

J. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan  
Vol.I, n°2, Novembre 1991 : 111-118

(10) DOSES EFFICACES EN GLYPHOSATE ET EN 2,4 -D  
POUR LE CONTROLE CHIMIQUE DES LAITUE D'EAU  
(*PISTIA STRATIOTES*, LINN.) ET TOXICITE  
DU GLYPHOSATE VIS-A-VIS DES TILAPIAS  
(*SAROTHERODON MELANOTHERON*)

GLYPHOSATE AND 2,4 -D EFFICACIOUS DOSES  
FOR THE CHEMICAL CONTROL OF WATER LETTUCE  
(*PISTIA STRATIOTES*, LINN.)  
AND TOXICITY OF GLYPHOSATE AGAINST TILAPIAS  
(*SAROTHERODON MELANOTHERON*)

Par

ETIEN N., N. KABA et J.B. AMON KOTHIAS  
Centre de Recherches Océanologiques  
B.P. V 18 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

====0000====

RESUME

Les effets toxiques des herbicides Round up (glyphosate) et 2,4 -D (herbazol) ont été testés puis comparés sur des échantillons de salade d'eau (*Pistia stratiotes*, Linn., Aracées) mis en culture dans des aquariums en verre. Le glyphosate paraît plus toxique sur ces plantes que le 2,4 -D. Il a été donc testé sur des juvéniles de tilapia *Sarotherodon melanotheron*. La dose létale chez le tilapia (CL<sub>50</sub> = 13.25 mg.l<sup>-1</sup>) est 18, 37 et 74 fois environ plus élevée que la dose toxique de glyphosate chez les plantes pour les profondeurs d'eau de 1, 2 et 4 mètres respectivement.

Mots - clés : *Pistia stratiotes*, lutte chimique, *Sarotherodon melanotheron*, dose létale.

ABSTRACT

The toxic effects of two herbicides Round up (glyphosate) of 2,4 -D (herbazol) were tested on *Pistia stratiotes* (Linn. Araceae) samples cultivated in glass aquariums. The glyphosate appears to be more toxic on *Pistia stratiotes* than 2,4 -D. It was then tested on tilapia *Sarotherodon melanotheron* juveniles.

The lethal dose for tilapias ( CL<sub>50</sub> = 13.25 mg.l<sup>-1</sup>) is about 18, 37 and 74 times higher than the glyphosate toxic dose for plants at 1, 2 and 4 meters water depth respectively.

Key - words : *Pistia stratiotes*, chemical control, *Sarotherodon melanotheron*, lethal dose.

INTRODUCTION

La salade d'eau (*Pistia stratiotes*, Linn., Aracées) constituait, antérieurement à l'ouverture du Canal de Vridi, une espèce commune de la lagune Ebrié, colonisant particulièrement les criques et les baies à fort taux de sédimentation aux contacts des eaux vives continentales (Guiral et Etien, 1991). Mais à l'ouverture permanente du Canal de Vridi en 1951 (Varlet, 1978), elle n'est observée, dans l'ensemble du secteur Est de la lagune, qu'en période de post-crue du fleuve Comoé, constituant des îlots flottants et dérivants. Cette évolution s'est reproduite annuellement jusqu'en 1984, avec une intensité et une durée liée à l'importance de la crue, et donc de la dessalure des eaux lagunaires.

## 1 - MATERIEL ET METHODES

Par ailleurs, les lacs de barrage hydro-électrique (Ayamé, Kossou, Taabo et Buyo) sont également colonisés par cette espèce (Mouraret, 1971 ; Mulligan, 1972 et Sankaré *et al.*, 1986).

La biomasse végétale de l'espèce augmentant très rapidement par reproduction végétative (Mitchell, 1974), sa prolifération est souvent spectaculaire et gênante pour certaines activités humaines : obstacle à la pêche, à la navigation et aux activités de tourisme, obstruction des canaux de drainage et d'irrigation. Malencontreusement, cette prolifération est toujours consécutive à d'autres activités humaines : rejets dans les eaux de déchets d'usine, de ménage, d'engrais chimiques, déforestation, destruction de la faune aquatique herbivore (Charbonnel, 1989).

