



Etude de la toxicité des feuilles du pommier de Sodome du Sénégal et du tourteau de graines de thé chez le tilapia du Nil en aménagement piscicole

Jean-André Tinkoudgou KABRE^{1*}, Djénéba BAMBAMBA¹ et Sana BOUDA²

¹ Institut du Développement Rural/ Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, BP. 1091, Bobo 01, Burkina Faso.

² Projet Pisciculture Bagré/DGRH, Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : kabretink@gmail.com; Tél : 70231734.

RESUME

Les toxicités des feuilles du pommier de Sodome du Sénégal (*Calotropis procera*) et du tourteau de graines de thé (*Camellia sp*) chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) en pisciculture ont été étudiées. La réalisation des réactions de caractérisation chimique a révélé la forte présence des coumarines et d'anthocyanes mais seulement des traces de saponosides dans les feuilles de *C. procera*. Cependant elle n'a pas révélé la présence d'autres groupes particulièrement ichtyotoxiques. Les résultats ont notamment montré qu'avec les macérés aqueux de feuilles fraîches du pommier de Sodome du Sénégal, il faut une concentration de 10000 mg/l pour que 50% des poissons meurent en 4 heures 10 mn et 100% meurent en 5 heures 59 mn. Avec le tourteau de graines de thé, 50% de morts des poissons sont obtenus en 2 heures 37 mn et 100% de morts en 3 heures 23 mn avec la concentration de 25 mg/l. Ceci pourrait expliquer la relative faible ichtyotoxicité des macérés aqueux de feuilles du pommier de Sodome du Sénégal comparée à celle du tourteau de thé.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Feuilles de *Calotropis procera*, ichtyotoxicité, tourteau, graines *Camellia sp*, tilapia du Nil d'élevage.

INTRODUCTION

Dans la pratique de la pisciculture de population de cohorte, l'éradication des organismes vivants et des poissons sauvages dans les étangs avant le stockage des poissons du cycle d'élevage est fondamentale (Jothivel et al., 2008). En effet, lors de la récolte des étangs de pisciculture non complètement vidangeables, des poissons sauvages ou d'élevage échappent souvent aux captures et peuvent causer l'hétérogénéité des lots d'élevage futur ; ces poissons induisent une compétition pour la nourriture dans l'étang d'élevage et sont donc une menace pour le

développement de la nouvelle population, généralement plus jeune. En outre, du point de vu comportement, ces individus sauvages sont agressifs et constituent une source de porteurs sains d'agents pathogènes (bactéries, parasites et virus) pouvant compromettre le succès de la conduite d'élevage des nouveaux lots à stocker. Jothivel et al. (2008) indiquent que les moyens généralement utilisés jusque là pour éliminer ces poissons sont les applications des composés synthétiques biocides ; ces produits, en plus de leur coût élevé, sont bioaccumulables, biopersistants et leur utilisation n'est pas recommandée ni pour les

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i4.18>

espèces aquatiques et leur environnement ni pour l'homme rapportent Edet et al. (2008). Des recherches pour l'utilisation de piscicides d'origine végétale qui sont naturels et biodégradables ont été développées. Les piscicides les plus utilisés sont les tourteaux des graines de thé (*Camellia sasanqua*, *Camellia semiserrata* et *Camellia deifera*) et les extraits racinaires de *Derris elliptica* qui contiennent respectivement environ 30% de saponine et 25% de roténone (FAO, 1981). L'utilisation de la roténone en aménagement piscicole est très répandue en Amérique latine et au sud des Etats Unis d'Amérique (Davies, 1983 ; Kabré, 1984). Toutefois, ces produits ne sont pas accessibles partout et doivent être importés le cas échéant à des coûts relativement élevés. Ainsi, selon Chiayvareesajja et al. (1997), en 1995 le prix des graines de thé était de 1,4 US\$/kg dans le marché de Hat Yai en Thaïlande ; le thé n'est pas cultivé à grande échelle dans les pays du sahel.

La présente étude a pour objectif de démontrer que les feuilles de *Calotropis procera*, peuvent être utilisées comme piscicide locale afin de réduire les coûts et à améliorer la conduite d'élevage pour les producteurs aquacoles.

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude

Les expérimentations ont été menées dans le site du Projet d'Elevage Piscicole localisé dans la région de Bagré. Cette région est située entre les méridiens 0°14 et 0°50 Nord et les parallèles 11°12 et 11°53 Ouest. Elle a pour coordonnées géographiques 11°27 latitude Nord et 0°30 longitude Ouest. Elle appartient à la zone Nord-soudanienne soumise à un climat tropical très ensoleillé de type soudano-guinéen et caractérisée par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse (Kabré et Illé, 2000). La saison sèche s'étend de novembre à avril et est dominée par les vents chauds et secs d'harmattan ; la saison pluvieuse couvre la période de mai à octobre et est caractérisée par des vents humides de mousson qui apportent des pluies.

