

(11) PHYTOTOXICITE DU GLYPHOSATE SUR LA JACINTHE D'EAU
(*EICHHORNIA CRASSIPES*, SOLMS)

GLYPHOSATE PHYTOTOXICITY ON WATER HYACINTH
(*EICHHORNIA CRASSIPES*)

Par

ETIEN N., N. KABA et D. GUIRAL
Centre de Recherches Océanologiques
B.P. V 18 Abidjan - Côte d'Ivoire
---==00000==---

RESUME

La toxicité de l'herbicide glyphosate a été testée sur des échantillons de jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) mis en culture dans des aquariums en verre.

La plus faible dose du produit (0.09 g.m^{-2}) entraîne une augmentation de la croissance pondérale des plantes. Les doses intermédiaires (0.18 et 0.36 g.m^{-2}) entraînent une diminution de cette croissance mais elles ont pour effet d'augmenter l'émission de stolons (reproduction végétative). Par contre, la dose de glyphosate égale à 0.72 g.m^{-2} entraîne la destruction totale et irréversible des plantes.

Mots-clef : *Eichhornia crassipes*, lutte chimique

ABSTRACT

The toxicity of the herbicide glyphosate was tested on water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) samples cultivated in glass aquariums.

The lowest dose (0.09 g.m^{-2}) leads to an increasing plant growth rate. This growth rate decreases with intermediate doses (0.18 and 0.36 g.m^{-2}), which consequence is to increase stolons (vegetative reproduction). On the other hand, the dose of 0.72 g.m^{-2} leads to a total and irreversible destruction of plants.

Key - words : *Eichhornia crassipes*, chemical control.

INTRODUCTION

La jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* est répandue dans de nombreuses régions du monde (Denny, 1985; Dutartre, 1986) : Amérique du Sud (Brésil), Amérique centrale (certaines îles des Caraïbes, états du Sud et du Sud-Ouest des Etats Unis), Asie du Sud-Est (Java, Ceylan etc...), Afrique (bassins du Nil et du Congo, Sénégal, Ghana, Togo, Bénin, Nigéria), Europe (bassin du Tage au Portugal).

En Côte d'Ivoire, de nombreux plans d'eau sont aussi envahis par la jacinthe d'eau : les lagunes Ono, Aghien et Potou; l'Est de la lagune Ebrié; la rivière La Mé, le fleuve Comoé, et le lac de barrage hydroélectrique Taabo. Après les saisons pluvieuses (période post-crues des cours d'eau), ces plantes sont transportées dans le secteur lagunaire de la ville d'Abidjan sous l'action des courants (de Mai à Novembre). Dans les baies du secteur Est de la lagune Ebrié, la couverture végétale constitue des îlots permanents peu affectés par les variations saisonnières de l'hydroclimat et de l'hydrochimie.

La colonisation de ces milieux se réalise essentiellement par reproduction végétative (Ashton *and al*, 1980).

Ces macrophytes aquatiques constituent un risque majeur pour les écosystèmes en raison de leur croissance souvent spectaculaire et de leurs impacts écologiques (engorgement et assèchement des milieux lacustres) et socio-économiques (gêne à la navigation, impossibilité de pêche etc...).

En raison de tous ces inconvénients, divers moyens ont été mis en oeuvre pour combattre ces végétaux : méthodes de lutte chimique, récoltes manuelle ou mécanique et la lutte biologique.

Les recherches sur la lutte biologique pour cette espèce sont peu avancées comparativement au contrôle chimique qui apparaît être plus facile, plus rapide et généralement moins coûteux que la lutte mécanique (Backburn, 1974). Ainsi donc, des essais utilisant des substances telles que l'ametryne ou l'imazapyr ont été tentés (Mitchell, 1974; Laur et Smart, 1988).

L'étude présente fait état des résultats obtenus en Côte d'Ivoire avec le glyphosate, herbicide utilisé dans les plantations de cocotiers, de palmiers à huile et d'hévéas.

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de jacinthes d'eau ainsi que l'eau d'alimentation des aquariums proviennent de la rivière La Mé. Pendant les expériences l'eau des bacs était renouvelée tous les 3 jours.

Les plantes ayant été cultivées hors de leur environnement naturel, des lots témoins non traités ont permis de tester les conditions de mise en culture.

Stratégie d'étude et analyse de la phytotoxicité :

Les caractéristiques de l'herbicide ont été présentés dans un rapport précédent (ETIEN *et al.*, 1991). Il a été aspergé sur les feuilles.

Les expériences ont été réalisées à l'extérieur à la température ambiante pendant les mois de Janvier à Avril (correspondant à la grande saison sèche en Côte d'Ivoire).