À travers le monde, la lutte contre les plantes aquatiques flottantes envahissantes est préoccupante et divers moyens sont utilisés : ramassage manuel ou mécanique, contrôle biologique et traitement chimique, avec des succès variables (Bennett, 1972 ; Edwards et Thomas, 1977 ; Ashton *et al.*, 1979 ; Room *et al.*, 1981, 1984 et 1985 ; et Mitchell, 1985).

Chacune de ces voies d'approche présente un intérêt particulier :

- Le contrôle biologique est une solution économique viable (Bennett, 1972 ; Wright, 1981 ; Room et Thomas, 1985 ; Room *et al.*, 1981 et 1984 et Thomas et Room, 1984) car moins brutal mais bien plus durable ; il permet de réduire l'abondance de l'espèce indésirable sans l'éradiquer totalement ;

- La récolte des végétaux, par contre, peut permettre d'éviter le phénomène d'eutrophisation (Hammer et Bastion, 1988). Dans certains cas, les plantes collectées (telle la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes*, Solms-Laub., Pontédériacées) sont, en outre, une assez bonne source de bio-gaz, d'aliments de bétail ou d'engrais (Oso, 1988 et Amon Kothias, com. pers.) ;

- Dans le cas de la lutte chimique, les résultats sont obtenus dans un délai de temps relativement court, et elle est généralement moins coûteuse que la récolte mécanique ; mais l'inconvénient majeur est le risque d'intoxication de l'environnement (Ashton *et al.*, 1979 ; Mitchell, 1985 et Room et Gill, 1985).

La présente étude se propose de déterminer les doses efficaces de deux herbicides pour le contrôle chimique de la salade d'eau (*Pistia stratiotes*, Linn., Aracées) et de vérifier la toxicité de l'herbicide le plus efficace sur une ressource halieutique exploitée (le tilapia *Sarotherodon melanotheron*).

Dans cette étude axée sur le traitement chimique de *P. stratiotes*, nous nous proposons d'utiliser deux herbicides (Tableau 1) :

- le glyphosate (N-Phosphonométhyl glycine ou Round Up), inhibiteur de la biosynthèse d'acides aminés aromatiques et de certains enzymes ;

- l'herbazol 720 (2,4-Dichlorophénoxy acide acétique ou 2,4-D), activateur du métabolisme des phosphates et modificateur des acides nucléiques.

Ces herbicides sont couramment utilisés dans l'agriculture en Côte d'Ivoire et ont été essayés sur des plantes aquatiques dans d'autres laboratoires (Brandt, 1983 ; Reish 1986 ; Montégut, 1987 ; Goldsborough and Brown, 1988). Certains de leurs propriétés physico-chimiques (solubilité dans l'eau pour les doses utilisées, volatilité négligeable, biodégradabilité avec la demi-vie du glyphosate variant de 2 à 10 semaines dans l'eau et celle du 2,4-D allant de 1.4 à 2.8 heures dans l'eau ; Brandt, 1983) font qu'ils ont des rémanences relativement faibles et ne présentent presque pas de danger pour l'homme au cours de l'application et du nettoyage du matériel.

Les plantes (poids moyen =  $30.9 \pm 15.2$  g) ont été prélevées sur le lac Ayamé compris entre les barrages hydroélectriques Ayamé I et II.

Les poissons (poids moyen =  $6.50 \pm 1.00$  g) proviennent de la station piscicole de Layo.

L'eau de l'expérimentation provient du lac Ayamé (PH =  $5.70 \pm 0.10$ ; turbidité = 50 NTU) pour les plantes et de la station piscicole de Layo (PH =  $7.30 \pm 0.10$ ; turbidité = 40 NTU) pour les poissons.

