramètres augmentent.

Par ailleurs, la valeur de la fécondité relative obtenue (28,2 à 98,1 ovocytes/g) est supérieure à celle observée en milieu naturel par Fagbenro *et al.* (2) chez la même espèce dans la rivière Ogbese au Nigeria. Elle est également plus élevée que celle de l'espèce proche *H. longifilis* dans les mêmes conditions d'élevage, soit 28 et 68 ovocytes/g selon les résultats de Legendre (8). Pour Huisman et Richter (3), une fécondité élevée constitue une qualité essentielle pour une espèce donnée puisqu'elle permet d'assurer un approvisionnement régulier en alevins en élevage. De même, la corrélation significative entre la fécondité absolue et la longueur totale d'une part, et entre ce même paramètre et le poids total des femelles d'autre part sont des indications sérieuses dans le choix des géniteurs. Elles montrent en effet que la quantité d'ovocytes collectés par massage abdominal est proportionnelle à la taille et au poids des femelles dont l'âge varie de 18 à 24 mois.

Sous l'effet de l'hormone (HCG) le poids et le

Tableau 3
Caractéristiques des ovocytes et des larves à l'éclosion chez *Heterobranchus bidorsalis*

Paramètres	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Poids moyen des ovocytes avant induction (mg)	1,24	0,14	1,40	1,00
Poids moyen des ovocytes après induction (mg)	1,48	0,12	1,64	1,20
Diamètre moyen ovocytaire avant induction (mm)	1,39	0,13	1,54	1,20
Diamètre moyen ovocytaire après induction (mm)	1,50	0,07	1,68	1,41
Taux de fécondation	51,00	27,40	97,00	20,00
Taux d'éclosion	35,45	18,00	69,06	2,47
Longueur totale moyenne des larves (mm)	4,37	0,20	4,88	3,80
Poids moyen des larves (mg)	1,42	0,13	1,71	1,13
Diamètre moyen de la vésicule vitelline (mm)	1,95	0,14	2,19	1,64
Taux de larves normales	68,84	25,46	96,58	40,67
Taux de larves déformées	31,16	16,92	40,28	20,88