L'expérimentation s'est déroulée en deux étapes : un test préliminaire qui a permis de déterminer la plus faible dose de glyphosate efficace sur les plantes et un second test au cours duquel les effets à long terme du produit ont été mis en évidence.

Les plantes ont été étiquetées en début d'expérience. Tous les 3 jours, chaque plante d'un aquarium donné est sortie, égouttée puis pesée et remise immédiatement dans l'aquarium après avoir compté ses stolons.

* Test préliminaire :

Les doses testées sont de 0.09 , 0.18 , 0.36 et 0.72 g.m⁻². Ces doses ont été choisies en fonction de la dose de glyphosate cou-

ramment utilisée sur les végétations aquatiques (Brandt, 1983). Pour chaque dose testée, 2 aquariums ont été réservés à l'étude des plantes témoins (qui n'ont subi aucun traitement chimique). Dix plantes de poids moyen égal à 120 ± 10 g sont introduites dans chacun des aquariums contenant l'eau du milieu de prélèvement des plantes. Les doses ont été mises en une seule fois (au jour 0) par asper-sion foliaire. L'analyse de la phytotoxicité a porté à la fois sur les variations pondérales et sur l'évolution du nombre de stolons (ramifications latérales) au cours du temps. Ce test a duré 22 jours.

* Second test :

De la même manière que précédemment, les doses égales à 0.72 et 1.44 g.m⁻² ont été appliquées sur les plantes. Cet essai a duré 70 jours. Cette période relativement longue a été choisie pour déterminer si les plantes ne reprenaient pas leur développement normal après le traitement. Deux lots de plantes ont été traités : des jeunes plantes de poids moyen égal à 18.6 ± 2.2 g et des plantes matures de poids moyen estimé à 89.0 ± 8.2 g. L'effet de l'herbicide est estimé par l'intermédiaire des pentes des droite de régression du poids en fonction du temps. Dans chacun des cas 2 aquariums de plantes témoins ont été aussi étudiées.

RESULTATS - DISCUSSION

Evolution du témoin

La croissance des plantes témoins est linéaire sur une période au minimum de 22 jours (fig.1) et au maximum de 70 jours (fig.2 et 3). Le gain de poids, donné en biomasse fraîche, est égale à 5.24 g.j⁻¹ dans le test préliminaire (Tableau 1) et à 2.00 g.j⁻¹ et 3.28 g.j⁻¹ respectivement pour les petites et grandes plantes dans le second test (Tableau 4). Ces croissances correspondent à des temps de doublement de 25, 20 et 28 jours. Dans certains milieux naturels (Lac Kariba, entre la Zambie et le Zimbabwe), des temps de doublement, variant entre 11 et 18 jours ont été trouvés (Mitchell, 1974). Cependant cet écart ne peut être interprété comme la conséquence d'une stratégie de mise en culture inadaptée. En effet les conditions climatiques ne sont pas obligatoirement comparables et surtout comme le montre notre expérience les taux de croissance semblent dépendre de la taille et/ou l'âge initial des plantes testées. En

outre, pendant ces deux expérimentations, toutes les plantes témoins ont conservé en permanence des feuilles bien vertes et des racines en bon état, indice d'une croissance normale.

Tableau 1 - Croissance pondérale de *Eichhornia crassipes* pour des doses croissantes de glyphosate (test préliminaire).

Ponderal growth of *Eichhornia crassipes* for increasing doses of glyphosate (preliminary test).

Dose (g.m ⁻²)	Gain (perte) de poids (g poids frais/j)	Gain (perte) de poids (g poids sec/j)
Témoin	+ 5.24	+ 0.50
0.09	+ 7.00	+ 0.67
0.18	+ 2.17	+ 0.21
0.36	+ 1.40	+ 0.13
0.72	- 0.17	- 0.02

Phytotoxicité du glyphosate

* Test préliminaire

La figure 1 montre l'évolution de la croissance pondérale en fonction du temps pour chaque dose de glyphosate et le tableau 1 illustre les gains ou pertes de poids pour ces mêmes doses. Pour la dose 0.09 g.m⁻², le gain de poids est supérieur à celle du témoin. La comparaison des biomasses moyennes (test non paramétrique des rangs pour des échantillons associés par paires) montre effectivement que la dose 0.09 g.m⁻² entraîne une diminution non significative (comparée au témoin) et que les doses 0.18, 0.36 et 0.72 g.m⁻² entraînent une diminution significative de la croissance pondérale (Tableau 2). Mais pour les doses 0.18 et 0.36 g.m⁻² il y a en plus gain de poids (Tableau 1); donc pour ces doses il n'y a pas destruction des plantes. Par contre pour la dose 0.72 g.m⁻², il y a en plus perte de poids.