Les différentes doses utilisées sont préparées en fonction des paramètres suivants :

- Dose efficace fournie par la littérature (Worthing, 1983) spécialisée ( $10 \text{ l. ha}^{-1}$  pour le glyphosate et  $6 \text{ l. ha}^{-1}$  pour le 2,4-D) ;

- Aire couverte par les plantes dans chaque aquarium ( $0.18 \text{ m}^2$ ) ;

- Concentration de matière active contenue dans la solution mère du produit ( $360 \text{ g.l}^{-1}$  pour le glyphosate et  $720 \text{ g.l}^{-1}$  pour le 2,4-D).

Ainsi les doses suivantes (en  $\text{g.m}^{-2}$ ) ont été appliquées sur les plantes :

- glyphosate: 0.72; 0.36; 0.18 et 0.09.

- 2,4-D : 0.88; 0.44; 0.22 et 0.11.

Le mode opératoire a comporté deux phases dans son déroulement :

Tableau 1 – Caractéristiques des herbicides Round Up et 2,4-D.  
 Characteristics of herbicides Round Up and 2,4-D.

Nom commun	Round Up	Herbazol 720 ou 2,4 -D
Nom scientifique	N- (phosphonometyl) glycine ou glyphosate	(2,4 - Dichlorophenoxy) acide acétique
Solubilité	10 g/l à 25°C dans l'eau	620 mg/l à 25°C dans l'eau
Aspect physique	Solide blanc	Poudre colorée
Volatilité	Négligeable	Négligeable
Formulation	Liquide jaune à jaune ambré, légèrement sirupeux	Liquide marron
Concentration de matière active	360 g/l de glyphosate dans la solution mère	720 g/l de 2,4 -D dans la solution mère
Mode d'action	Absorption à travers les feuilles et diffusion au niveau des racines des rhizomes  Inhibition de la biosynthèse des acides aminés aromatiques et de certains enzymes.	Absorption à travers les feuilles et diffusion dans la plante  Activation du métabolisme des phosphates et modification des acides nucléiques.
Toxicité	DL50 par voie orale chez les rats mâles et femelles : 4900 mg/kg. DL50 par voie cutanée chez le lapin : supérieure à 7940 mg/kg. Produit légèrement irritant pour la peau et irritant pour les yeux chez le lapin : irritation inférieure à celle d'un savon de toilette contenant 10% de savon.	DL50 par voie orale chez le rat : 375 mg/kg.

– détermination des doses efficaces par soumission de différents lots de plantes à des doses croissantes de chacun des herbicides ;

– test de toxicité de l'herbicide le plus efficace sur le tilapia *Sarotherodon melano-theron*.

### 1.1. Test de phytotoxicité :

Une série d'aquariums parallélépipédiques en verre de 54 litres chacun est utilisée. Pour chaque herbicide deux aquariums sont réservés aux témoins et deux aquariums pour chacune des doses.

Dix pieds de "laitue d'eau" sont introduits par aquarium (soit 20 plantes par dose) contenant environ 45 litres d'eau et entourés de papier plastique noir. Les aquariums et leurs contenus sont soumis à la température ambiante et à l'éclairage du jour. Après quatre jours d'acclimatation, les feuilles des plantes sont traitées par pulvérisation des herbicides. Chaque dose est d'abord diluée dans un litre d'eau du milieu, puis pulvérisée entièrement sur toutes les feuilles des aquariums concernés.

Comme indiqué dans le tableau 1, les produits utilisés agissant au niveau du système foliaire (Brandt, 1983), l'état des feuilles peut par conséquent être utilisé comme critère de nécrose, donc comme l'effet des produits.

La phytotoxicité létale est alors définie comme la différence entre le pourcentage de feuilles jaunies dans les aquariums traités et le pourcentage de jaunissement lié au seul vieillissement des plantes (évalué à partir des témoins).