Matériel biologique

Le matériel biologique est composé d'une part de 360 poissons (soit 180 poissons par type de produit ichtyotoxique à tester) et d'autre part de deux types de produits ichtyotoxiques dont des feuilles fraîches de *Calotropis procera* et des tourteaux de graines de thé. Les poissons (180 poissons soit 10 poissons par aquarium pour 18 aquariums prévus pour chaque type de produit) soumis aux expériences sont des fingerlings du tilapia du Nil (*O. niloticus*) de 7,07 g \pm 2,13 g pêchés dans les étangs du Projet d' Elevage Piscicole de Bagré. Le choix de ce tilapia est justifié par son utilisation très fréquente en pisciculture en Afrique subsaharienne. Les feuilles fraîches de *C. procera* employées ont été récoltées dans le voisinage du site de la station de pisciculture. Le tourteau des graines de thé (saponine) a été prélevé dans les stocks du Projet d' Elevage Piscicole ; il est importé de Taiwan auprès de CHUAN KUAN Entreprise CO., LTD comme piscicide d'aménagement des étangs à des doses de toxicité connue allant de 5 à 25 mg/l. A l'opposé nos concentrations pour le pommier ont été plus élevées (1000 à 10000 mg/l) à cause de la masse foliaire fraîche utilisée afin d'atteindre les effets toxiques souhaités.

Equipements

Le matériel utilisé pour les tests de toxicité est composé d'un oxymètre Oxi 3205 WTW, d'un pH mètre HANNA, d'un thermomètre YST. Quant à la détermination des groupes chimiques, nous avons utilisé comme matériel, un évaporateur rotatif (BÛCHA Rotavapor R200), un extracteur de type Soxhlet, une lampe UV 254/365 nm, des solvants chimiques et des réactifs.

Méthodes expérimentales

Préparation des macérations des feuilles fraîches de *Calotropis procera* et du tourteau des graines de thé

Les feuilles fraîches ont été cueillies et immédiatement pilées légèrement dans un mortier de laboratoire. Les quantités de

feuilles pilées correspondantes aux concentrations finales (de 5% ; 10% ; 15% ; 20% et 25%) du traitement défini ont été pesées et macérées pendant 24 heures dans 100 ml d'eau dans des béchers. De même, les quantités de poudre de tourteaux ont été pesées et macérées directement dans 100 ml d'eau dans les différents béchers selon les concentrations (de 5% ; 10% ; 15% ; 20% et 25%) définies pendant 24 heures. Ces macérations ont été utilisées dans les différents aquariums contenant les sujets de poissons à traiter.

Détermination des groupes chimiques contenus dans les feuilles de *Calotropis procera* par la méthode de Kjeldahl.

Les feuilles fraîches de *C. procera* récoltées sont transportées au laboratoire de chimie de l'Institut de Recherche en Science de la Santé (IRSS) à Ouagadougou pour être utilisées dans les analyses chimiques de caractérisation par la méthode de Kjeldahl (Wikipédia, 1883). Au laboratoire, les feuilles ont été séchées sous ventilation, broyées et micronisées à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre a été ensuite introduite dans des cartouches qui à leur tour ont été placées dans des tubes d'extraction d'un extracteur Soxlet. Des solvants de polarité différente dont le dichlorométhane, le méthanol et l'eau distillée sont utilisés successivement selon l'ordre dichlorométhane, méthanol et eau distillée ; après chaque opération un séchage du résidu de poudre est fait avant sa réutilisation.

Détermination de la durée de survie des poissons et suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau

Des fingerlings de *O. niloticus* de $7,07 \pm 2,13$ g ont été échantillonnés dans un étang et acclimatés aux conditions d'aquarium pendant 24 heures dans un tank de conditionnement. Dix (10) sujets de poissons ont été prélevés de façon aléatoire et placés dans chacun des 18 aquariums contenant 20 l d'eau de forage préalablement oxygénée au taux de 4 à 5 mg O₂/l.

Les produits toxiques étudiés ont été préalablement macérés pendant 24 heures.

Cinq (5) concentrations définies sont appliquées au hasard aux aquariums empoisonnés en trois (3) répétitions. Six (6) traitements de trois (3) répétitions incluant le témoin (ie eau sans produit toxique) ont été ainsi mis en place pour chaque produit. Les variables mesurées sont la durée de survie, le taux d'oxygène dissous, la température et le pH de l'eau à différentes échelles comme suit :

- Les durées de survie (DS) des poissons notées DS₅₀, DS₉₀ et DS₁₀₀ ont été enregistrées comme étant respectivement le temps qu'auraient mis 50%, 90% et 100% des sujets de l'aquarium pour mourir. Dès l'application des produits, les comportements des poissons ont été observés, décrits et notés en permanence tout au long de l'opération.

- Le taux d'oxygène dissous (DO) et la température (T) de l'eau ont été relevés juste avant l'application des macérations (respectivement DO_{début}, et T_{début}) puis 2 heures après (respectivement DO_{2h}, et T_{2h}) et enfin au moment de la mort du dernier poisson (respectivement DO_{fin}, et T_{fin}).

Analyse statistique

Les variables mesurées (durée de survie, oxygène dissous, température et pH de l'eau) dans les 18 aquariums ont permis de construire une principale matrice de données de 18 lignes et de 12 colonnes pour chaque type de produit testé ; les lignes correspondent aux observations et les colonnes aux variables citées plus haut.

Le logiciel Statistical Analysis System (SAS) a été utilisé pour les analyses. Pour chaque produit, une analyse des variances ANOVA suivie de Duncan Multiple Range Test (DMRT) ont été faites pour la comparaison des durées de survie. Le seuil de signification a été pris à 0,05. Une analyse en composantes principales a été conduite pour décrire la contribution des différentes variables à l'inertie totale de distribution des points observés sur le plan euclidien.

