



Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles

ATRAZINE

L'atrazine est un herbicide sélectif de prélevée et de postlevée utilisé pour lutter contre les mauvaises herbes dicotylédones et graminées annuelles dans le maïs, le sorgho, l'asperge, le gazon, la canne à sucre destinée aux applications forestières et l'ananas (WSSA, 1983).

La dégradation de l'atrazine dans le sol est attribuable à l'activité microbienne, la désalkylation en constituant le principal mécanisme (Ghassemi et coll., 1981). La désalkylation biologique coïncide avec l'hydrolyse chimique, ce qui favorise le clivage de la structure cyclique et entraîne une dégradation microbienne totale (Goswami et Green, 1971).

L'hydrolyse chimique de l'atrazine en hydroxyatrazine est une voie importante de dégradation de l'atrazine dans le sol. Le pH du sol a une incidence appréciable sur la vitesse d'hydrolyse. On a évalué la demi-vie de l'atrazine à 95 à 165 jours, à 145 à 350 jours et à 3 à 5 ans, respectivement, pour des pH de 4, 7 et 8 (Armstrong et coll., 1967). Des études sur l'hydrolyse chimique de l'atrazine en solution aqueuse d'acide fulvique, tenue pour principale fraction organique soluble des solutions de sol, ont révélé que la demi-vie était fonction de la concentration d'acide fulvique, du pH et de la température d'incubation. On a obtenu une demi-vie de 742 jours avec une solution neutre à faible concentration d'acide fulvique ($0,5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) incubée à 25°C . On a en revanche observé une demi-vie de 0,51 jour avec une solution présentant une concentration d'acide fulvique de $5,0 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ et un pH de 2,4 incubée à 60°C (Khan, 1978).

L'adsorption est un autre facteur qui influe sur la vitesse d'hydrolyse de l'atrazine, la demi-vie de l'atrazine étant inversement proportionnelle à l'adsorption (Burkhard et Guth, 1981). L'adsorption varie en fonction de la composition de l'argile et de la matière organique ainsi que de la température et du pH. On a observé que la valeur K_d (rapport de la quantité adsorbée et de la quantité en solution à l'équilibre) pour la 1,2,3-triazine et l'échangeur était relativement constante à des concentrations de 2 à $20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Talbert et Fletchall, 1965). En outre, la réaction d'adsorption s'équilibrait en moins d'une heure. Une augmentation de la température ou une élution à l'eau renversaient l'adsorption de

l'atrazine. Une température et un pH élevés réduisaient l'adsorption du produit. L'adsorption variait en raison directe de la concentration de matières organiques ou d'argile, les matières organiques étant sensiblement plus adsorbantes que l'argile. Harris et Warren (1964) ont également signalé que les matières organiques adsorbaient plus de résidus d'atrazine que de matières minérales. On a constaté que la désorption de l'atrazine était lente et incomplète dans les sols organiques.

Pour de plus amples renseignements sur les usages, les concentrations dans l'environnement et les propriétés chimiques de l'atrazine, consulter le feuillet d'information sur ce produit au chapitre 4 des *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*.

Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

On a adopté comme recommandation provisoire pour la qualité des eaux concernant la teneur en atrazine de l'eau d'irrigation la recommandation pour la qualité des eaux établie par l'Environmental Protection Agency des É.-U. (USEPA, 1977). Quant à la recommandation provisoire pour la qualité des eaux à l'égard de l'eau d'abreuvement du bétail, elle a été fixée selon le protocole du CCME pour la protection des utilisations agricoles de l'eau (CCME, 1993).

Eau d'irrigation

Une étude menée en Saskatchewan a montré que lorsqu'on appliquait de l'atrazine à des fins de

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour l'atrazine aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau (USEPA 1977; CCME, 1989).

| Utilisation | Recommandation ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) |
|-----------------------------|--|
| Eau d'irrigation | 10* |
| Eau d'abreuvement du bétail | 5* |

* Recommandation provisoire.

désherbage, en septembre, dans des canaux d'irrigation asséchés, à raison de 22,4 kg·ha⁻¹, on décelait l'été suivant des résidus d'atrazine dans l'eau d'irrigation. Les eaux qui s'accumulaient initialement dans les canaux en juin présentaient une concentration moyenne d'atrazine de 240 ± 100 µg·L⁻¹. Des échantillons supplémentaires d'eau prélevés au cours de la première irrigation de la saison affichaient une concentration moyenne de 45 ± 20 µg·L⁻¹. Deux ans plus tard, on mesurait encore dans les eaux des canaux d'irrigation une concentration d'atrazine de 19 ± 2 µg·L⁻¹ (Smith et coll., 1975). Les auteurs ont conclu que les eaux des deux premiers remplissages des canaux d'irrigation ne doivent pas être utilisées à des fins d'irrigation.

