



**EFFETS DE L'INSECTICIDE COTON PYRO FTE 472 EC À BASE
DU CHLORPYRIPHOS-ETHYL (400 g/l) ET DU CYPERMETHRINE
(72 g/l) SUR LA CROISSANCE ET L'UTILISATION
ALIMENTAIRE CHEZ *CLARIAS GARIEPINUS***

**AGBOHESSI Prudencio (*), ELEGBE Hugues, TEKOU Alphonsine,
YACOUTO Edith, DEGILA Bodelaire, IMOROU TOKO Ibrahim**

*Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique
(LaRAEAQ), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou (Bénin)*

() Auteur correspondant : agbohessip@yahoo.fr*

RESUME

*Cette étude vise à déterminer en milieu contrôlé, l'impact de l'exposition aux concentrations sub-létales de l'insecticide coton Pyro FTE 472 EC (Chlorpyrifos-éthyl 400g, Cyperméthrine 72g) sur la croissance et l'utilisation alimentaire chez *Clarias gariepinus*. Ainsi, des juvéniles de *C. gariepinus* ($2,5 \pm 0,1g$) ont été exposés à des concentrations de 0 ; 0,00012 et 0,0012 $\mu l/l$ de Pyro pendant 28 jours. La biomasse a été recalculée tous les 7 jours et des données ont été collectées pour calculer le Taux de survie, le Gain de poids, le Taux de croissance journalier, le Taux de croissance spécifique, l'Indice de consommation et le Coefficient d'efficacité protéique. Les résultats ont révélé comme réactions comportementales des individus exposés : la fuite, des mouvements operculaires intenses, des activités de profondeur et l'hyperactivité. Les taux de survie ont été statistiquement semblables sur toute la durée du test quel que soit le traitement ($p > 0,05$). La croissance des individus exposés a été globalement plus faible que celle des individus témoins et ceci est beaucoup plus remarquable dans les deux dernières semaines du test. Cela est probablement dû, pour une large part, au stress chimique induit par le toxique qui a influé le comportement alimentaire, le métabolisme énergétique et l'efficacité de conversion alimentaire chez cette espèce. Cependant la durée du test est relativement courte et les doses testées faibles pour révéler la croissance compensatoire dont l'ébauche est visible à la fin du test.*

Mots clés : *Pyro FTE 472 EC, exposition, *Clarias gariepinus*, croissance, utilisation alimentaire.*



ABSTRACT

EFFECTS OF COTTON INSECTICIDE PYRO FTE 472 CE BASED ON CHLORPYRIPHOS-ETHYL (400 g/l) AND CYPERMETHRINE (72 g/l) ON GROWTH AND FEED UTILIZATION IN CLARIAS GARIEPINUS

This study aims to determine, in a controlled environment, the impact of exposure to sub-lethal concentrations of the cotton insecticide Pyro FTE 472 EC (Chlorpyriphos-ethyl 400g, Cypermethrin 72g) on growth and feed utilization in Clarias gariepinus. Thus, juveniles of C. gariepinus (2.5 ± 0.1g) were exposed to concentrations of 0 ; 0.00012 and 0.0012 µl/l of Pyro for 28 days. Fish biomass was assessed weekly and data was collected to calculate Survival Rate, Weight Gain, Daily Growth Rate, Specific Growth Rate, Consumption Index and Protein efficiency ratio. The results showed as behavioral responses of exposed fish, the leak, opercular intense movements, depth activities and hyperactivity. The survival rates were statistically similar throughout the duration of the test regardless of the treatment ($p > 0.05$). The growth of the exposed fish was overall lower than that of the control fish and this is much more remarkable in the last two weeks of the test. This is probably due, in large part, to the chemical stress induced by the toxicant that influenced feeding behavior, energy metabolism and feed conversion efficiency in this species. However, the test period is relatively short and the concentrations tested low to reveal compensatory growth whose beginning is visible at the end of the test.

Keywords : *Pyro FTE 472 EC, exposition, Clarias gariepinus, growth, feed utilization.*

INTRODUCTION

Au Bénin, les différents secteurs économiques ont une contribution variable à l'économie nationale : le secteur primaire (30,1%), le secteur secondaire (17,3%) et le secteur des services (52,6%) (INSAE-BENIN, 2020). Dans le secteur primaire, le coton constitue le principal produit d'exportation depuis plusieurs années, suivi de la noix de cajou. Cette production a connu un bond spectaculaire depuis 2016 en hissant le pays au rang de premier producteur africain depuis la campagne 2018- 2019 (UMOA, 2020). Au cours de la campagne cotonnière 2020-2021, le Bénin a encore réalisé un



record de 728 000 tonnes de production cotonnière. Le rôle de la filière cotonnière dans l'économie béninoise est tel qu'elle draine le secteur primaire à environ 20% du PIB (Produit Intérieur Brut), malgré les difficultés du secteur (INSAE-BENIN, 2020). Le sous-secteur coton n'emploie que 5,4% de l'ensemble des emplois du secteur primaire qui représente 36,4% de l'emploi des trois secteurs (UMOJA, 2020). L'essentiel de la production cotonnière au Bénin se fait au Nord du pays notamment dans les communes de Kérou, Sinendé, Kalalé puis Banikoara (INSAE-BENIN, 2020). A l'étape actuelle des pratiques, le coton produit au Bénin est majoritairement de type conventionnel avec utilisation d'herbicides et des combinaisons d'insecticides de familles diverses en plusieurs fenêtres pour lutter contre les ravageurs et augmenter la production et la productivité des plantes (AGBOHESSI et *al.*, 2012). Au nombre des combinaisons d'insecticides utilisées dans le plus grand bassin cotonnier du pays qui est celui du Nord, il y a le Pyro FTE 472 EC. C'est un binaire acaricide constitué du Chlorpyrifos-éthyl (400 g/l) et du Cyperméthrine (72 g/l). Il est utilisé en 3^{ème} fenêtre à partir du 77^{ème} jour après levé de la jeune plantule du cotonnier pour lutter contre l'apparition de la 2^{ème} génération de la chenille *Helicoverpa amigera*, le plus redoutable ennemi du cotonnier.