RESULTATS

Groupes chimiques caractérisés dans les feuilles de *Calotropis procera*

Les réactions de caractérisation en tubes ont permis de mettre en évidence plusieurs groupes chimiques dans les feuilles de *C. procera*. Les stérols et triterpènes, les composés réducteurs, les anthracénosides, les coumarines, les anthocyanes et les alcaloïdes bases et les sels ont été principalement identifiés dans *C. procera* (Tableau 1).

Evolution du taux d'oxygène dissous, et de la température de l'eau

Evolution de la température

L'analyse des données au seuil de 0,05 a montré qu'il n'y a pas de différences significatives entre les températures moyennes de l'eau d'un traitement à l'autre (Tableau 2). En effet, les valeurs de la température de l'eau ont varié entre 23 °C et 30 °C aussi bien pour les témoins que pour les traitements.

Evolution du taux d'oxygène dissous de l'eau dans les traitements

La Figure 1 montre l'évolution du taux d'oxygène dissous de l'eau en fonction de la concentration des macérés aqueux des feuilles de *C. procera*. L'analyse des données au seuil de 0,05 a montré d'une part qu'il n'y a pas de différences significatives en teneur d'oxygène dissous au début ($DO_{\text{début}}$) entre toutes les concentrations. D'autre part que les teneurs d'oxygène dissous observées après 2 heures (DO_{2h}) et à la fin (DO_{fin}) des expérimentations avec les différentes teneurs (de 6000 à 10000 mg/l) diffèrent significativement de celles de la concentration témoin (0 mg/l). Autrement dit toutes les concentrations de macérés utilisées entraînent une diminution significative du taux d'oxygène comparé à celui du témoin. En dernière analyse, en présence des macérés aqueux des feuilles, les taux d'oxygène atteignent la valeur 0 mg O_2 /l en fin d'expérience entraînant la mort des poissons.

La Figure 2, à l'image de la Figure 1 décrite plus haut, donne l'évolution du taux d'oxygène dissous en fonction de la concentration des macérés aqueux du tourteau de thé. En effet pour cette Figure 2 l'analyse des données au seuil de 0,05 a montré d'une part qu'il n'y a pas de différences

significatives en teneur d'oxygène dissous au début ($DO_{\text{début}}$) entre toutes les concentrations. D'autre part les taux d'oxygène dissous de l'eau au bout de 2 heures pour les concentrations 0 (témoin) et 5 mg/l ne sont pas significativement différents au seuil de 0,05. Il en est de même pour les taux mesurés au bout de 2 heures pour les concentrations allant de 10 à 25 mg/l. Egalement, les taux d'oxygène à la mort de tous les poissons ne sont pas significativement différents ni entre les concentrations 0 et 5 mg/l et ni entre les concentrations 10, 15, 20 et 25 mg/l. Toutefois pour les concentrations inférieures ou égales à 5 mg/l, les taux d'oxygène à la mort de tous les poissons sont significativement plus bas que ceux enregistrés au bout de 2 heures ; ceci n'est pas valable pour les concentrations de 10 mg/l et plus.

La Figure 2 est celle de la plante ichtyotoxique témoin qu'est le thé. Une comparaison des conclusions des analyses entre les Figure 1 et 2 permet d'affirmer l'ichtyotoxicité du pommier du Sénégal à des concentrations de macérés aqueux de feuilles de 9000 à 10000 mg/l ; le pommier, à ces concentrations de macérés aqueux, peut donc remplacer le thé. Toutefois, les feuilles du pommier contribuent significativement à la consommation d'oxygène vers la fin de l'expérimentation; ce qui n'est le cas du tourteau de thé.

Durée de survie des poissons aux différents traitements de macérations de feuilles de *Calotropis procera* et de tourteaux de thé

Durée de survie des poissons dans les traitements avec les macérations des feuilles de *C. procera*

Le Tableau 3 présente les durées de survie de 50%, 90% et 100% des poissons en fonction des concentrations des macérations des feuilles de *C. procera*. Les concentrations testées pour les macérations des feuilles de *C. procera* vont de 6000 mg/l à 10000 mg/l avec une variation de 1000 mg/l entre deux concentrations consécutives.

Avec les concentrations allant de 6000 à 10000 mg/l, nous enregistrons 50% de morts entre 4,10 et 6,05 heures, 90% entre 5,11 et

8,14 heures et 100% entre 5,59 et 9,12 heures (Tableau 3). De façon générale, les durées de survie (DS) diminuent avec l'augmentation des concentrations ; cependant les différences ne sont pas toujours significatives d'une concentration à l'autre. Ainsi, les valeurs des durées de survie pour les concentrations \leq 8000 mg/l ne présentent pas de différences significatives au seuil de 0,05 pour les DS50 et DS100, tout comme les durées de survie de la concentration 9000 et 10000 mg/l.