### 1.2. Test de toxicité sur les poissons :

Il s'agit de tester sur l'ichtyofaune lagunaire la toxicité de l'herbicide le plus efficace sur *Pistia stratiotes*. Nous avons donc fait les tests sur des juvéniles de tilapia *Sarotherodon melano-theron*, une espèce de poissons dont l'élevage est assez bien maîtrisé à la station d'aquaculture de Layo (Legendre, 1983).

Les expériences sont faites en régime statique dans des aquariums en verre, contenant 50 litres d'eau chacun. Deux aquariums sont utilisés par concentration et deux autres pour les témoins en raison de 7 poissons par aquarium (soit 14 poissons par concentration testée).

A partir d'un essai préliminaire, les concentrations de l'herbicide le plus efficace correspondant à 0% et à 100% de mortalité en 24h ont été déterminées. Elles ont ensuite permis d'établir une série de concentrations pour le test définitif qui a duré 96 heures (AFNOR, 1984). A partir de cette expérience la CL50 (96h) sera déterminée par interpolation de la courbe "concentration-réponse" (Reish et Oshida, 1986).

## 2 - RESULTATS - DISCUSSIONS

### 2.1. Observations des feuilles après le traitement

Les plantes traitées ont été choisies bien saines et avec toutes les feuilles vertes. A la fin du traitement, les feuilles des aquariums témoins demeurent encore vertes alors que celles ayant subi les pulvérisations sont jaunes (Planche I : Photos a et b).

Les feuilles des plantes traitées au glyphosate, présentent des colorations blanchâtres ; cette décoloration se localise au niveau des feuilles centrales. On note, par ailleurs, que le nombre de plages jaunies sur les feuilles, de même que le nombre des feuilles en jaunissement augmentent avec les doses de glyphosate : les feuilles soumises à la dose de  $0.72 \text{ g.m}^{-2}$  sont jaunes sur toute leur surface ; de plus, pour cette même dose, les feuilles situées au centre des plantes sont complètement détruites au bout de 18 jours (Planche I : Photos b et c).

Les plantes traitées au 2,4-D, présentent, au bout de sept jours, un jaunissement de leurs feuilles qui s'accroît pour les doses les plus fortes ; ainsi, au bout de dix huit jours, le jaunissement est à son maximum pour les plantes soumises à la dose de  $0.88 \text{ g.m}^{-2}$  (Planche I : Photo d).

Le blanchissement et le jaunissement des feuilles sont les manifestations de l'effet herbicide des produits, et sont considérés comme l'accomplissement de la translocation, c'est-à-dire la migration effective du produit vers les parties immergées (racines, et stolons).

Dans le cas du traitement au glyphosate, ce phénomène survient, en général, au bout de 10 à 15 jours, surtout quand la pulvérisation est faite au moment où l'humidité relative est assez élevée (Brandt, 1983).

### 2.2. Représentation graphique de la phytotoxicité

L'analyse de ce paramètre fait apparaître une augmentation de la toxicité avec le temps. L'effet est plus accentué pour les doses les plus fortes. L'on se situe ainsi à environ 50% et 60% de phytotoxicité dix huit jours après le traitement respectivement pour le 2,4-D et le glyphosate (Figure 1).

De plus, la détermination de la CE50 (dose ou concentration permettant d'obtenir une efficacité équivalente à 50%) pour chacun des deux herbicides, au bout de dix huit jours d'expérimentation, a permis d'obtenir des valeurs de  $0.90 \text{ g.m}^{-2}$  pour le 2,4-D et  $0.63 \text{ g.m}^{-2}$  pour le glyphosate (Figure 2). Il faut par conséquent des quantités relativement plus faibles (30% moindre) de glyphosate pour obtenir des effets identiques à ceux du 2,4-D.