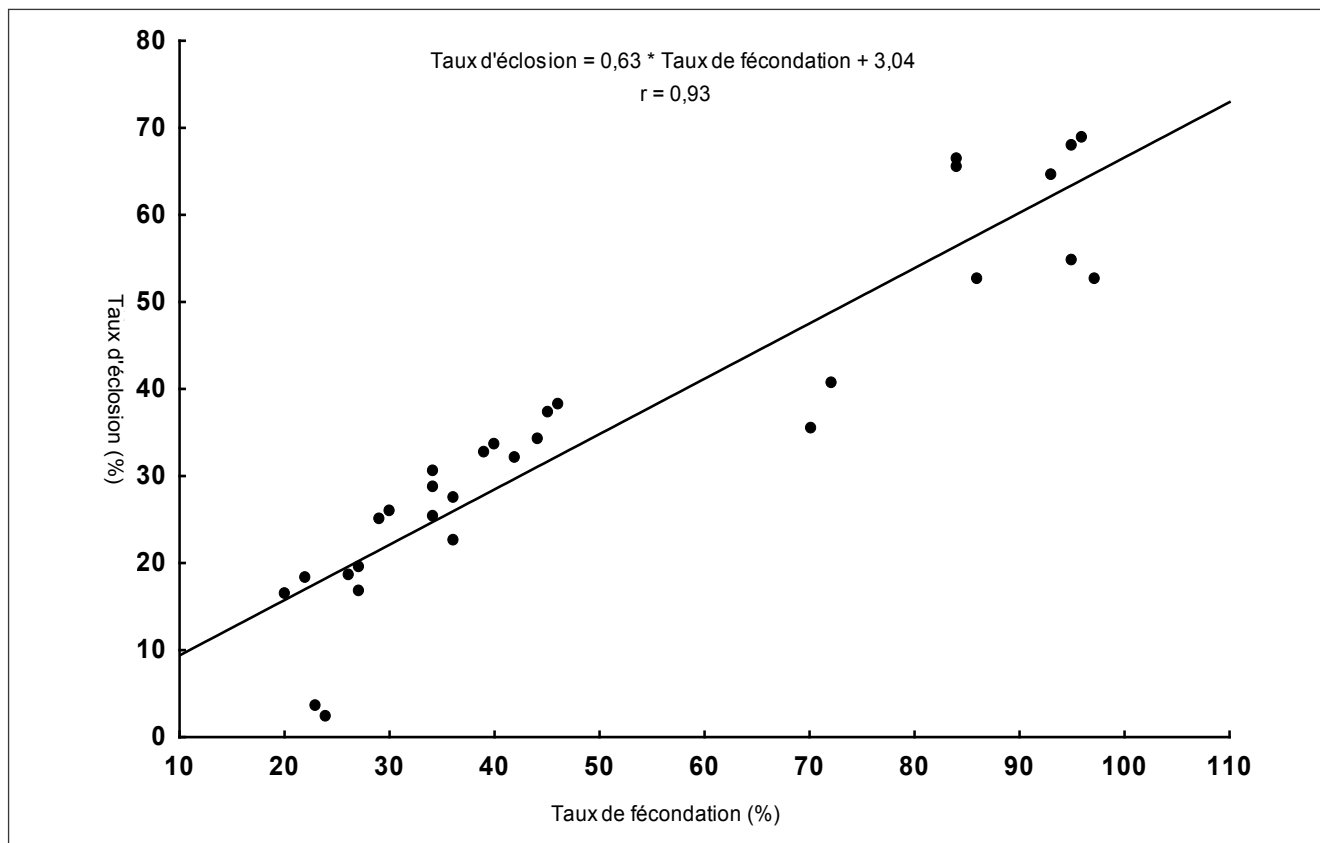


Figure 3: Relation entre les taux de fécondation et d'éclosion des ovocytes chez *Heterobranchus bidorsalis*.

diamètre moyens des ovocytes augmentent, passant respectivement de $1,24 \pm 0,08$ à $1,48 \pm 0,13$ mg et de $1,39 \pm 0,08$ à $1,50 \pm 0,07$ mm. Legendre *et al.* (10) ayant obtenu des résultats similaires, en ont déduit le caractère asynchrone de la croissance ovocytaire. Selon Jalabert (4), en absence de stimuli exogènes naturels en condition d'élevage, la décharge d'hormone gonadotrope (GtH) à l'origine des processus conduisant à la maturation des ovocytes puis à l'ovulation, ne se produit pas. Le traitement hormonal a donc pour but de stimuler ou de provoquer artificiellement cette décharge endogène. Cette maturation finale se traduit par une augmentation du volume et de la taille des ovocytes suite à leur hydratation et à une accumulation du vitellus (1, 5, 9).

Les différentes valeurs du coefficient de variation du poids et du diamètre moyens ovocytaires indiquent que les ovocytes sont plus homogènes après traitement hormonal au niveau de chaque femelle. En effet, la plupart des ovocytes sont répartis sur deux ou trois classes de taille avant induction à une seule classe après le traitement hormonal. Ainsi, les ovocytes, naturellement peu homogènes, peuvent devenir relativement homogènes après le traitement hormonal. Sur le plan pratique de la modalité de la reproduction, on passerait d'une ponte fractionnée à une ponte unique par massage abdominale en conditions d'élevage.

Chez *H. bidorsalis*, les premières éclosions interviennent 21 à 22 heures à 27-29 °C après fécondation et incubation des œufs. Chez *H. longifilis*, espèce morphologiquement proche, l'éclosion a lieu plus tard soit environ 24 heures après l'incubation à la même

température (6, 7, 13, 14). Les taux de fécondation et d'éclosion dépendent de plusieurs facteurs et ne peuvent donc pas être considérés comme des qualités spécifiques des femelles de *H. bidorsalis*. En effet, la fécondation et l'éclosion sont fonction de la qualité des ovocytes et des spermatozoïdes. Elles dépendent également des conditions d'expérimentation (respect du temps de latence entre l'induction des femelles et la collecte des œufs, paramètres physico-chimiques du milieu d'incubation). Par ailleurs, on note que le taux de fécondation est toujours supérieur au taux d'éclosion parce que tous les œufs fécondés n'éclosent pas. Dans les conditions idéales, plus il y a des œufs fécondés, plus le taux d'éclosion est élevé d'où l'existence d'une corrélation significative positive ($r = 0,93$) entre ces deux fonctions biologiques.

La proportion de larves normales obtenues après éclosion est supérieure à celle des larves déformées. Ces valeurs sont toutefois inférieures à celles enregistrées par Otémé (13) dans des conditions similaires, chez *H. longifilis*. L'auteur indique que chez cette espèce, les proportions de larves normales sont élevées en toute saison et sont supérieures à 70%.

Le poids, la longueur totale et le diamètre de la vésicule vitelline des larves à l'éclosion varient faiblement d'un individu à l'autre. En effet, les valeurs du coefficient de variation de ces paramètres montrent que ceux-ci sont homogènes. En comparant le poids et le diamètre des ovocytes à ceux des larves à l'éclosion, on remarque que le poids moyen des larves ($1,42 \pm 0,13$) est inférieur à celui des ovocytes ($1,48 \pm 0,13$) alors que le diamètre

moyen de la vésicule vitelline des larves ($1,95 \pm 0,14$) est supérieur à celui des ovocytes ($1,50 \pm 0,07$). Ces résultats pourraient s'expliquer par la perte du chorion de l'œuf au cours de l'éclosion, par l'étirement de la vésicule vitelline suite à la formation des différents organes des larves et par l'utilisation des réserves pour le métabolisme.