Le Chlorpyrifos-éthyl ou Chlorpyrifos ($C_9H_{11}C_13NO_3PS$) est un insecticide organophosphoré à large spectre. Il est modérément soluble dans l'eau, soit à raison de 2 mg/l à 25 °C (KIDDS et JAMES, 1991 ; AMARA, 2012). JARVINEN ET TANNEY (1982) ont signalé une demi-vie au laboratoire de 41 jours pour le Chlorpyrifos en solution dans l'eau (1-2 mg/l). Le Chlorpyrifos se volatilise à partir du sol humide et de la surface de l'eau, selon sa constante de la loi d'Henry qui est égale à $2,9 \times 10^{-4}$ kPa mg x m³ x mol, (RICE ET CHERNYAK, 1995). Le coefficient de partage octanol-eau (log Kow = 3,31 à 5,27) du Chlorpyrifos indique une affinité pour les lipides et une possibilité de bioaccumulation chez les organismes aquatiques. DOUNY et *al.*, (2021) ont d'ailleurs rapporté chez *Oreochromis niloticus* des teneurs en Chlorpyrifos de 1,9 à 3,3 µg/kg à Batran et chez *Clarias gariepinus* des teneurs de 2,5 à 4,5 µg/kg à Gambané dans le bassin cotonnier du Nord Bénin. ADEWUMI et *al.*, (2018) ont indiqué que de faibles concentrations de Chlorpyrifos induisent le stress et altèrent les paramètres hématologiques chez *C. gariepinus*. ISHAN et *al.*, (2019) ont montré chez *O. niloticus* que des doses de 5,4 et 10,8 mg/l de Chlorpyrifos inhibe la croissance.



Le Cyperméthrine ($C_{22}H_{19}C_{12}NO_3$) est de la famille des pyréthriinoïdes. A pH = 7, sa solubilité dans l'eau est de 0,2 mg/l. Il est également soluble dans certains solvants organiques dont l'éthanol (44 g/l), l'acétone (100 - 120 g/l), le Dichloroéthane (>600 g/l). Il a une demi-vie dans l'eau qui est de 136 jours. Il a une volatilité faible et n'est pas persistant dans l'eau. Sa pression de vapeur à pH = 7 est $5,6.10^{-9}$ Pa à 20°C et son coefficient de partage octanol / eau Kow = 5,5 (INERIS, 2016). Le Cyperméthrine est toxique pour les animaux aquatiques (RECA-NIGER, 2013). Des études ont rapporté que les pyréthriinoïdes ont des effets nocifs sur la croissance et la reproduction des poissons (RASMUSSEN et *al.*, 2013). Au Nord du Bénin le Pyro étant recommandé en plusieurs fenêtres dans l'itinéraire technique du cotonnier, son utilisation comme c'est le cas de beaucoup d'autres insecticides, coïncide avec la montée des eaux, période de reproduction des poissons en milieu naturel. Puisque l'effet individuel des matières actives est différent de celui lorsqu'on les mélange, nous nous sommes proposés d'étudier l'effet de ce binaire sur la croissance et l'utilisation alimentaire chez *C. gariepinus*. Il s'agit de déterminer l'évolution des paramètres de croissance et d'utilisation alimentaire chez des juvéniles de *C. gariepinus* élevés dans des milieux contaminés en Pyro FTE 472 EC.

1 -MATERIEL ET METHODES

1.1- Dispositif expérimental

Le test a été réalisé dans les locaux du Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAQ) de l'Université de Parakou au Bénin. Le dispositif expérimental utilisé est constitué de 9 aquariums en verre chacun de 30 l de contenance disposé sur un support métallique.

1.2- Matériel chimique et traitements appliqués

Le produit insecticide utilisé pour le test est le Pyro FTE 472 EC (Chlorpyriphos-éthyl 400g/l, Cyperméthrine 72g/l) utilisé par les Cotonculteurs dans le bassin cotonnier béninois. Ce produit a été acquis auprès des groupements des cotonculteurs dans la Commune de Banikoara (Bénin). Le Pyro est un liquide visqueux incolore. L'eau qui a été utilisée pour la fabrication des solutions d'essai durant tout le test est l'eau de



robinet destinée à la consommation fournie par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB). Cette eau caractérisée par une teneur en Nitrate de $11, 43 \pm 0,08$ mg/l et en Nitrite de $0,02 \pm 0,01$ mg/l, a d'abord été déchlorée avant utilisation. Le pesticide comme cela se fait en milieu paysan, a été mélangé à l'eau sans aucun solvant. Les solutions d'essai ont été préparées et utilisées immédiatement pour le test. L'exposition s'est réalisée en triplicat et en système semi-statique avec renouvellement à 50 % des solutions d'essai toutes les 48H selon les lignes directrices 203 et 210 de l'OCDE avec quelques modifications. La $CL-50_{-96H-Pyro} = 0,012$ µl/l pour les juvéniles de *C. gariepinus* (Données non encore publiées). La $CL-50_{-96H}$, c'est la concentration du polluant qui tue 50 % de la population exposée. Les concentrations testées dans la présente étude sont les concentrations sub-létales nominales fixées à partir de cette $CL-50_{-96H}$ déjà obtenue (0 ; 1/100 et 1/10 $CL-50_{-96H}$). Ces concentrations sont T0 = 0 (traitement témoin constitué d'eau de dilution simple sans aucun pesticide), T1 = 1/100 $CL-50 = 0,00012$ µl/l et T2 = 1/10 $CL-50 = 0,0012$ µl/l. Les différentes solutions d'essai sont obtenues à partir de la dilution successive d'une solution- mère de concentration 0,3 µl/l fabriquée en mélangeant 3 µl de Pyro dans 10 l d'eau.

1.3- Matériel biologique

Un lot de 170 alevins de *C. gariepinus* a été acheté dans une structure piscicole de la ville de Parakou (Bénin) pour le test. Les alevins ont été acclimatés dans des aquariums en verre pendant 12 jours conformément à la ligne directrice 234 de l'OCDE. Ils ont été nourris ad libitum avec l'aliment Gouessant (46% de protéines) sous forme de granulés extrudés jusqu'à 24H avant le début du test. Au terme de l'acclimatation, ce lot a été accepté pour le test parce que la mortalité cumulée était inférieure à 5% conformément à la ligne directrice 203 de l'OCDE.

1.4- Suivi et entretien

90 alevins de *C. gariepinus* calibrés de manière à avoir un même poids individuel initial ($2,5 \pm 0,1$ g), ont été sélectionnés du lot acclimaté et répartis dans les 9 aquariums en verre contenant chacun 25 l de solution d'essai (T0, T1 et T2 chacun en triplicat), à une densité de 10 alevins par aquarium. Le test a duré 28 jours avec des pêches de contrôle toutes les



semaines à J7, J14, J21 et J28. L'expérience s'est déroulée en conditions semi-statiques avec renouvellement à 50% des solutions d'essai toutes les 48H. Au cours du test, la photopériode a été maintenue à LD 12 : 12. Dans chaque aquarium, la température ($26,6 \pm 0,4$ °C), le pH ($6,8 \pm 0,2$) et la concentration en oxygène dissous ($6,3 \pm 0,7$ mg/l) ont été mesurés tous les matins et soirs. Les poissons ont été nourris à satiété apparente 5 fois par jour (7H, 10H, 13H, 16H, 19H) jusqu'à la fin du test avec l'aliment commercial Gouessant (46% de protéines) à une ration de 5% de leur biomasse. A chaque pêche de contrôle les biomasses par aquarium ont été reprises et les rations recalculées. Après le nourrissage de 19H, le reste de l'aliment est pesé. Les aliments non consommés ont été retirés des aquariums lors des renouvellements des solutions d'essai. Les alevins morts ont également été sortis des aquariums, pesés et conservés à -20°C.