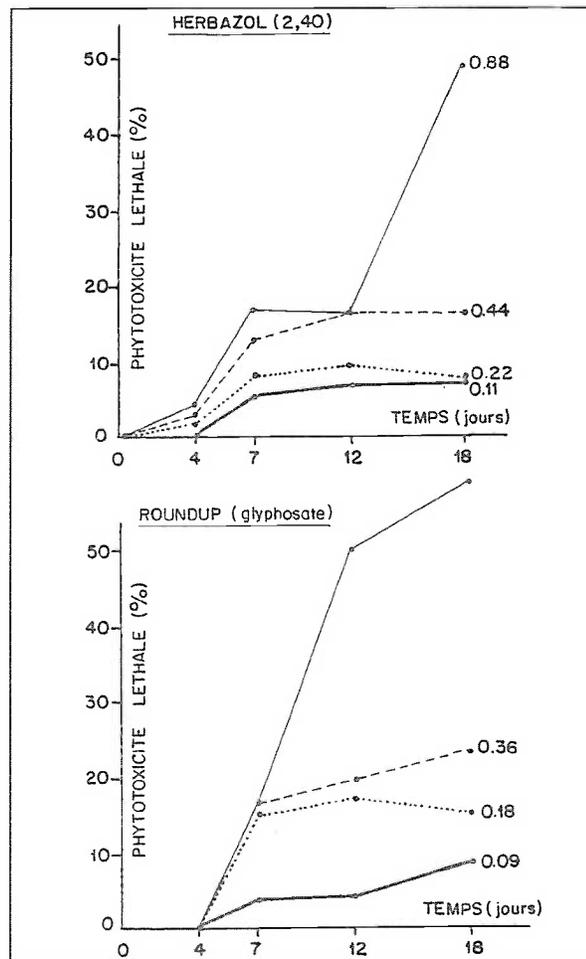


Figure 1 - Phytotoxicité du 2,4 -D (A) et du glyphosate (B) sur *Pistia stratiotes*.

Phytotoxicity of 2,4 -D (A) and glyphosate (B) on *Pistia stratiotes*.

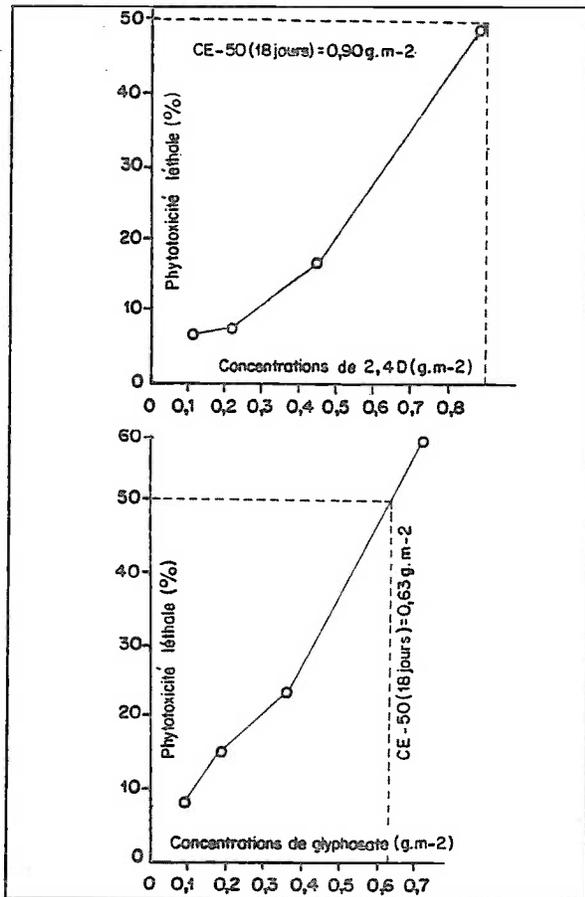


Figure 2 - Détermination graphique de la CE50 chez *Pistia stratiotes* (Effets du 2,4 -D et du glyphosate).  
Graphical determination of CE50 for *Pistia stratiotes* (Effects of 2,4 -D and glyphosate).