Conclusion

La reproduction artificielle de *Heterobranchus bidorsalis* a révélé que les valeurs moyennes de la fécondité

absolue et relative sont respectivement de 140.440 ± 82.168 ovocytes et $47,3 \pm 17,9$ ovocytes par g de poids corporel. La fécondité absolue est proportionnelle à la taille et à la masse des femelles. Le traitement hormonal des femelles entraîne une augmentation du poids et de la taille des ovocytes en les rendant plus homogènes. Les premières éclosions ont eu lieu environ 21 à 22 heures à 27 °C après la fécondation. Les taux d'éclosion, de fécondation et de larves normales sont relativement faibles. Les dimensions des larves sont variables d'un individu à l'autre.

Références bibliographiques

1. Adebayo O.T. & Fagbenro O.A., 2004, Induced ovulation and spawning of pond raised African giant catfish, *Heterobranchus bidorsalis* by exogenous hormones. *Aquaculture*, **242**, 1-4, 229-236.
2. Fagbenro O.A., Olaniran T.S. & Esan A.O., 1991, Some aspects of the biology of the catfish *Heterobranchus bidorsalis* Geoffroy Saint-Hilaire, 1809 (Clariidae) in river Ogbese, Nigeria. *J. Afr. Zool.* **105**, 363-372.
3. Huisman H.B.N. & Richter C.J., 1987, Reproduction, growth, health control and aquacultural potential of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*, **74**:287-291.
4. Jalabert B., 1976, *In vitro* oocyte maturation and ovulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), northern pike (*Esox lucius*) and goldfish (*Carassius auratus*). *J. fish. Res. Board Can.* **33**, 974-988.
5. Lahnsteiner F., Urbanyi B., Horvath A. & Weismann T., 2001, Bio-markers for egg quality determination in cyprinid fish. *Aquaculture*, **195**, 331-352.
6. Legendre M., 1986, Seasonal changes in sexual maturity and fecundity and HCG-induced breeding of catfish *Heterobranchus longifilis* (Clariidae), reared in Ebrie lagoon (Côte d'Ivoire). *Aquaculture*, **55**, 201-213.
7. Legendre M., 1991, Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II. 83 p.
8. Legendre M., 1992, Bilan des premiers essais d'élevage d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae) en milieu lagunaire (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). In: Recherches sur les systèmes piscicoles en Afrique. G. M. Bernacsek, H. Powles (Eds.). IDRC-MR308 e, f, Canada, Ottawa, 211-232.
9. Legendre M. & Otémé Z.J., 1995, Effect of varying latency period on the quantity and the quality of ova after HCG-induced ovulation in the African catfish, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). *Aquat. Living Resour.* **8**, 4, 309-319.
10. Legendre M., Teugels G.G., Cauty C. & Jalabert B., 1992, A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *Journal of Fish Biology*, **40**, 59-79.
11. Maise G., Pinson A. & Loir M., 1988, Caractérisation de l'aptitude à la congélation du sperme de la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) par des critères physico-chimiques. *Aquat. Living Resour.* **1**, 45-51.
12. Omany F.D., 1964, Les complexités de la reproduction. In: Les poissons. Collection Life, 192 p.
13. Otémé Z.J., 2001, Contribution à l'étude de la biologie et la physiologie de la reproduction du silure *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840): Gamétogenèse naturelle et induite. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Université de Cocody (Abidjan-Côte d'Ivoire), 149 p.
14. Slembrouck J. & Legendre M., 1988, Aspects techniques de la reproduction contrôlée de *Heterobranchus longifilis*. *Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 19 p.

Y.L. Alla, Ivoirien, Docteur 3^{ème} Cycle en Hydrobiologie, Attaché de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V, 18 Abidjan, Côte d'Ivoire.
Correspondance: Tel: (225) 21 35 58 80; Fax: (225) 21 35 11 55; Cel.: (225) 07 88 75 84; E-mail: laurentalla@yahoo.fr

M. Ouattara, Ivoirien, Docteur d'Université en Sciences et Gestion de l'Environnement, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur au Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique à l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire. E-mail: ouattara_bognan@yahoo.fr

C.M. Blé, Ivoirien, Docteur 3^{ème} Cycle en Hydrobiologie, Chargé de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire. E-mail: blecel@hotmail.com

B.C. Atse, Ivoirien, PhD. en Océanographie, Maître de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V, 18 Abidjan, Côte d'Ivoire. E-mail: atse_boua_celestin@hotmail.com