1.5- Paramètres calculés

A l'issu de ce test, plusieurs paramètres ont été calculés afin d'évaluer la croissance des poissons et de caractériser l'efficacité d'utilisation de l'aliment distribué en fonction du traitement.

1.5.1- Paramètres zootechniques

- Taux de survie (TS)

C'est la proportion de juvéniles de *C. gariepinus* vivants.

$$\text{TS (\%)} = 100 \times \text{Nf} / \text{Ni}$$

Ni : Nombre initial de juvéniles et Nf : Nombre final de juvéniles

- Poids moyen final (Pmf)

$$\text{Pmf (g)} = \text{Bf} / \text{Nf}$$

Bf: Biomasse finale de juvéniles; Nf: Nombre final de juvéniles

- Gain de poids moyen (GP)

Il permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant le test.

$$\text{GP (\%)} = 100 \times (\text{Pmf} - \text{Pmi}) / \text{Pmi}$$

Pmi : Poids moyen initial de juvéniles

- Taux de croissance journalier (TCJ)

Encore appelé Gain de Poids Quotidien (GPQ), il est utilisé pour évaluer la vitesse de croissance des poissons au cours du test par le gain de poids journalier

$$\text{TCJ} = \text{GP} / \Delta t$$



Δt : Durée du test

- **Taux de croissance spécifique (TCS)**

Encore SGR (Specific growth rate), il permet d'évaluer le poids gagné par le poisson chaque jour, en pourcentage de son poids vif.

$$\text{TCS (\%/j)} = 100 \times [\text{Ln (Pmf)} - \text{Ln (Pmi)}] / \Delta t.$$

1.5.2- Paramètres d'utilisation alimentaire

Il s'agit de :

- **Ingéré volontaire (IV)**

Il traduit la quantité relative d'aliments volontairement ingérée par unité de temps et par unité de biomasse.

$$\text{IV (\% / J)} = 100 \times \text{Qa} / [(\text{Bi} + \text{Bf}) / 2] / \Delta t$$

Qa : Quantité cumulée d'aliments distribués (g) ; Bi et Bf respectivement la biomasse initiale et biomasse finale des juvéniles;

- **Indice de consommation (IC)**

C'est un coefficient utilisé pour caractériser l'efficacité d'utilisation d'un aliment.

$$\text{IC} = \text{Qa} / (\text{Bf} - \text{Bi}) \text{ ou } \text{IC} = \text{Qa} / \text{GP}$$

- **Efficacité Alimentaire (EA)**

C'est la quantité d'aliment qui permet d'obtenir 1g de poids

$$\text{EA} = \text{Qa} / \text{GP} \text{ ou } \text{EA} = \text{GP} / \text{Qa}$$

- **Protéines Ingérées (PI)**

$$\text{PI (g)} = \text{Poids total d'aliment distribué} \times \text{Taux de protéine de l'aliment}$$

- **Coefficient d'Efficacité Protéique (CEP)**

Il indique le gain de poids par unité de protéines consommées, ce qui donne une mesure qui détermine si la source protéique de l'aliment répond correctement aux exigences de l'espèce.

$$\text{CEP} = (\text{Pmf} - \text{Pmi}) / \text{PI}$$

1.6- Analyses statistiques des données



L'unité expérimentale est l'aquarium. Les résultats sont exprimés sous la forme Moyenne \pm Ecartype de la moyenne. La comparaison des moyennes de chaque paramètre étudié (TS, Pmf, GP, TCJ, TCS, IV, IC, EA, PI, CEP) a été faite en utilisant l'analyse des variances à un critère de classification (Concentration du pesticide) et le test de Turkey a été utilisé pour la comparaison entre traitements. Le seuil de significativité a été fixé à 5 %. Toutes ces analyses ont été faites avec STATISTICA version 16.

2- RESULTATS

L'étude consiste à évaluer l'impact du Pyro FTE 472 EC sur la croissance et l'utilisation alimentaire chez le poisson-chat africain *Clarias gariepinus*.

2.1- Réponses comportementales des juvéniles de *Clarias gariepinus*

Les réactions comportementales observées face aux concentrations sub-létales de Pyro sont l'hyperactivité, les activités accrues au fond de l'aquarium, l'accélération des mouvements operculaires et la tendance du poisson à fuir de l'aquarium (tableau 1). Ces différentes réactions ont été souvent notées juste après le renouvellement des solutions d'essai et beaucoup plus pendant les deux premières semaines d'exposition. Ces comportements inhabituels ont été plus intenses avec l'augmentation de l'insecticide dans le milieu. Les activités de surface observées chez les témoins n'ont pas été notées chez les individus exposés.

2.2- Effet de l'insecticide Pyro sur la croissance de *Clarias gariepinus*

2.2.1- Taux de survie des juvéniles de *Clarias gariepinus*

La figure 1 renseigne sur les mortalités au cours du test. De l'analyse de cette figure, il apparaît que les Taux de survie des poissons sont statistiquement identiques pour tous les traitements quelle que soit la période ($p > 0,05$). Signalons les quelques mortalités obtenues dans le traitement T2 pendant les deux premières semaines (J7, J14) de l'exposition.

2.2.2- Croissance pondérale des juvéniles de *Clarias gariepinus*



D'un poids initial presque identique ($2,5 \pm 0,1g$), les juvéniles de *C. gariepinus* ont connu une variation de leurs poids en fonction des traitements et des périodes (figure 2). Au cours des deux premières semaines les poids moyens finaux ont été statistiquement semblables ($p > 0,05$) pour tous les traitements (T0, T1 et T2) mais avec une tendance baissière chez les individus exposés (T1 et T2). Cette tendance baissière se confirmera pendant la troisième et la quatrième semaine au cours desquelles les tests statistiques indiquent une supériorité des poids moyens finaux des témoins par rapport aux individus exposés ($p < 0,05$). Soulignons qu'il n'y a pas eu de différence statistique entre T1 et T2. La valeur moyenne obtenue après les 28 jours pour T0 est de $16,42 \pm 4,6 g$ et celles obtenues chez les individus soumis au Pyro de $13,33 \pm 1,59g$ (T1) et $13,39 \pm 0,98 g$ (T2).