Faute de données suffisantes, il est possible d'adopter provisoirement la recommandation canadienne pour la qualité des eaux concernant la teneur en atrazine de l'eau d'irrigation formulée par l'Environmental Protection Agency des É.-U. (USEPA, 1977), qui est de 10 µg·L⁻¹ (CCME, 1989).

Eau d'abreuvement du bétail

Un examen des données toxicologiques a révélé que l'ingestion d'atrazine n'est pas très néfaste pour les oiseaux, la CL₅₀ variant entre 700 mg·kg⁻¹ pc dans le canard colvert (Ghassemi et coll., 1981) et 19 650 mg·kg⁻¹ pc dans le colin de Virginie (WSSA, 1983) pour des expositions de 5 à 8 jours. Bien que des concentrations importantes d'atrazine aient été décelées dans le tissu adipeux abdominal du poulet après cessation de l'exposition, cet animal s'est révélé capable de métaboliser l'atrazine selon au moins deux voies distinctes : N-désalkylation au groupe éthylamine et hydrolyse du chlore lié à la structure cyclique (Khan et Foster, 1967).

Les résultats des études disponibles indiquent que l'atrazine est faiblement toxique pour les mammifères. Les doses orales aiguës simples variaient entre 1400 mg·kg⁻¹ pc (Hayes, 1982) et 5100 mg·kg⁻¹ pc (Geigy Agricultural Chemicals, 1971b) pour les rats et les souris. Avec des injections intrapéritonéales, la toxicité était nettement plus élevée, la DL₅₀ s'établissant à 125 mg·kg⁻¹ (Hayes, 1982). On a déterminé que la dose létale pour l'ingestion d'atrazine par les bovins correspondait à deux doses de 250 mg·kg⁻¹ administrées dans une période de 24 heures (Palmer et Radeleff, 1964). Des doses plus

faibles entraînaient une intoxication réversible (Kobel et coll., 1985).

L'administration orale régulière de doses de 100 mg·kg⁻¹ (21 jours) et de 760 mg·kg⁻¹ (4 semaines) n'a pas eu d'effets néfastes sur les bovins. Les brebis, cependant, succombaient dans les 36 à 60 jours à des doses quotidiennes de 30 mg·kg⁻¹ (Binns et Johnson, 1970). La toxicité liée aux autres voies d'exposition (pénétration percutanée et inhalation) est sensiblement inférieure à celle qu'on attribue à l'ingestion (Geigy Agricultural Chemicals, 1971a, 1971b).

On a étudié la mutagénicité de l'atrazine au moyen d'une vaste gamme de systèmes microbiens, animaux et végétaux. En général, ces études n'ont révélé aucun pouvoir mutagène de l'atrazine, tant en présence qu'en l'absence d'activation métabolique par des systèmes animaux (U.S. Department of Agriculture, 1984).

Les données toxicologiques existantes pour les oiseaux et les mammifères indiquent que l'atrazine n'est pas très toxique pour le bétail. Il importe de souligner que dans toutes les études examinées, on a administré des aliments traités à l'atrazine ou des doses orales de ce produit (par gavage) pour exposer les animaux par la voie du tube digestif. Dans aucune étude a-t-on utilisé de l'eau d'abreuvement traitée à l'atrazine. En l'absence de données suffisantes, on a suivi la méthode du CCME (1993) qui consiste à adopter la recommandation applicable aux réserves d'eau potable destinée à la consommation humaine (Santé Canada, 1996). On a ainsi établi à 5 µg·L⁻¹ la recommandation provisoire pour la qualité des eaux relativement à la teneur de l'eau d'abreuvement du bétail en atrazine (CCME, 1989; mise à jour, 1998).