Ces effets phytotoxiques sont certainement le reflet de dérèglements subis au niveau cellulaire : inhibition de la biosynthèse des acides aminés aromatiques et de certains enzymes dont le rôle est encore assez mal connu dans le cas du glyphosate ; inhibition de la photosynthèse et modification du métabolisme des acides nucléiques dans le cas du 2,4-D (Ware, 1927; Brandt, 1983).

Au vu des observations faites d'une part, (blanchissement et jaunissement des feuilles) et de la quantification de l'effet d'autre part, (phytotoxicité létale équivalente à 60% environ pour la dose la plus forte), le glyphosate apparaît être plus efficace sur *Pistia stratiotes*. C'est pourquoi la toxicité de ce produit sera testée sur les poissons.

### 2.3. Intoxication des poissons

Les concentrations qui correspondent à 0% et 100% de mortalité en 24h sont respectivement égales à 10.4 et 20.8 mg.l<sup>-1</sup>. Les

concentrations testées pour le test définitif sont égales à 10.4 mg.l<sup>-1</sup>, 12.5 mg.l<sup>-1</sup>, 15 mg.l<sup>-1</sup> et 21.5 mg.l<sup>-1</sup>. A partir de cette expérience la CL50 (96h) est déterminée par interpolation de la courbe "concentration-réponse" (Reish et Oshida, 1986).

Les résultats relatifs à cette expérience sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Effets du glyphosate sur le poisson (juvéniles de *Sarotherodon melanotheron*).  
Effects of glyphosate on fish (juveniles of *Sarotherodon melanotheron*).

Concentrations (mg.l <sup>-1</sup> )	Pourcentage de survivants en 96 heures
Témoin	100
10.40	100
12.50	57,10
15.00	35,70
18.00	0
21.60	0

La détermination graphique de la CL50 donne, dans les conditions de ce test, une valeur de 13.25 mg.l<sup>-1</sup> (Figure 3).

Si l'on ramène la dose efficace de glyphosate sur les plantes (CE=0.72 g.m<sup>-2</sup>) à la concentration qu'elle aurait, par dilution, dans des colonnes d'eau de profondeur de 1 m, 2 m ou 4 m, on obtiendrait respectivement : 0.72 mg.l<sup>-1</sup>, 0.36 mg.l<sup>-1</sup> et 0.18 mg.l<sup>-1</sup>.

L'on constate alors que la dose létale (CL<sub>50</sub> = 13.25 mg.l<sup>-1</sup>) serait plus importante que ces valeurs (de 18.5, 37 et 74 fois). Autrement dit, la dose efficace de glyphosate, déterminée pour combattre les plantes ne représente pas un danger pour les poissons.

Il ressort donc que, dans l'hypothèse d'un épandage à dose efficace dans le milieu aquatique, les phénomènes de dilution, associés aux facteurs tels que la biodégradation, couplée à l'absorption sur la matière organique (Brandt, 1983), vont tendre à réduire ou annuler la toxicité du glyphosate.

### 3 - CONCLUSIONS

Ces essais ont permis de montrer les effets phytotoxiques des produits testés et surtout de montrer que le glyphosate est plus efficace que le 2,4-D qui, malgré son coût trois fois moindre, est plus toxique (13 fois plus toxique chez le rat comme l'a montré Worthing, 1983).