2.2.3- Variables de croissance

Les trois paramètres qui sont le Gain de poids (GP), le Taux de croissance journalière (TCJ) et le Taux de croissance spécifique (TCS) varient selon les traitements en fonction de la semaine chez l'espèce étudiée (figures 3, 4 et 5). Déjà à la fin de la première semaine (J7) le GP a été significativement plus faible en T2 avant de monter subitement à J14 pour chuter en J21 avant de revenir au niveau normal (niveau de T0) à J28 ($p < 0,05$). Le GP de T1 a connu de chute à J14 et J21 avant de connaître une augmentation à J28 supérieure à celle observée chez les témoins T0 ($p < 0,05$). Les valeurs obtenues à J28 sont de $80,73 \pm 2,7\%$; $90,48 \pm 0,7\%$ et $76,56 \pm 1,1\%$ respectivement pour T0, T1 et T2. Les TCJ statistiquement identiques pour tous les traitements à J7 ($p > 0,05$), sont plus faibles en T1 à J14 et plus faibles pour les poissons exposés à J21 ($p < 0,05$), avant de revenir statistiquement semblables pour tous à J28 ($p > 0,05$) mais avec une tendance baissière pour T2 et T3. Les mêmes évolutions ont été observées avec le TCS. Les valeurs de TCJ obtenues à J28 sont de $1,05 \pm 0,47 g/J$; $0,90 \pm 0,25 g/J$ et $0,83 \pm 0,02 g/J$ respectivement pour T0, T1 et T2. Celles de TCS notées à J28 sont de $8,24 \pm 2,01\%/J$; $9,17 \pm 2,11\%/J$; $8,18 \pm 0,85\%/J$ respectivement pour T0, T1 et T2.

2.3 Effets de l'insecticide Pyro sur les paramètres d'utilisation alimentaire chez *Clarias gariepinus*



Le tableau 2 renseigne sur l'évolution de l'Ingéré volontaire (IV), l'Indice de consommation (IC), l'Efficacité alimentaire (EA), les Protéines ingérées (PI) et le Coefficient d'efficacité protéique (CEP).

De l'analyse du tableau, il ressort que quels que soit les traitements et la période, les IV ne sont pas significativement différents les uns des autres ($p > 0,05$) même si la tendance est baissière pour les poissons exposés à l'insecticide durant le test. Les valeurs obtenues à J28 pour T0, T1 et T2 sont respectivement de $0,32 \pm 0,03\%/J$; $0,30 \pm 0,03\%/J$; $0,26 \pm 0,06\%/J$. L'IC et l'EA n'ont pas été aussi statistiquement différents à J7 pour tous les traitements ($p > 0,05$), mais à partir de J14 on a noté une démarcation de T2 dont l'IC devient le plus faible et l'EA le plus élevé en J28 ($p < 0,05$). Les valeurs de l'IC à J28 sont de $0,66 \pm 0,17$; $0,57 \pm 0,16$ et $0,54 \pm 0,05$ respectivement pour T0, T1 et T2. Les valeurs obtenues pour l'EA sont de $1,51 \pm 0,4$ (T0), $1,75 \pm 0,63$ (T1) et $1,85 \pm 0,17$ (T2). Si les PI de tous les traitements n'ont pas été significativement différentes à J7 ($p > 0,05$), à partir de J14 les traitements T1 et T2 ont connu les PI les plus faibles statistiquement ($p < 0,05$). Les valeurs obtenues à J28 sont de $12,56 \pm 2,62g$ (T0) ; $9,38 \pm 0,9g$ (T1) et $7,53 \pm 1,08g$ (T2). Par contre les CEP sont semblables statistiquement à J7 pour tous ($p > 0,05$) mais à J28 les CEP des individus soumis au Pyro (T1= $0,67 \pm 0,11$ et T2= $0,77 \pm 0,05$) ont été plus élevés ($p < 0,05$) que celui des témoins (T0= $0,58 \pm 0,05$).

3- DISCUSSION

Il était question de déterminer l'impact d'une exposition aux concentrations sub-létales du Pyro FTE 472 EC à base de Chlorpyriphos-éthyl (400g) et du Cyperméthrine (72g) sur la croissance et les paramètres d'utilisation alimentaire chez les juvéniles de *Clarias gariepinus*.

Les résultats de cette étude indiquent que les individus soumis à ce polluant juste après chaque renouvellement des solutions d'essai et donc après chaque réintroduction de l'insecticide dans le milieu, avaient des comportements inhabituels comme l'hyperactivité, l'accroissement des activités de profondeur, l'accélération des mouvements operculaires, et la fuite dans tous les sens. L'accroissement de ces différentes réactions quand le polluant augmente dans le milieu, indique clairement que ces modifications ont été induites par cet insecticide. SLOBODKIN (1974) avait indiqué que face à une perturbation environnementale, les réponses



comportementales constituent le premier niveau de réaction avant la physiologie. Selon SCOTT ET SLOMAN (2004), le comportement de fuite chez le poisson est un réflexe en lien direct avec le système nerveux. Si le danger (polluant) est trop soudain, la seule possibilité pour l'animal est la fuite (PEAN, 2012). Plusieurs auteurs avaient également observé des comportements de fuite chez cette même espèce *C. gariepinus*. En effet, EZEMONYE ET IKPESU (2011), YEKEEN ET FAWOLE (2011) et AGBOHESSI et al. (2013) avaient observé des comportements de fuite chez les juvéniles de *C. gariepinus* exposé à l'endosulfan. SIANG et al., (2007) avaient aussi indiqué ce type de comportement chez *Monopterus albus* exposé à des concentrations de 0,01-10 ppb d'endosulfan. Quand le polluant envahit le milieu et qu'il n'est plus possible au poisson de l'éviter, viennent les autres comportements inhabituels. Ainsi, les mouvements operculaires intenses chez les poissons peuvent exprimer un stress hypoxique engendré par le toxique (GRAHAM, 1997 ; VAL et al., 1998) ou une détresse respiratoire qui est l'un des premiers symptômes d'intoxication par les pesticides (McDONALD, 1983). AGBOHESSI et al., (2013) avaient aussi observé des mouvements operculaires intenses chez les juvéniles de *C. gariepinus* exposés à l'endosulfan. GUEDEGBA et al., (2019) ont rapporté une hyperventilation chez les juvéniles de *O. niloticus* exposés à la Lambdacyhalothrine, à l'Acer 35 EC ou au mélange Lambdacyhalothrine + Acétamipride. L'accroissement des activités de profondeur et l'hyperactivité, observés dans cette étude ont été aussi rapportés chez *O. niloticus* exposé à la Lambdacyhalothrine par GUEDEGBA et al., (2019) et chez *C. gariepinus* soumis au Thionex 350 EC et au Tihan 175 O-TEQ (AGBOHESSI et al., 2014). Ces changements dans la présente étude sont probablement l'effet de l'une ou de l'ensemble des molécules qui composent le Pyro. Le Chlorpyrifos a des effets connus sur le système nerveux en inhibant l'acétylcholinestérase qui hydrolyse l'acétylcholine, neurotransmetteur majeur (LUKASZEWICZ-HUSSAIN, 2010 ; COLOVIC et al., 2011). Le Cyperméthrine, un pyréthrianoïde, agit par contact en bloquant de façon irréversible les canaux sodium des membranes des neurones. Ceux de type II bloquent également d'autres canaux ioniques comme ceux à chlore ou à calcium et affectent donc plus gravement le système nerveux (WERNER, 2017).