Durée de survie des poissons dans les traitements avec les macérés aqueux du tourteau de thé

Le Tableau 4 montre les durées de survie des poissons dans les traitements avec les macérés aqueux du tourteau de thé. Les concentrations testées vont de 5 à 25 mg/l avec une variation de 5 mg/l d'une concentration à l'autre. Avec des concentrations de 5 à 25 mg/l, nous obtenons respectivement 50% de morts en 2,37 et 7,38 heures, 90% en 2,54 et 8,37 heures et 100% en 3,23 et 9,53 heures. De façon générale, les durées de survie (DS) diminuent significativement avec l'augmentation de la concentration. Toutefois, il n'y a pas de différences significatives entre les durées de

survie obtenues avec les concentrations 20 et 25 mg/l.

Distribution des concentrations des macérations de chaque produit sur le plan euclidien à partir des composantes principales 1 et 2

Les Composantes 1 et 2 expriment plus de 70% de la variabilité entre les points et ont été choisis pour démontrer la discrimination des points observés dans le plan euclidien (Figures 3 et 4) et leur contribution à l'inertie du système (Tableaux 5 et 6). Les Figures 3 et 4 illustrent la distribution des concentrations pour chaque macération de produit sur le plan euclidien ; cette distribution montre la différence entre les concentrations de chaque macération végétale. Les Tableaux 5 et 6 présentent la contribution des différentes variables (Concentration, DS₅₀, DS₉₀, DS₁₀₀, DO_{début}, DO_{2h} et DO_{fin}) à l'inertie totale respectivement pour les macérations des feuilles de *C. procera* et les macérations des tourteaux de *Camellia*.

Tableau 1 : Résultats des réactions de caractérisation des feuilles de *Calotropis procera*.

Groupes chimiques recherchés	Colorations	Résultats
Stérols et triterpènes	Verte	++
Saponosides	Mousse blanche	+
Composés réducteurs	Rouge brique	++
Tanins et polyphénols	Bleu noirâtre	+
Flavonoïdes	Rouge	+
Caroténoïdes	Bleu-verte	+
Glucosides stéroïdiques	Violet	+
Anthracénosides	Surnageant rouge	++
Coumarines	Bleu verdâtre	+++
Anthocyanes	Violet	+++
Alcaloïdes bases	Rouge orangé	++
Alcaloïdes sels	Rouge orangé	++

Note : les signes + des résultats signifient ;

(+++): Réaction franchement positive ; (++) : Réaction moyennement positive ; (+) : Traces.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des températures enregistrées au cours des traitements.

Température (°C)	Concentrations (mg/l)				
	6000	7000	8000	9000	10000
T _{début}	25,30	25,93	25,00	26,27	25,27
T _{2h}	25,77	25,67	25,20	25,90	25,40
T _{fin}	26,27	26,63	26,47	26,30	26,27

Tableau 3 : Durée de survie en heures (chiffres à l'intérieur du tableau) de *Oreochromis niloticus* en fonction de la concentration des macérés aqueux des feuilles de *Calotropis procera*.

Durée de survie (en heures)	Concentrations (mg/l)				
	6000	7000	8000	9000	10000
DS ₅₀	6,05±0,54 ^a	6,35±0,47 ^a	5,15±0,61 ^a	4,25±0,20 ^b	4,10±0,55 ^b
DS ₉₀	8,14±0,50 ^a	7,42±0,62 ^a	6,30±0,88 ^b	5,17±0,31 ^c	5,11±0,42 ^c
DS ₁₀₀	9,12±0,71 ^a	8,17±0,18 ^a	7,57±1,67 ^a	6,37±0,60 ^b	5,59±0,35 ^b

Note : Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ;
 DS₅₀ : Durée où 50% des poissons meurent ;
 DS₉₀ : Durée où 90% des poissons meurent ;
 DS₁₀₀ : Durée où 100% des poissons meurent.

Tableau 4 : Durée de survie en heures de *Oreochromis niloticus* en fonction de la concentration des macérations du tourteau des graines de thé.

Durée de survie (en heures)	Concentrations (mg/l)				
	5	10	15	20	25
DS ₅₀	7,38±0,17 ^a	4,45±0,47 ^b	3,29±0,22 ^c	3,00±0,02 ^d	2,37±0,12 ^d
DS ₉₀	8,37±0,35 ^a	5,38±0,00 ^b	3,55±0,28 ^c	3,17±0,14 ^d	2,54±0,25 ^d
DS ₁₀₀	9,53±0,15 ^a	5,43±0,39 ^b	4,31±0,25 ^c	3,23±0,28 ^d	3,23±0,53 ^d

Note : Sur la même ligne, les valeurs portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ;
 DS₅₀ : Durée où 50% des poissons meurent ;
 DS₉₀ : Durée où 90% des poissons meurent ;
 DS₁₀₀ : Durée où 100% des poissons meurent.

Tableau 5 : Contribution des variables pour les macérations des feuilles de *Calotropis procera*.

Variables	Valeurs propres	Proportion	Proportion cumulée
Concentration	4,12	0,69	0,69
DS ₅₀	0,94	0,16	0,84
DS ₉₀	0,55	0,09	0,93
DS ₁₀₀	0,28	0,05	0,98
DO _{début}	0,07	0,01	0,99
DO _{2h}	0,04	0,01	1,00
DO _{fin}	0,00	0,00	1,00

Note : DS₅₀ : Durée où 50% des poissons meurent ; DS₉₀ : Durée où 90% des poissons meurent ; DS₁₀₀ : Durée où 100% des poissons meurent ; DO_{début} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau au début ; DO_{2h} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau au bout de 2 heures ; DO_{fin} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau à 100% de poissons morts.