## BIBLIOGRAPHIE

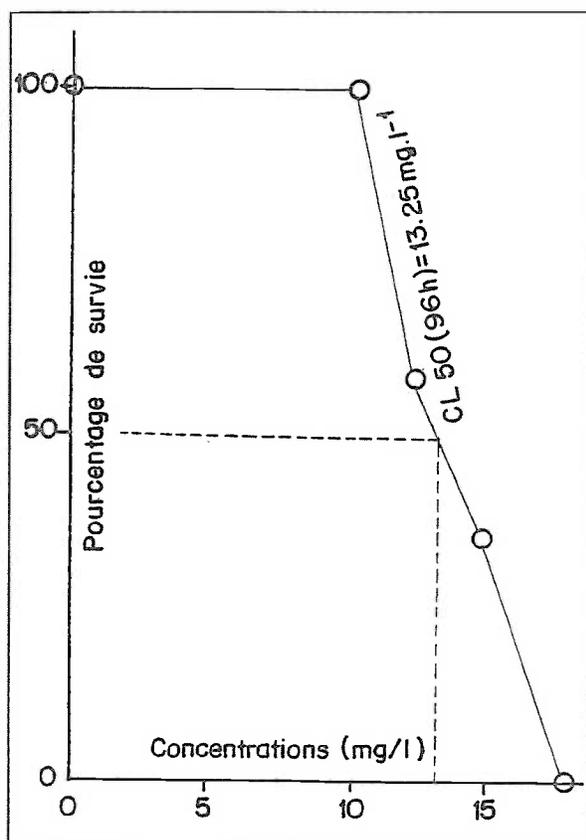


Figure 3 : Détermination graphique de la CL50 (96 h) chez le *Tilapia Sarotherodon melanotheron*. (Effets du glyphosate).

Graphical determination of CL50 (96 h) for *Tilapia Sarotherodon melanotheron*. (Effects of Glyphosate).

Il a été montré, par ailleurs, que la dose létale chez le tilapia est au moins 18, 37 et 74 fois environ plus élevée que la dose efficace chez les plantes pour des profondeurs d'eau de 1, 2 et 4 mètres respectivement. Ainsi, en cas d'un épandage dans le milieu naturel, les quantités de produit déversées seraient insignifiantes en raison des phénomènes de dilution et de biodégradation.

Au vu de cette expérimentation, l'emploi de ce produit dans le milieu naturel reste possible car il paraît sans danger apparent pour un des maillons essentiels de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique : la faune ichthyologique. Toutefois, avant épandage à grande échelle, il reste conseillé d'effectuer des études sur la toxicité du glyphosate sur les autres maillons de la chaîne trophique qui conduit au poisson.

En tout état de cause, l'usage des herbicides dans les milieux aquatiques devra être soumis à une réglementation très stricte.

AFNOR, 1984.- Recueil de normes françaises : Essais toxico-logiques et écotoxicologiques des produits chimiques. Tour Europe CEDEX 7, 92080 Paris La Défense. 65p.

Ashton, P.J., W.E. Scott, D.J. Steyn et R.J. Wells, 1979.- The chemical control water hyacinth *Eichhronia crassipes* (Mart.). Solms. Progress in Water Technology, 13 : 865-882.

Bennett, F.D., 1972.- Some aspects of the biological control of aquatic weeds. Proceedings of the Second International Symposium on the Biological Control of Weeds, Rome 1971.

Brandt, E.J., 1983.- Rodeo<sup>R</sup> herbicide : toxicological and environmental properties. Bull. n°1, Mosanto, St Louis, MO, 1-4.

Charbonnel Y., 1989 - Végétaux flottants : Eradication ou Domestication?. Conférence CEDEAO - Lutte contre la prolifération des végétaux flottants. Abidjan 1-6 Octobre 1989.

Goldsborough L.G. and Brown D.J., 1988 - Effect of glyphosate (Round up R Formulation) on periphytic algal photosynthesis. Bull. Environ. Contam. Toxicol. (1988) 41 : 253-260.

Guiral D. et N. Etien, 1991.- Les macrophytes aquatiques des berges lagunaires. J. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan, Vol. 1, n°2 :

Hammer D.A., and Bastian R.K., 1988 - Wetlands Ecosystems : Naturel water purifiers? - Proceedings from the First International Conference on Constructed Wetlands for Wastewater Treatment, held in Chattanooga, Tennessee on June 13-17, 1988.

Legendre M., 1983 - Observations préliminaires sur la croissance et le comportement en élevage de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) et de *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 14 (2) : 1-36.