Les Taux de survie des poissons au cours du test sont identiques statistiquement quelle que soit la période pour tous les traitements.



Cependant on a noté quelques rares mortalités en T2 pendant la première quinzaine du déroulement du test. Ces rares mortalités peuvent être liées aux effets conjugués du stress engendré par les pêches de contrôle et du stress chimique provoqué par la présence du polluant. En effet, le stress induit par les pêches de contrôle et les réponses comportementales comme la fuite engendrent des coûts métaboliques que seuls les individus dans un état physiologique adéquat, c'est-à-dire ayant une réserve d'énergie à allouer à cette activité peuvent assurer (DOMENECI et *al.*, 2007 ; PEAN, 2012). Or pendant cette période les individus exposés consomment moins, donc la mort de ces rares poissons pourrait s'assimiler à l'épuisement de leurs réserves d'énergie (AGBOHESSI et *al.*, 2013). Dans la présente étude les taux de survie varient de 96,30 à 100%. AGBOHESSI et *al.*, (2014) avaient obtenu des taux de survie de 100% chez les juvéniles de *C. gariepinus* exposés à des concentrations sub-létales de Tihan 175 O-TEQ et de Thionex 350 EC pendant 28 jours.

L'impact du Pyro FTE 472 EC sur la croissance des juvéniles de *C. gariepinus* est clairement lisible au regard des résultats obtenus. De façon globale, il apparaît une légère baisse des poids moyens finaux (non significative statistiquement) pendant la première quinzaine du déroulement du test, laquelle baisse s'est accentuée pendant les deux dernières semaines. De pareilles influences sur le poids des poissons avaient été rapportées par McCARTHY ET FUIMAN (2008) chez *Sciaenops ocellatus* exposé à des doses de 40 et 80 µg/l d'Atrazine ou de 1 - 10 µg/l de Malathion. La réduction de poids avait été aussi obtenue chez le poisson-chat australien *Tandanus tandanus* contaminé à des concentrations de 2 ou 10 µg/l de Chlorpyrifos (HUYNH ET NUGEGODA, 2012), chez *O niloticus* soumis à des doses de 5 - 20 mg/l de Diméthoate ou 0,5 ; 1 et 2 mg/l de Malathion (SWEILUM, 2006). Cette même réduction de poids avait été trouvée par AGBOHESSI et *al.*, (2014) chez *C. gariepinus* exposé à l'endosulfan et au Tihan. Une seule cause est à la base de cette baisse de poids : le stress chimique induit par l'insecticide (AGBOHESSI et *al.*, 2014). Le stress influe sur la croissance via la modification du comportement alimentaire, du métabolisme énergétique, de l'efficacité de conversion de la nourriture et/ou de la stimulation hormonale (BRETT, 1979 ; PICKERING et *al.*, 1991 ; GREGORY ET WOOD, 2010). En effet, dans la présente étude l'insecticide Pyro n'a pas significativement influencé la prise alimentaire, l'Ingré volontaire étant statistiquement semblable pour tous les traitements



durant les 28 jours d'exposition. L'insecticide a agi sur l'efficacité de conversion alimentaire à partir de la troisième semaine d'exposition. En réalité, au cours de la troisième semaine, on a noté une forte efficacité de l'aliment Gouessant utilisé (IC élevé) chez les individus exposés, laquelle efficacité s'est estompée dans la quatrième semaine pendant laquelle il a fallu plus d'aliment pour produire 1 g de poids (EA élevé). La baisse de croissance induite par un polluant peut également être liée à la faible utilisation des protéines alimentaires (AGBOHESSI *et al.*, 2014). En effet, les résultats de la présente étude indiquent de façon globale, moins de protéines ingérées pour les individus contaminés avec un gain de poids par unité de protéines ingérées faible dans la troisième semaine d'exposition au Pyro. La mobilisation des ressources énergétique, c'est-à-dire pour compenser le coût énergétique des réponses d'évitement ou de résistance au stress chimique, sous l'action combinée des catécholamines et des glucocorticoïdes ainsi que l'inhibition du comportement alimentaire expliquent en majorité l'inhibition de croissance observée chez ces poissons contaminés (PICKERING *et al.*, 1991 ; GREGORY ET WOOD, 2010 ; AGBOHESSI *et al.*, 2014). Par ailleurs, plusieurs études (JARVINEN ET TANNEY, 1982 ; CLEVELAND ET HAMILTON, 1983 ; NAGEL *et al.*, 1991 ; HUYNH ET NUGEGODA, 2012) ont également prouvé que l'inhibition de la croissance peut être le résultat de l'inhibition de l'acétylcholinestérase. Le Pyro FTE 472 EC est un binaire dont l'un des constituants majeurs est le Chlorpyrifos (400g) qui a des effets connus sur le système nerveux en inhibant l'acétylcholinestérase (LUKASZEWICZ-HUSSAIN, 2010 ; COLOVIC *et al.*, 2011). ISHAN *et al.*, (2019) ont d'ailleurs rapporté chez *O. niloticus* que des doses de 5,4 et 10,8 mg/l de Chlorpyrifos inhibe la croissance. Le Cyperméthrine le second constituant du Pyro affecte le métabolisme et les paramètres hématologiques chez les poissons (ADHIKARI *et al.*, 2004). Des études ont également montré que cette molécule inhibe la croissance et les activités métaboliques chez *Scenedesmus obliquus* (LI *et al.*, 2005).

Les Taux de croissance spécifique des individus exposés sont faibles par rapport à ceux des témoins à J21 et deviennent subitement à J28 identiques à ceux des témoins. Ceci est probablement dû à la croissance compensatoire comme précédemment rapporté par McCARTHY ET FUMAN (2008) chez le tambour rouge *Sciaenops ocellatus* ou par AGBOHESSI *et al.*, (2014) chez *C. gariepinus* exposé au Tihan. Cette



croissance compensatoire pourrait être plus visible si la durée du test était plus grande ou si les concentrations testées étaient plus élevées.

CONCLUSION

L'étude consistait à déterminer l'effet des doses sub-létales de l'insecticide Pyro FTE 472 EC sur les paramètres de croissance et d'utilisation alimentaire chez *Clarias gariepinus*. Les résultats de l'étude ont montré que cet insecticide a induit un stress chimique qui a engendré des réactions comportementales et a influé sur le comportement alimentaire, le métabolisme énergétique, l'efficacité de conversion de la nourriture chez cette espèce. Ceci s'est répercuté sur la croissance pondérale des poissons. Le retard de croissance observée chez les individus contaminés trouve également son explication dans le mode d'action du Chlorpyrifos, une composante majeure du Pyro qui agit en inhibant l'acétylcholinestérase et donc la croissance. Après les 28 jours d'exposition les poissons exposés ont semblé rattraper la croissance perdue. Ceci serait plus visible si la durée du test était rallongée ou si les doses testées étaient plus fortes.