Dans les conditions de nos expériences, seule la dose 0.72 g.m⁻² est indiquée pour détruire la jacinthe d'eau.

Le développement des plantes, comme nous venons de le voir, peut être mis en évidence par l'étude des variations pondérales. Mais cette croissance est aussi régie par la reproduction. Dans le cas de l'espèce *Eichhornia crassipes*, la reproduction végétative est connue pour être la principale cause de la dispersion puis de la colonisation des milieux aquatiques (Ashton *et al.*, 1980). Ainsi, l'étude

de l'impact de l'herbicide glyphosate sur l'apparition des stolons a permis de montrer une augmentation sensible du nombre de stolons essentiellement pour les doses de glyphosate comprises entre 0.09 et 0.36 g.m⁻² et ceci en fonction du temps de contact avec le produit (Tableau 3). En effet, l'augmentation est significative (test de Wilcoxon) au seuil de risque 5% à partir du 18 jours. Cependant les nouvelles feuilles apparues à partir des bourgeons terminaux des stolons se décomposent au bout de quelques jours. Pour ces doses on a un effet de contrôle de la croissance. Donc on a aussi une efficacité de l'herbicide. Ces résultats sont confirmés par ceux obtenus pour d'autres espèces végétales pour lesquelles les fortes doses de polluant entraînent la destruction totale des plantes alors que les doses faibles ont des effets plutôt favorables (Mitchell, 1974). Ceci est lié à l'action du produit au niveau cellulaire; en deçà d'une dose limite, l'on observe une activation de l'effet; au delà, le même altérage commence à présenter des effets inhibiteurs (Gaudy, 1983).

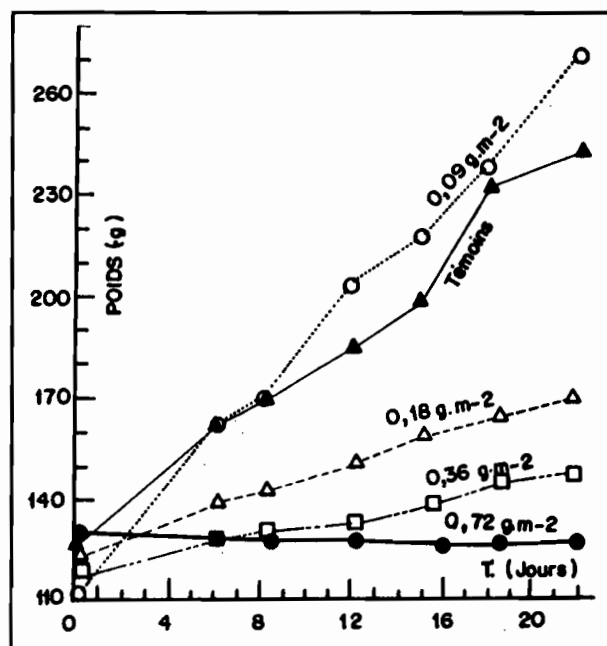


Figure 1 : Evolution du poids frais de *Eichhornia crassipes* en fonction du temps et des différentes doses de glyphosate. (test préliminaire).

Evolution of *Eichhornia crassipes* weight as a function of time and glyphosate different doses (preliminary test).

* Second test

L'application des doses équivalentes à 0.72 g.m⁻² et à 1.44 g.m⁻² entraînent des effets phytotoxiques irréversibles apparaissant en

une dizaine de jours chez les plantes traitées. En outre pour ces doses le poids décroît linéairement en fonction du temps (Fig. 2a et 2b).

Tableau 2 - Evolution du nombre de stolons en fonction du temps (T12, T18, T22) chez *Eichhornia crassipes* pour des doses croissantes de glyphosate.

Evolution of the number of stolons as a function of time (T12, T18, T22) for *Eichhornia crassipes* for increasing doses of glyphosate.

Concentrations (g.m ⁻²)	Nombre de stolons		
	T12	T18	T22
Témoin	9	16	23
0.09	12	25	31
0.18	14	33	40
0.36	10	25	31
0.72	0	1	5

Les pertes journalières, données par rapport au poids frais des plantes, sont égales à 0.34 g.j⁻¹ et 0.95 g.j⁻¹ chez les petites plantes aux doses respectives de 0.72 g.m⁻² et à 1.44 g.m⁻²; chez les grandes plantes, ces pertes sont de 1.21 g.j⁻¹ et 1.27 g.j⁻¹ (Tableau 3). On constate donc que si les pertes de poids semblent être plus marquées chez les petites plantes pour des doses croissantes de glyphosate, cela n'est pas le cas chez les grandes plantes pour lesquelles l'effet "dose" semble être moins net.