Tableau 6 : Contribution des variables pour les macérations du tourteau des graines de thé.

Variables	Valeurs propres	Proportion	Proportion cumulée
Concentration	5,56	0,79	0,79
DS ₅₀	1,01	0,14	0,94
DS ₉₀	0,22	0,03	0,97
DS ₁₀₀	0,14	0,02	0,99
DO _{début}	0,05	0,01	1,00
DO _{2h}	0,01	0,00	1,00
DO _{fin}	0,00	0,00	1,00

DS₅₀ : Durée où 50% des poissons meurent ; DS₉₀ : Durée où 90% des poissons meurent ; DS₁₀₀ : Durée où 100% des poissons meurent ; DO_{début} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau au début ; DO_{2h} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau au bout de 2 heures ; DO_{fin} : Taux d'oxygène dissous dans l'eau à 100% de morts.

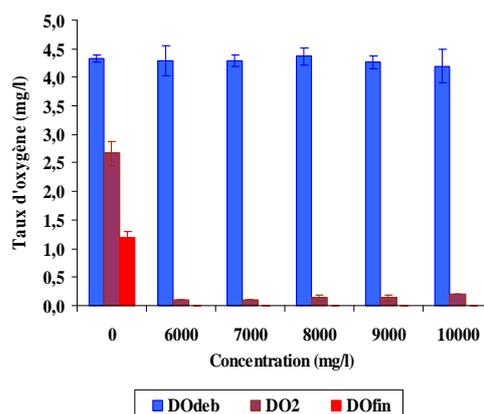


Figure 1: Evolution du taux d'oxygène dissous au cours de l'expérience en fonction de la concentration des macérés aqueux des feuilles de *Calotropis procera*. DO_{début} : Taux d'oxygène dissous au début ; DO_{2h} : Taux d'oxygène dissous au bout de 2 heures ; DO_{fin} : Taux d'oxygène dissous au bout de 100% de morts.

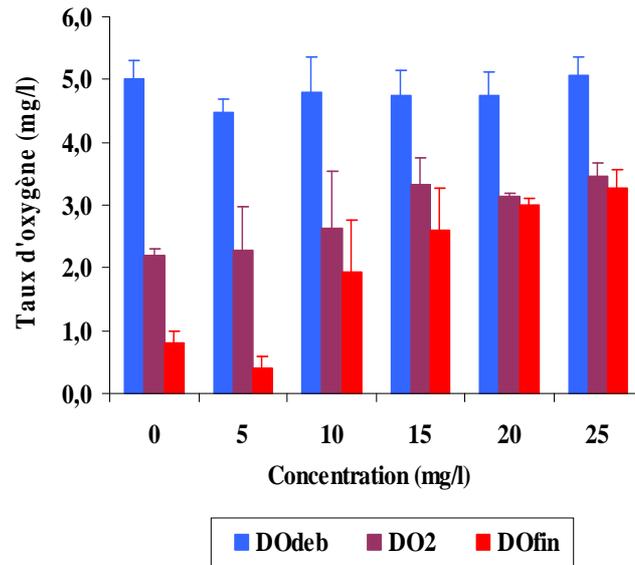


Figure 2 : Evolution du taux d'oxygène dissous au cours de l'expérience en fonction de la concentration des macérés aqueux du tourteau des graines de thé. DO_{début} : Taux d'oxygène dissous au début ; DO_{2h} : Taux d'oxygène dissous au bout de 2 heures ; DO_{fin} : Taux d'oxygène dissous au bout de 100% de morts.

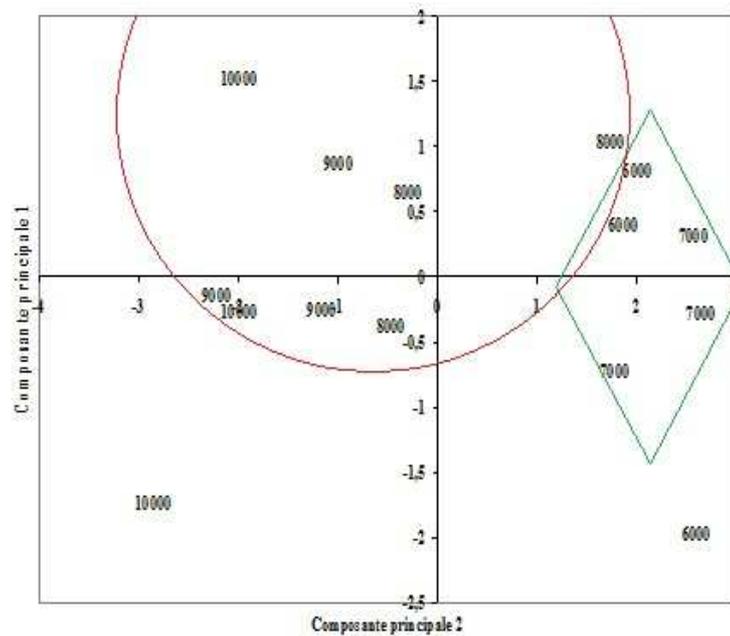


Figure 3 : Distribution des concentrations des macérations des feuilles de *Calotropis procera* sur le plan euclidien. Les valeurs représentent les concentrations en mg/l ; Les valeurs à l'intérieur d'un même quadrilatère ne sont pas significativement différentes au seuil de 0,05.