CONFLITS D'INTERET

Aucun conflit d'intérêt.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les stagiaires et toutes les personnes qui de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cet essai.

REFERENCES

- 1-ADEWUMI B. & al (2018) : Effects of sub-lethal toxicity of chlorpyrifos and DDforce pesticides on haematological parameters of *Clarias gariepinus*. Int. Res. J. Public Env. Health 5(5) : 62-71.
- 2-ADHIKARI S. & al (2004) : Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton), Ecotoxicol. Env Saf, 58 :220-226.



- 3-AGBOHESSI P.T. & al (2012) : Synthèse des caractéristiques physico-chimiques et effets écotoxicologiques du Tihan 175 O-TEQ utilisé dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5) : 2280-2292.
- 4-AGBOHESSI T. P. & al (2013) : Acute toxicity of agricultural pesticides to embryo-larval and juvenile African Catfish *Clarias gariepinus*. *Arch. Env. Contam. Toxicol.* 64 :692–700.
- 5-AGBOHESSI T. P. & al (2014) : Exposure to agricultural pesticides impairs growth, feed utilization and energy budget in African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Int. Aquat. Res.* 6 :229–243.
- 6-AMARA, A. (2012) : Évaluation de la toxicité de pesticides sur quatre niveaux trophiques marins : micro-algues, échinoderme, bivalves et poisson. Thèse de Doctorat en Sciences agricoles, Université de Bretagne occidentale - Brest; Université de Tunis El Manar, pp.214.
- 7-BRETT J. R. (1979) : "Environmental factors and growth," in *Fish Physiology*, vol. 8, W. S. Hoar, D. J. Randall, and J. R. Brett, Eds. New York: Academic Press, pp. 599–675.
- 8-CLEVELAND L., & HAMILTON S. J. (1983) : Toxicity of the organophosphorus defoliant DEF to Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and Channel catfish (*Italurur punctatus*). *Aquat. Toxicol.* 4 :341–355.
- 9-ČOLOVIC M. B. & al (2011) : Single and simultaneous exposure of acetylcholinesterase to diazinon, chlorpyrifos and their photodegradation products. *Pest. Biochem. Physiol.* 100 : 16-22.
- 10-DOMENICI P., CLAIREAUX G., & MCKENZIE D. (2007) : Environmental constraints upon locomotion and predator-prey interactions in aquatic organisms: An introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biol. Sci.* 362(1487) :1929–1936.
- 11-DOUNY C. & al (2021) : Contamination of Water, Sediment and Fish With Residues of Pesticides Used in Cotton Production in Northern Benin. *Res. Square Preprint*, DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-203965/v1>
- 12-EZEMONYE L.I.N., & IKPESU T.O. (2011) : Evaluation of sub-lethal effects of endosulfan on cortisol secretion, glutathione S-transferase and acetylcholinesterase activities in *Clarias gariepinus*. *Food Chem Toxicol.* 49 :1898–1903.
- 13-GRAHAM J.B. (1997) : *Air Breathing Fishes: Evolution, Diversity and Adaptation*, " Academic Press: San Diego.



- 14-GREGORY T. R., & WOOD C. M. (2010) : The effects of chronic plasma cortisol elevation on the feeding behaviour, growth, competitive ability, and swimming performance of juvenile rainbow trout. *Physiol. Biochem. Zool.* 72(3) : 286–295, 2010.
- 15-GUEDEGBA N.L. & al (2019): Comparative acute toxicity of two phytosanitary molecules, lambda-cyhalothrin and acetamiprid, on Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) juveniles. *J. Env Sci. Health, Part B Pest., Food Contam. Agric. Wastes*, <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1616986>
- 16-HUYNH H. P. V., & NUGEGODA D. (2012) : Effects of Chlorpyrifos exposure on growth and food utilization in Australian catfish, *Tandanus tandanus*. *Bull. Env. Contam.* 88 :25–29.
- 17-INERIS, (2016) : Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Cyperméthrine, DRC-18-157877-10983A, p.48 (<http://www.ineris.fr/substances/fr/>)
- 18-INSAE-BENIN (Institut National de la Statistique d'Analyse Economique du Bénin), (2020) : *Monographie de la filière «Coton» au Bénin*, Document de travail N°DSEE2020DT02, Octobre 2020.
- 19-ISHAN T., EDWIN T., & YANTI R.D. (2019) : The Effect of Sublethal Exposure of Chlorpyrifos to Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Case Study of Twin Lakes of West Sumatra, Indonesia. *Nature Env. Poll. Technol.* 8(4) : 1399-1403.
- 20-JARVINEN A.W., & TANNER D.K. (1982) : Toxicity of selected controlled release and corresponding unformulated technical grade pesticides to Fathead minnow *Pimephales promelas*, " *Env. Poll.* 27 :179–195.
- 21-KIDD H., & JAMES D.R. (1991) : *Le Manuel d'Agrochimie*, 3^e éd. Société Royale des Services d'Information de Chimie: Cambridge ; pp. 3-4.
- 22-LI X. & al (2005) : Toxicity of cypermethrin on growth, pigments, and superoxide dismutase of *Scenedesmus obliquus*. *Ecotoxicol. Env. Saf.* 60 :188-192.
- 23-LUKASZEWICZ-HUSSAIN, A. (2010) : Role of oxidative stress in organophosphate insecticide toxicity, Short review. *Pest. Biochem. Physiol.* 98 :145-150.
- 24-McDONALD D.G. (1983) : The Effects of H_p upon the Gill of Fresh Water fish. *Canadian J. Zool.* 61 :691–703.