Références

- Armstrong, D.E., G. Chesters et R.F. Harris. 1967. Atrazine hydrolysis in soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31:61-66.
- Binns, C.W. et A.E. Johnson. 1970. Chronic and teratogenic effects of 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) and atrazine (2-chloro-4-ethylamino-6-isopropyl-amino-s-triazine) to sheep. *Proc. North Cent. Weed Control Conf.* 25:100.
- Burkhard, N. et J.A. Guth. 1981. Chemical hydrolysis of 2-chloro-4,6-bis(alkylamino)-1,3,5-triazine herbicides and their breakdown in soil under the influence of adsorption. *Pestic. Sci.* 12(1):45-52.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1989. Annexe V — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (septembre 1989), carbofuran, glyphosate et atrazine, dans *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. 1987. Préparée par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux.

- . 1993. Annexe XV — Méthode d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux : protection des utilisations agricoles (octobre 1993), dans *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. 1987. Préparée par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux. [Mise à jour et reprise avec de légères modifications de fond et d'autres au niveau de la forme dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, chapitre 5, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1999, Winnipeg.]
- Geigy Agricultural Chemicals. 1971a. AAtrex herbicide technical bulletin. CAC 700-564. Division de CIBA, Geigy Corp., Ardsley, NY.
- . 1971b. AAtrex 80W herbicide sample label. GAC 130-070. Division de CIBA, Geigy Corp., Ardsley, NY.
- Ghassemi, M., L. Fargo, P. Painter, S. Quinlivan, R. Scofield et A. Takata. 1981. Environmental fates and impacts of major forest use pesticides. TRW, Redondo Beach, CA.
- Goswami, K.P. et R.E. Green. 1971. Microbial degradation of the herbicide atrazine and its 2-hydroxy analog in submerged soils. *Environ. Sci. Technol.* 5(5):426-429.
- Harris, C.L. et G.F. Warren. 1964. Adsorption and desorption of herbicides by soil. *Weeds* 12:120.
- Hayes, W.J. 1982. Pesticides studied in man. Williams et Wilkins, Baltimore.
- Khan, S.U. 1978. Kinetics of hydrolysis of atrazine in aqueous fulvic acid solution. *Pestic. Sci.* 9:39-43.
- Khan, S.U. et T.S. Foster. 1967. Residues of atrazine (2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine) and its metabolites in chicken tissues. *J. Agric. Food Chem.* 24(4):768-771.
- Kobel, W., D.D. Sumner, J.B. Cambell, D.B. Hudson et J.L. Johnson. 1985. Protective effect of activated charcoal in cattle poisoned with atrazine. *Vet. Hum. Toxicol.* 27(3):185-188.
- Palmer, J.S., and R.D. Radeleff. 1964. The toxicological effects of certain fungicides and herbicides on sheep and cattle. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 111(2):729-736.
- Santé Canada. 1996. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. 6^e éd. Préparées par le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail.
- Santé et Bien-être social Canada. 1987. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. 3^e éd. Préparées par le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail.
- Smith, A.E., R. Grover, G.S. Emmond et H.C. Korven. 1975. Persistence and movement of atrazine, bromacil, monuron and simazine in intermittently-filled irrigation ditches. *Rev. can. phytotechnie.* 55:809-816.
- Talbert, R.E. et O.H. Fletchall. 1965. The adsorption of some s-triazines in soils. *Weeds* 13(1):46-51.
- U.S. Department of Agriculture. 1984. *Herbicide background statement: Atrazine*, dans *Pesticide background statements*, Vol. 1, Herbicides. Agriculture Handbook Number 633. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1977. *Silviculture and chemicals and protection of water quality*. EPA 910/9-77-036. USEPA, Region X, Seattle, WA.
- WSSA (Weed Science Society of America). 1983. *Herbicide handbook*. 5e éd. WSSA, Champaign, IL.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles — atrazine*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg, le Conseil.

Pour les questions de nature scientifique, veuillez contacter :

Environnement Canada
Division des recommandations et des normes
351, boul. St-Joseph
Hull (Québec) K1A 0H3
Téléphone : (819) 953-1550
Télécopieur : (819) 953-0461
Courrier électronique : ceqg-rcqe@ec.gc.ca
Adresse Internet : <http://www.ec.gc.ca>

Pour obtenir d'autres exemplaires de ce document, veuillez contacter :

Documents du CCME
a/s de Publications officielles du Manitoba
200, rue Vaughan
Winnipeg (Manitoba) R3C 1T5
Téléphone : (204) 945-4664
Télécopieur : (204) 945-7172
Courrier électronique : spccme@chc.gov.mb.ca