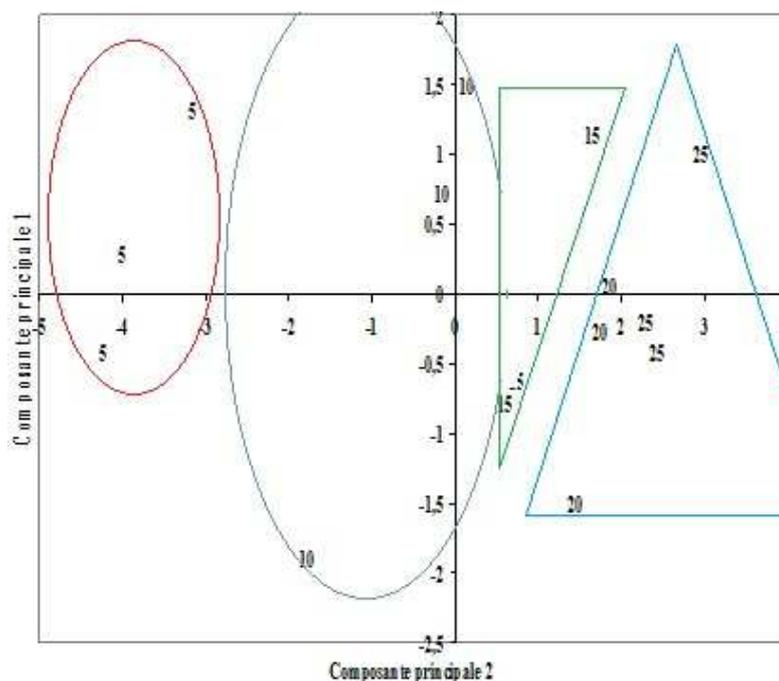


Figure 4 : Distribution des concentrations des macérations du tourteau des graines de thé sur le plan euclidien. Les valeurs représentent les concentrations en mg/l ; Les valeurs à l'intérieur d'un même quadrilatère ne sont pas significativement différentes au seuil de 0,05.

DISCUSSION

Groupes chimiques

Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Nikièma (2005), Doughari et al. (2007), Guissou et al. (2008) et Mbako et al. (2009). Ces auteurs ont en effet mis en évidence la présence d'oses et holosides, de stéroïdes, de polyuronides, de hétérosides triterpéniques, de hétérosides cardiotoniques et de saponosides (Nikièma, 2005), d'alcaloïdes, de saponines, de tanins et phénols, de glycosides cardiaques, de caroténoïdes et de flavonoïdes (Doughari et al., 2007 ; Guissou et al., 2008 ; Mbako et al., 2009) dans *C. procera*.

Evolution de la température

Les résultats sur l'évolution de la température (Tableau 2) vont dans le même sens que ceux obtenus par Brackenbury et al. (1997). En effet, ces auteurs, dans l'évaluation

de la toxicité aiguë de *Apodytes dimidiata* sur *O. mossambicus* (une espèce de poisson du même genre que *O. niloticus*) ont noté l'absence de différences significatives entre les températures observées au cours de l'expérimentation. Ce constat démontre la similarité des effets ichthyotoxiques des deux plantes sur les poissons du genre *Oreochromis*.

Evolution de l'oxygène dissous

Cette diminution du taux d'oxygène dissous pourrait s'expliquer d'une part par la consommation d'oxygène du fait de la respiration du poisson et d'autre part par la demande chimique en oxygène (DCO) du macéré des feuilles de *C. procera* qui capturerait les molécules d'oxygène dissous comme le font la saponine et la roténone dès leur application dans l'eau (Davies, 1983 ; Kabré, 1984).

Cette situation suggère que la mort des poissons en fin d'expérience est due partiellement au stress occasionné par le déficit brutal du taux d'oxygène en 3 heures environ (pour la concentration la plus élevée de 25 mg/l de macéré aqueux de tourteau de thé) comparé à la chute lente du même déficit de près de 6 heures pour le macéré de feuilles de *Calotropis procera* pour la concentration la plus élevée de 10000 mg/l. La Figure 2, en effet, indique que l'évolution de l'oxygène dissous en fin d'expérience présente des valeurs qui sont supérieures à la teneur létale de 1,5 mg O₂/l pour les tilapias (Boyd, 1979).

Ceci laisserait penser que le tourteau de thé réduit la capacité du poisson à utiliser l'oxygène dissous de l'eau. Par ailleurs le tourteau de thé contient de la saponine, ce qui lui vaut l'appellation générique/commercial de "saponine". Le caractère toxique de la saponine pour le poisson a été largement mis en évidence par de nombreuses études (FAO, 1981 ; Guerrero et al., 1989). En effet, ces auteurs ont montré que la saponine tue les poissons à des concentrations de 5 à 20 mg/l en fonction de l'espèce de poisson et de la salinité de l'eau (Guerrero et al., 1989) ; la saponine est toxique pour le poisson à la concentration de 10 mg/l (FAO, 1981).