Chez les petites plantes, la toxicité est très dépendante de la dose de glyphosate appliquée. L'effet phytotoxique est en effet 1.5 fois plus fort lorsque la dose de l'herbicide appliqué est doublée. Dans le cas des grandes plantes, l'augmentation est seulement de 9%.

Il existe donc pour *Eichhornia crassipes*, comme pour de nombreuses espèces végétales ou animales, une sensibilité différente selon le stade de développement des plantes (Amiard, 1983; Amiard-Triquet, 1983).

Enfin, la période d'expérimentation relativement longue nous a permis de montrer que les plantes ne reprennent pas leur développement normal après le traitement herbicide : de nouvelles feuilles n'apparaissent pas de même les stolons, les racines et les feuilles sont dans un état de décomposition avancée.

CONCLUSIONS

Cette étude a permis de montrer l'efficacité du glyphosate sur la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes*. Le test préliminaire a

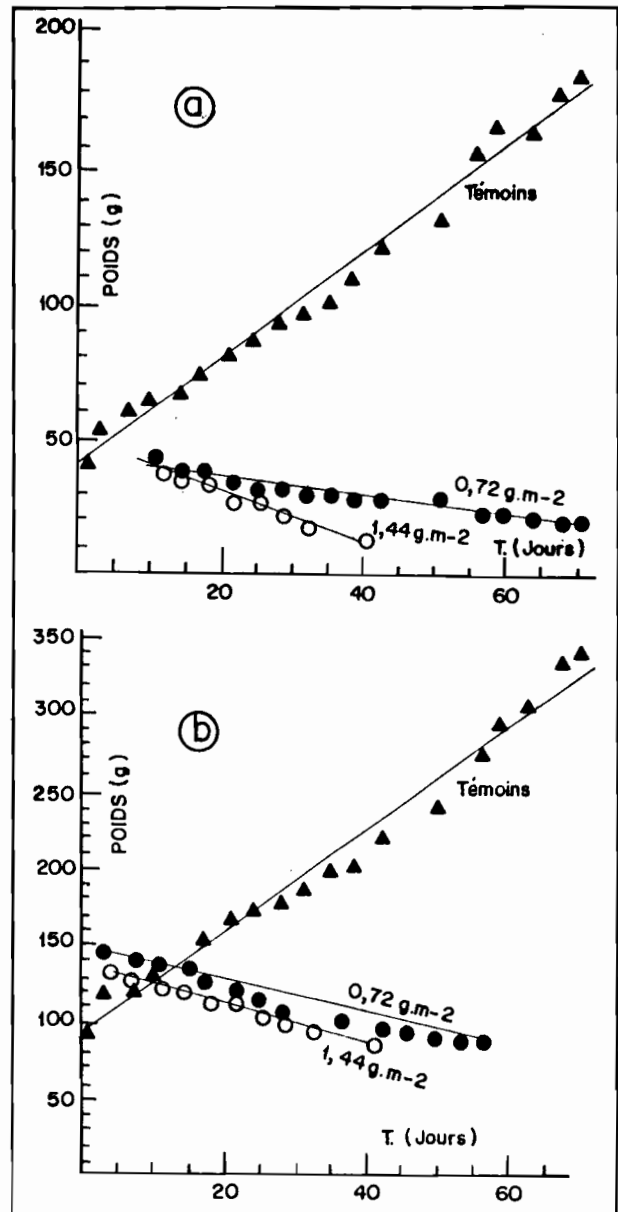


Figure 2 : Evolution du poids frais de *Eichhornia crassipes* en fonction du temps et des différentes doses de glyphosate. (a) jeunes plantes (b) plantes mûres.

Evolution of *Eichhornia crassipes* fresh weight as a function of time and glyphosate different doses. (a) young plants, (b) mature plants.

permis de déterminer la plus faible dose permettant d'obtenir des effets phytotoxiques irréversibles. Cette dose, évaluée à 0.72 g.m⁻², agit à la fois sur la croissance pondérale et la reproduction végétative qui subissent une régression significative au cours du temps. Ceci suppose qu'à cette dose, l'herbicide glyphosate peut être appliqué sur la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* en vue de son éradication des écosystèmes aquatiques qu'elle colonise. Ce traitement chimique doit être suivi d'un ramassage pour éviter que les plantes se décomposent dans l'eau.