- 25-McCARTHY I.D., & FUIMAN L.A. (2008) : Growth and protein metabolism in red drum (*Sciaenops ocellatus*) larvae exposed to environmental levels of atrazine and malathion. *Aquat. Toxicol.* 88(4) : 220–229.
- 26-NAGEL R. & al (1991) : Effect of 3,4-dichloroaniline on the early life stages of the zebrafish (*Brachydanio rerio*): results of a comparative laboratory study. *Ecotoxicol. Env. Saf.* 21 :157–164.
- 27-PEAN, S., (2012) : Effets des polluants organiques persistants sur le comportement des poissons. Thèse d Doctorat de l'Université de la Rochelle, Discipline : Biologie de l'Environnement, des Populations, Écologie, p.257.
- 28-PICKERING A.D. & al (1991) : Effects of acute and chronic stress on the levels of circulating growth hormone in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 83(1) : 86–93.
- 29-RASMUSSEN J.J. & al (2013) : Pesticide impacts on predator–prey interactions across two levels of organisation. *Aquat. Toxicol.* 140–141 : 340– 345.
- 30-RECA-NIGER (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger), (2013) : Fiche conseil pour la matière active : Cyperméthrine (insecticide), Famille : pyréthrinoides, RECA - Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest – PPAO Niger, p. 5, Septembre 2013.
- 31-RICE C.P., & CHERNYAK S.M. (1995) : Determinations of Henry's law constants of halogenated current use pesticides as a function of environmental condition. *Organohalogen compound*, 24 :439-444.
- 32-SCOTT G. R., SLOMAN K. A. (2004) : The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: Integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. *Aquat. Toxicol* 68(4) : 369–392.
- 33-SIANG H.Y., YEE L.M., & SENG C.T. (2007) : Acute toxicity of organochlorine insecticide endosulfan and its effect on behaviour and some haematological parameters of Asian swamp eel (*Monopterus albus*, *Zuiew*). *Pest. Biochem. Physiol.* 89 : 46–53.
- 34-SLOBODKIN, L. B. (1974) : Rapport, An optimal strategy of evolution. *The Quarterly Review Biol.* 49(3) : 181–200.
- 35-SWEILUM, M.A. (2006) : Effect of sub-lethal toxicity of some pesticides on growth parameters, haematological properties and total production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) and water quality of ponds. *Aquacult. Res.* 37 :1079–1089.



- 36-UMOA (Union Monétaire Ouest Africaine), (2020) : Présentation des émetteurs souverains de l'Union Monétaire Ouest – Africaine, Note d'information République du Bénin, Deloitte, Septembre 2020.
- 37-VAL A. L., SILVA M.N.P., & ALMEIDA-VAL V.M.F. (1998) : Hypoxia Adaptation in Fish of the Amazon: A Never Ending Task. South Afr J Zool 33 :107–114.
- 38-WERNER I. (2017) : Les pyréthriinoïdes dans l'environnement : Fiche d'information, aekotoxzentrum Centre ecotox, p5.
- 39-YEKEEN T.A. & FAWOLE O.O. (2011) : Toxic effects of endosulfan on haematological and biochemical indices of *Clarias gariepinus*. Afr J Biotechnol 10 :14090–14096.

TABLEAUX

Tableau 1 : Modifications comportementales des juvéniles de *Clarias gariepinus* au cours du test

	T0	T1	T2
Hyperactivité	-	+	++
Augmentation des activités en profondeur	-	+	++
Activités de surface	+	-	-
Accélération des mouvements operculaires	-	+	++
Fuite dans tous les sens	-	+	++

Légende : (-) : Inexistant ; (+) : Moyen ; (++) : Elevé



Tableau 2 : Evolution des variables moyennes d'utilisation alimentaire des juvéniles de *Clarias gariepinus* exposés au Pyro

	J7			J14			J21			J28		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
IV (%/J)	0,22 ± 0,18 A	0,20 ± 0,09 A	0,19 ± 0,08 A	0,30 ± 0,06 A	0,26 ± 0,04 A	0,26 ± 0,02 A	0,31 ± 0,05 A	0,29 ± 0,03 A	0,32 ± 0,08 A	0,32 ± 0,03 A	0,30 ± 0,03 A	0,26 ± 0,06 A
IC	0,7 ± 0,1 A	0,7 ± 0,1 A	0,8 ± 0,3 A	0,75 ± 0,1 A	0,78 ± 0,21 A	0,62 ± 0,1 B	0,72 ± 0,13 A	1,07 ± 0,42 B	0,94 ± 0,24 B	0,66 ± 0,17 A	0,57 ± 0,16 B	0,54 ± 0,05 B
EA	1,4 ± 0,1 A	1,4 ± 0,1 A	1,2 ± 0,4 A	1,33 ± 0,14 A	1,36 ± 0,36 A	1,61 ± 0,2 B	1,42 ± 0,26 A	1,02 ± 0,33 B	1,12 ± 0,33 B	1,57 ± 0,4 A	1,89 ± 0,63 B	1,88 ± 0,17 B
PI (g)	3,5 ± 0,0 A	3,1 ± 0,3 A	2,9 ± 0,1 A	7,0 ± 1,18 A	5,69 ± 0,41 B	5,63 ± 0,16 B	7,02 ± 1,8 A	5,48 ± 0,93 B	5,54 ± 1,76 B	12,56 ± 2,62 A	9,38 ± 0,9 B	7,53 ± 1,08 B
CEP	0,30 ± 0,02 A	0,31 ± 0,01 A	0,31 ± 0,02 A	0,29 ±0,01 A	0,30 ± 0,03 A	0,40 ± 0,03 B	0,50 ± 0,01 A	0,36 ± 0,05 B	0,40 ± 0,04 B	0,58 ± 0,05 A	0,67 ± 0,11 B	0,77 ± 0,05 B

IV= Ingéré volontaire, IC = Indice de consommation, EA = Efficacité alimentaire, PI = Protéines ingérées, CEP = Coefficient d'Efficacité Protéique. Les valeurs sont exprimées en moyenne ± écartype et les valeurs d'une même pêche



CAHIERS DU CBRST

Agriculture environnement et sciences de l'ingénieur

N° 19, 2^{ème} semestre 2021 ; ISSN : 1840-703X, Cotonou (Bénin)

Dépôt légal n° 13378 du 07/10/2021 4^{ème} trimestre 2021

Bibliothèque Nationale du Bénin,

de contrôle (J7, J14, J21 ou J28) ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1= 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.