- Mitchell, D. S., 1974 – The effects of excessive aquatic plant population. In Aquatic Vegetation and its use and control. UNESCO, Paris 50–71.
- Mitchell, D.S., 1985.– African aquatic weeds and their management. In : Denny P. (eds), The ecology and management of African wetland vegetation. Junk Publishers, Dordrecht, 1978–202.
- Montegut J., 1987 – Les plantes aquatiques. Tome IV : Entretien – désherbage. 2<sup>e</sup> Edition ACTA Paris.
- Mouraret M., 1971 – Etude biologique des eaux du barrage d'AYAMÉI en Côte d'Ivoire. Doc. Centre ORSTOM de Dakar–Hann, 30 p.
- Mulligan H.F., 1972.– *Pistia stratiotes* dans le lac de Kossou (Côte d'Ivoire). Bull. Phytosanitaire FAO, 7 (10) :
- Oso, B.A., 1988.– Invasion des eaux nigérianes par la jacinthe d'eau : observations sur le terrain. Proceedings of International Meeting on *Eichhornia crassipes*. Lagos, 1988.
- Reish J. and P.S. Oshida, 1986– Manual of methods methods in aquatic environment research. Part. 10. Short-term static bioassays. FAO Fish. Tech.Pap., 247, 62 p.
- Room, P.M., I.W. Forno et M.F.J. Taylor, 1984.– Establishment in Australia of two insects for biological control of the floating weed *Salvinia molesta*. Bull. Ent. Res., 74 : 505–516.
- Room, P.M. et J.Y. Gill, 1985.– The chemical environment of *Salvinia molesta* Mitchell : Ionic concentrations of infested waters. Aquatic Botany, 23 : 125–135.
- Room, P.M., K.L.S. Harley, I.W. Forno et D.P.A. Sands, 1981.– Successif biological control of the floating weed *Salvinia*. Nature, London, 294 : 78–80.
- Room, P.M. et P.A. Thomas, 1985.– Nitrogen and establishment beetle for biological control of the floating weed *Salvinia* in Papua New Guinea. J. Appl. Ecology, 22 : 139–156.
- Sankaré Y., N. Etien et J.B. Amon Kothias, 1986 – Plantes flottantes envahissantes sur les barrages d'AYAMÉ. NDR, Centre de Recherches Océanographiques Abidjan, 13 p.
- Thomas P.A. and Room P.M., 1984 – Proc. VI Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 19–25 August 1984, Vancouver, Canada, Delfosse, E.S.(ed). Agric. Can., pp. 567–74 (1985).
- Varlet F., 1978.– Le régime de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Traits physiques essentiels. Trav. et Doc. ORSTOM, n°83, 164 p., 110 fig.
- Ware G.W., 1927 – Pesticides – Theory and application. Ed. of : The pesticide book (1978) , 291 p.
- Worthing C.R., 1983 – The pesticide manual. A word Compendium Seventh Edition. Published by the British Crop Protection Council, 565 p.
- Wright, A.D., 1981.– Biologicazl control of water hyacinth in Australia. Proceedings of the Fifth International Symposium on Biological Control of Weeds. Brisbane, 1980 : 529–535.

PLANCHE I — Toxicité des herbicides (Glyphosate et Herbazol) sur *Pistia stratiotes*

a. Plantes de l'aquarium témoin à la fin de l'expérience après 18 jours.



b. Etat des feuilles, 18 jours après la pulvérisation du Round-Up (dose équivalente à  $0.72 \text{ g. m}^{-2}$ ).



c. Etat des feuilles 12 jours après la pulvérisation du Round-Up (dose équivalente à  $0.72 \text{ g. m}^{-2}$ ). Nécrose avancée des feuilles centrales.



d. Etat des feuilles, 18 jours après la pulvérisation du 2.4-D (dose équivalente à  $0.88 \text{ g. m}^{-2}$ ).