Tableau 3 – Croissance pondérale de la jacinthe d'eau pour des doses croissantes de glyphosate. (second test) (PP = petites plantes ; GP = grandes plantes).
Ponderal growth of water yacynth for increasing doses of glyphosate (Second test).

Concentrations	Témoins		0.72 g.m ⁻²		1.44 g.m ⁻²	
Type de plante	PP	GP	PP	GP	PP	GP
Gain ou perte journalier (g.pds frais)	+2.00	+3.28	-0.34	-1.21	-0.95	-1.27

Le dernière expérience montre une bonne efficacité des faibles doses pour les plantes adultes alors que cette même dose est peu efficace chez les plantes plus jeunes. Il importe donc, dans le souci de rentabilité, d'adapter la dose au stade de développement des plantes. Le recours à des basses doses appliquées sur des plantes adultes, qui constitue le plus économique traitement chimique, doit cependant être modulé en fonction de la surface à traiter, le vieillissement des plantes s'accompagnant en général d'une augmentation de leurs taux de recouvrement.

La finalité de telles expériences étant l'utilisation éventuelle de l'herbicide dans le milieu naturel, il convient donc de s'assurer de l'impact du produit sur l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

- Amiard J.C., 1983 – Les tests de toxicité subléthale : approche biochimique et éthologiques. In : Impacts physiologiques et écophysiologiques des polluants sur les êtres marins. *Oceanis*, 9 (6) 465–480.
- Amiard-Triquet C., 1983 – Les tests de toxicité aiguë en milieux aquatiques : méthodologie, standardisation, interprétation, limites d'application. In : Impacts physiologiques et écophysiologiques des polluants sur les êtres marins. *Oceanis*, 9 (6) 451–463.
- Ashton P.J., W.E. Scott and D.J. Steyn, 1980 – The chemical control of the water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Prog. Wat. Tech.*, Vol. 12, pp. 865–882.
- Blackburn R.D., 1974 – Chemical control. In : D.S. Mitchell (Ed.) *Aquatic Vegetation and its use and control*. UNESCO, Paris, PP. 85–98.
- Brandt E.J., 1983 – RODEOR Herbicide : toxicological and environmental properties. Bull. N°1, Monsanto, St Louis, MO, 4pp.
- Brandt E.J., 1984 – A health and environmental report on RODEOR Herbicide. Bull. N°2, Mosanto, St Louis MO, 3 pp.
- Denny P., 1985 – The ecology and management of african wetland vegetation. Ed. P. Denny, Junk Publishers, 1–343.
- Dutartre A., 1986 – Dispersion des plantes vasculaires aquatiques. Revue bibliographique : exemples de quelques plantes adventices des milieux aquatiques du littoral aquitain. In : 13^e Conférence du Columa – Journées d'études sur le désherbage. Tome I. ANPP Annales, 255–264.
- Etien N. Kaba, N. et J.B. Amon Kothias, 1991 – Doses efficaces en Glyphosate et en 2,4-D pour le contrôle chimique des laitues d'eau (*Pistia stratiotes* (L)) et Toxicité du Glyphosate vis-à-vis des Tilapias (*Sarotherodon melanotheron*). J. Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan, Vol.1, n°2 : 111–117.
- Gaudy R., 1983 – Action des métaux lourds sur le métabolisme (respiration, excrétion), la nutrition et la reproduction des crustacés. *Oceanis*, 9(8), 613–625.
- Jones T.W. and L. Winchell, 1984 – Uptake and photosynthetic inhibition by atrazine and its degradation products on four species of submerged vascular plants. *J. Environ. Qual.*, 13, 243–247.
- Laur P. and A. Smart, 1988 – Contrôle de la jacinthe d'eau par IMAZAPYR (herbicide arsenal) . Rencontre Internationale sur la jacinthe d'eau – Lagos, Nigéria du 7 au 12 Août 1988 – Résumés des communications.
- Mitchell D.S., 1974 – The effects of excessive aquatic plant populations. In : *Aquatic Vegetation and its use and control*. UNESCO, Paris, 50–71.
- Sanz P., M.J. Carrasco and M. Repetto, 1987 – Inhibition of Hill reaction produced by fatty Acid Anilides. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 38, 602–609.

Etien N., Kaba N., Guiral Daniel (1991)

Phytotoxicité du glyphosate sur la jacinthe d'eau
(*Eichhornia crassipes* Solms)

In : Plantes aquatiques envahissantes. *Journal Ivoirien
d'Océanologie et de Limnologie*, 1 (2), p. 99-123

ISSN 1018-0354.