Changements de comportement des poissons

L'intoxication des poissons par les deux produits à des doses (cinq doses) différentes de macérations se manifeste par d'intenses activités de nages après un temps de latence (1 heure en moyenne) qui varie selon la dose et le produit utilisé: ceux-ci remontent à la surface de l'eau parfois par des sauts vigoureux en accélérant les mouvements operculaires et buccaux pour piper la fine couche supérieur d'eau en contact avec l'air. Ils adoptent par ailleurs une position plus ou moins verticale. L'agonie du poisson débute

par une perte d'équilibre, le poisson nage de manière excentrique en tournoyant de part et d'autre de l'aquarium ; il finit par se déposer au fond et meurt la bouche ouverte. Une quantité abondante de mucus parfois sanguinolent est observée au niveau des branchies qui deviennent plus rouges que la normale ; ce mucus déborde et se répand sur les opercules et partiellement sur le corps de certains individus.

Des comportements similaires ont été rapportés par Jothivel et al. (2008) chez *Clarias batrachus* (Linn), *Channa strius* (Bloch) et *Mystus vitattus* (Bloch) soumis à des macérations des graines de *Anamirta cocculus*.

Durée de survie des poissons

Le suivi du taux d'oxygène dissous a montré que deux heures après l'application des macérations des feuilles de *C. procera*, les milieux devenaient rapidement déficitaires en oxygène (Figure 1). En conséquence, les mortalités enregistrées pourraient provenir de l'asphyxie due au manque d'oxygène : une partie de l'oxygène est capturé par le macéré de *C. procera* par réaction biochimique conduisant à une baisse du taux d'oxygène dissous ; cette situation est comparable à celle de la roténone qui capture l'oxygène dissous après son application (Kabré, 1984). Néanmoins ces réactions biochimiques restent à être élucidées lors des prochaines investigations car *C. procera* n'a pas fait l'objet de nombreuses recherches toxicologiques sur le poisson. Toutefois, la toxicité de *C. procera* a été étudiée sur le criquet pèlerin (Abbassi et al., 2004) et sur les rats (Mascolo et al., 1988 ; Mbako et al., 2009). Ces auteurs ont rapporté que des extraits de feuilles de *C. procera* causent 10 à 20% de morts des rats à la dose de 3 à 3,5 g/kg (Mascolo et al., 1988) et 50% de morts

des rats en 24 heures à la dose de 0,94 g/kg (Mbako et al., 2009).

Cependant *C. procera* a surtout fait l'objet d'investigations plutôt sur ses propriétés biologiques anti-inflammatoires (Mascolo et al., 1988 ; Majumder et al., 1997), anti-pyrétiques (Mascolo et al., 1988), antibactériennes (Mascolo et al., 1988 ; Parabia et al., 2008) et anthelminthiques (Iqbal et al., 2005).

Distribution des concentrations sur le plan euclidien

La Figure 3 illustre la distribution des concentrations des macérations des feuilles de *C. procera* sur le plan euclidien. L'analyse des résultats montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les concentrations 6000 et 7000 mg/l et entre les concentrations 8000, 9000 et 10000 mg/l. Ces résultats s'expliquent par le fait que les concentrations à l'intérieur d'un même quadrilatère ont les mêmes effets de toxicité sur le poisson.

La distribution des concentrations des macérations du tourteau de thé sur le plan euclidien est présentée par la Figure 4. Les regroupements des différentes concentrations dans les quadrilatères démontrent que les concentrations 5, 10 et 15 mg/l diffèrent significativement entre elles d'une part et chacune d'elle diffère des concentrations 20 et 25 mg/l d'autre part. Les concentrations 20 et 25 mg/l ne sont pas significativement différentes et sont par conséquent dans le même quadrilatère.

Au niveau des Tableaux 5 et 6, les variables qui contribuent principalement à l'inertie totale du système sont la concentration et la durée de survie de 50% des poissons (DS_{50}). Ces deux variables contribuent pour 84% et 94% de l'inertie du système respectivement pour *C. procera* et *Camilla sp.*

Conclusion

La présente étude a permis de mettre au point une possibilité d'utilisation d'extrait pommier de Sodome du Sénégal (*Calotropis procera*) comme produit ichtyotoxique en remplacement de la saponine à base de thé communément utilisé en aménagement piscicole. *Calotropis procera* qui est une plante locale prolifique peut répondre à la demande des pisciculteurs en région soudano-sahélienne. Les expériences qui ont consisté à tester dans les mêmes conditions de laboratoire les effets toxiques de ces deux plantes sur des juvéniles du tilapia *Oreochromis niloticus* en utilisant des macérations du tourteau des graines de thé (*Camellia sp*) et des feuilles fraîches de *Calotropis procera* ont permis d'une part de déterminer des groupes chimiques contenus dans les feuilles de *Calotropis procera*. D'autre part, l'étude a révélé notamment que le tourteau des graines de thé à la concentration de 20 mg/l tue 100% des poissons en 3 h 23 mn ; à l'opposé les feuilles fraîches *C. procera* à la concentration de 10000 mg/l causent la mort de 100% des poissons en 5 h 11 mn. Il a été noté que le déficit d'oxygène dissous résultant de la consommation par les feuilles a contribué de façon significative à la mortalité des poissons ; l'utilisation de feuilles séchées pourrait offrir de meilleurs résultats avec moins de masse de matière première à employer.