FIGURES

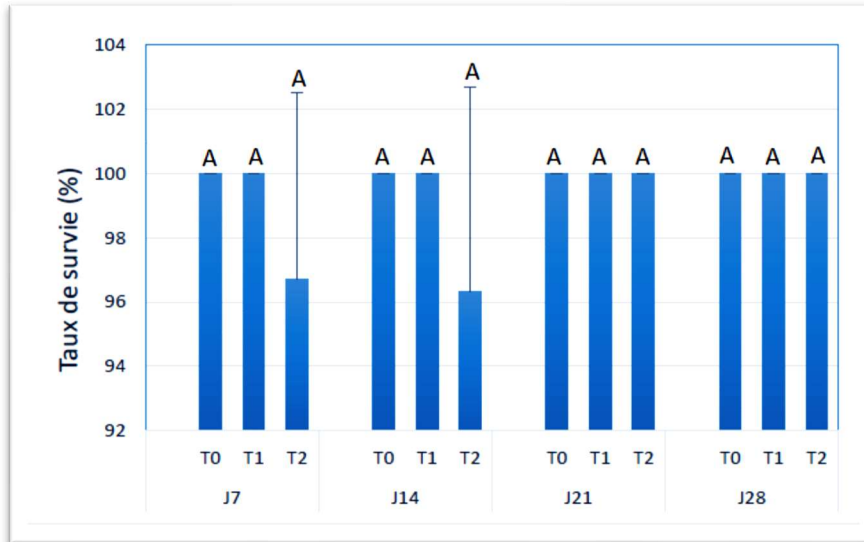
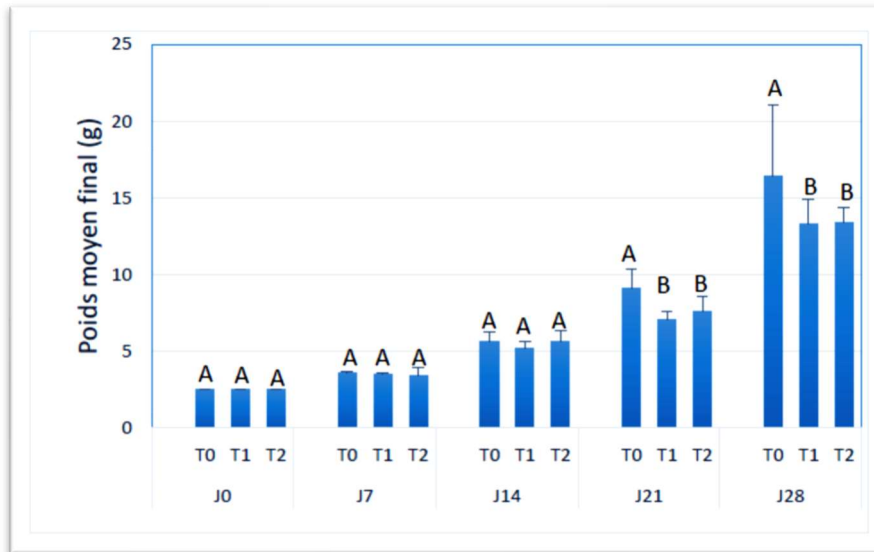




Figure 1 : Evolution du Taux moyen de survie des juvéniles de *Clarias gariepinus* par pêche de contrôle (J7, J14, J21 et J28). Les valeurs d'une même pêche de contrôle ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1= 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.





CAHIERS DU CBRST

Agriculture environnement et sciences de l'ingénieur

N° 19, 2^{ème} semestre 2021 ; ISSN : 1840-703X, Cotonou (Bénin)

Dépôt légal n° 13378 du 07/10/2021 4^{ème} trimestre 2021

Bibliothèque Nationale du Bénin,

Figure 2 : Evolution du Poids moyen final des juvéniles de *Clarias gariepinus* par pêche de contrôle (J7, J14, J21 et J28). Les valeurs d'une même pêche de contrôle ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1= 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.

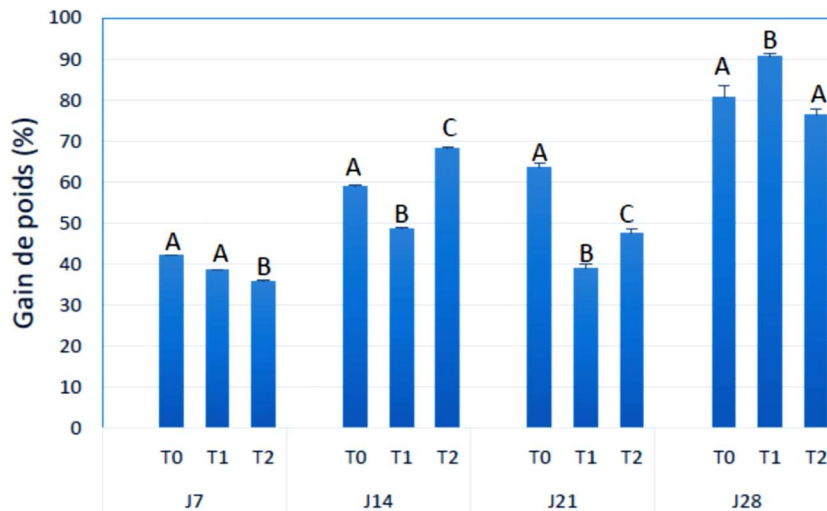




Figure 3 : Evolution du Gain moyen de poids des juvéniles de *Clarias gariepinus* par pêche de contrôle (J7, J14, J21 et J28). Les valeurs d'une même pêche de contrôle ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1 = 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.

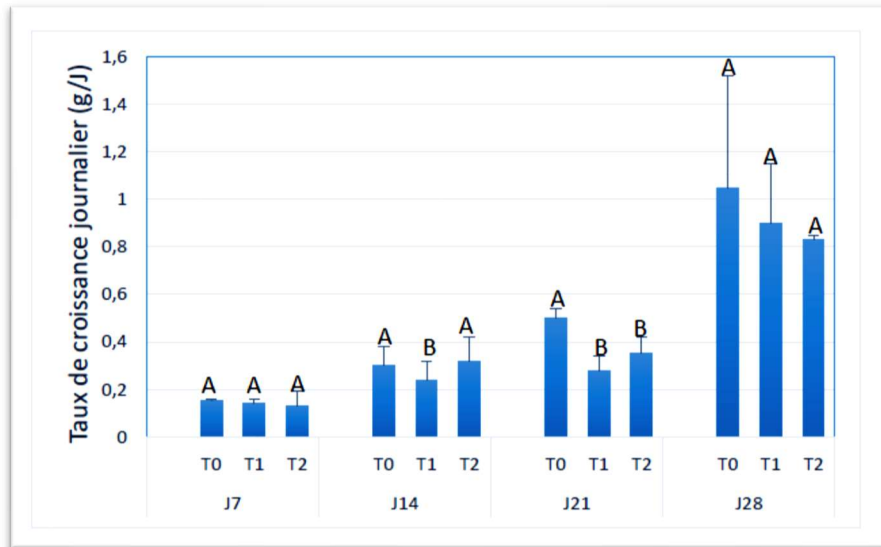




Figure 4 : Evolution du Taux de croissance journalier des juvéniles de *Clarias gariepinus* par pêche de contrôle (J7, J14, J21 et J28). Les valeurs d'une même pêche de contrôle ayant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1= 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.



Figure 5 : Evolution du Taux de croissance spécifique des juvéniles de *Clarias gariepinus* par pêche de contrôle (J7, J14, J21 et J28). Les valeurs d'une même pêche de contrôle ayant au moins une lettre en commun ne sont pas



CAHIERS DU CBRST

Agriculture environnement et sciences de l'ingénieur

N° 19, 2^{ème} semestre 2021 ; ISSN : 1840-703X, Cotonou (Bénin)

Dépôt légal n° 13378 du 07/10/2021 4^{ème} trimestre 2021

Bibliothèque Nationale du Bénin,

significativement différentes ($P > 0,05$). T0 = Témoin sans insecticide Pyro, T1= 0,00012 $\mu\text{l/l}$ et T2 = 0,0012 $\mu\text{l/l}$ de Pyro.