Du fait que *C. procera* soit prolifique dans la zone d'étude, il est souhaitable de poursuivre des investigations sur son utilisation en aquaculture : des études ichtyotoxicologiques des autres parties de la plante ou de leurs extraits sont envisageables ; il est bien connu que la roténone est utilisée comme déparasitant et nos futures investigations peuvent se pencher sur l'usage

de *Calotropis procera* dans la lutte contre les pathogènes chez les poissons.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet de pisciculture de Bagré qui a abrité l'étude et très particulièrement le Professeur Guissou I. Pierre qui a permis de conduire les tests de détermination des groupes chimiques au laboratoire de chimie de l'Institut de Recherche en Science de la santé (IRSS) à Ouagadougou.

REFERENCES

- Abbassi K, Ataykadiri Z, Ghaout S. 2004. Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775). *Zool. baetica*, **15**: 153-166.
- Boyd C. 1979. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*. Craftmaster Printers Inc.: Opelika, Alabama; 359p.
- Brackenbury TD, Appleton CC. 1997. Acute toxicity evaluation of the plant molluscicide, *Apodytes dimidiata* (Icacinaceae), to *Eisenia fetida* (Oligochaeta) and *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae) in South Africa. *Acta Tropica*, **63**: 1-14.
- Chiayvareejja S, Rittibhombhum N, Hongpromyart M, Wiriyachitra P. 1997. Toxicity of the Thai piscicidal plant, *Maesara mentacea*, to freshwater fishes in ponds. *Aquaculture*, **158**: 229-234.
- Davies W. 1983. Sampling with Toxicants. In *Fisheries Techniques*, Nielsen LA, Johnson DL (eds). American Fisheries Society: Bethesda, Maryland, USA; 199-213.
- Doughari JH, Pukuma MS, De N. 2007. Antibacterial effects of *Balanites aegyptiaca* L. Drel. and *Moringa oleifera* Lam. on *Salmonella typhi*. *African Journal of Bio-Technology*, **6**(19): 2212-2215.
- Edet DI, Ikpi GU. 2008. Toxicity and Behaviour of *Clarias Gariepinus* (Burchell, 1822) Fingerlings subjected to Piscicidal Plant Extract of Aidon *Tetrapleura Tetraptera*. *J. Appl. Sci. Environ Manage*, **12**(3): 1119-8362.
- FAO. 1981. Développement de l'aquaculture continentale en Chine. Rapport du Voyage d'Etude FAO/PNUD organisé par les pays africains francophones. 22 avril-20 mai 1980. FAO Doc. Tech. Pêches, (215), 152 p.
- Guerrero R, Guerrero CL, Garciad LA. 1989. Use of indigenous plants as sources of fish toxicants for pond management in the Philippines. Paper presented at the 2nd ASIAN Science and Technology Week Scientific Session on Biotechnology, 30 January-February 1989, Metro Manila, 5 p.
- Guissou IP, Traoré A, Ouédraogo M, Ouédraogo G, Lompo M. 2008. Propriétés pharmacologiques de *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae), plante médicinale utilisée en médecine traditionnelle au Burkina Faso. 15ème colloque sur la Pharmacopée et la Médecine Traditionnelles Africaines le 27 Novembre, du 01 au 04 Décembre 2008, Libreville, 27 p.
- Iqbal Z, Lateef M, Jabbar A, Muhammad G, Khan MN. 2005. Anthelmintic activity of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. F. flowers in sheep. *Journal of Ethnopharmacology*, **102**: 256-261.
- Kabre TA. 1984. Relationships and dynamics of predator and prey fish species in four reservoirs in Central Alabama. Master of Science thesis in Fisheries Sciences, Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA, 48p.
- Kabré TA, Illé A. 2000. Rétrécissement saisonnier des superficies d'eau, variation physico-chimique et production des pêcheries artisanales de Bagré. Centre-Est

- Burkina Faso. *Tropicultura*, **18**(3): 130-135.
- Jothivel N, Paul V. 2008. Evaluation of the acute toxicity of the seeds of *Anamirta cocculus* (Linn.) and its piscicidal effect on three species of freshwater fish. *The Internet Journal of Toxicology*, **5**(1): 1-11.
- Majumder PK, Kumarw VL. 1997. Anti-inflammatory Activity of Fractions of Latex of *Calotropis procera* in Carrageenan Induced Rat Paw Oedema. *Phytotherapy Research*, **11**: 166-167.
- Mascolo N, Sharma R, Jain SC, Capasso F. 1988. Ethnopharmacology of *Calotropis procera* flowers. *Journal of Ethnopharmacology*, **22**: 211-221.
- Mbako JD, Adamu Z, Afutu JK, Aliyu A, David S, Umarrs MB, Nduaka C. 2009. Effects of the aqueous extract of fresh leaves of *Calotropis procera* on haematological and biochemical parameters in female rabbits. Full Length Research Paper. *African Journal of Biotechnology*, **8**(19): 5071-5075.
- Nikiéma WPR. 2005. Propriétés pharmacologiques de *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae), récolté au Mali : Etude préclinique des effets anti-inflammatoires et anti-microbiens des extraits des écorces de racines. Docteur d'Etat en Pharmacie, Université de Bamako, 162 p.
- Parabia FL, Kothari IL, Parabia MH. 2008. Antibacterial activity of solvent fractions of crude water decoction of apical twigs and latex of *Calotropis procera* (Ait) R. Br. *Natural Product Radianance*, **7**(1): 30-34.