



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

BROMACIL

Le bromacil ($C_9H_{13}BrN_2O_2$) est un uracile substitué à action herbicide dont le nom et le numéro CAS sont 5-bromo-6-méthyl-3-(1-méthylpropyl)-2,4(1*H*,3*H*)-pyrimidinédione et 314-40-9, respectivement. Le bromacil est un solide cristallin incolore et inodore vendu sous forme de poudre mouillable, de concentré soluble ou de granules. Les préparations peuvent contenir uniquement du bromacil ou un mélange de bromacil et de 2,4-D (Calmix) ou de diuron (Krovar). Le bromacil est soluble dans divers solvants organiques en dépit de son hydrosolubilité relativement élevée ($807 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ à un pH de 5 et à une température de 25°C).

Étant donné qu'il inhibe la photosynthèse au niveau de la chaîne de transport d'électrons, le bromacil est un herbicide non sélectif efficace contre la plupart des mauvaises herbes dicotylédones et graminées annuelles et vivaces ainsi que contre certaines espèces de broussailles (MAAO, 1994; Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1997). Au Canada, le bromacil est homologué pour l'épandage en nappe et l'épandage localisé au sol aux fins de la lutte contre les mauvaises herbes et les broussailles sur les terres incultes, notamment les emplacements industriels, les aires d'entreposage, les aires de stationnement, les aéroports, les fossés à sec et les terres qui bordent les clôtures et les voies ferrées (Agriculture Canada et Environnement Canada, 1990).

En 1990, on a vendu au Canada 2100 et 36 000 kilogrammes de bromacil destiné à des utilisations ménagères et commerciales, respectivement. La plus grande partie de ces quantités a été vendue en Alberta (12 300 kg), au Manitoba (9600 kg) et en Ontario (9500 kg) (Agriculture Canada et Environnement Canada, 1990).

Les brouillards de pulvérisation, les déversements accidentels, le lavage des équipements et la vidange des réservoirs peuvent contaminer les eaux de surface. Les eaux d'irrigation et d'abreuvement du bétail extraites de sources contaminées d'eaux de surface peuvent présenter un danger pour les espèces agricoles et animales sensibles.

Pour de plus amples renseignements sur les usages, les concentrations dans l'environnement et les propriétés chimiques du bromacil, 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

Les recommandations canadiennes pour la qualité des eaux établies pour le bromacil aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau ont été élaborées selon le protocole du CCME (CCME, 1993).

Eau d'irrigation

Le bromacil est toxique pour diverses cultures non visées. Des semis de sorgho (*Sorghum vulgare*) placés dans une solution nutritive présentant des concentrations de bromacil de $0,128$ à $26,1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ sont morts après une exposition de 11 jours (Hilton et Nomura, 1964). Les anomalies chromosomiques dans les extrémités des racines de jeunes plants d'orge (*Hordeum vulgare*) qui, à l'état de graines, ont été plongés dans des solutions de Hyvar X (poudre mouillable à 80 %), augmentaient en raison directe du temps d'exposition (6 à 24 h), mais non en fonction des concentrations (50 à $1500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de bromacil) (Wuu et Grant, 1966). Le nombre moyen de cellules radiculaires présentant des anomalies chromosomiques s'établissait à 9,12 % chez les plants traités, alors que cette proportion se chiffrait à 0,68 % chez les plants témoins. Dans des champs qui avaient reçu quatre traitements annuels de $2,24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ m.a., les résidus de bromacil ($0,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ m.a.) n'ont ni entravé la levée et les premiers stades de croissance des semis d'orge ni entraîné une diminution de la taille des grains des plants mûrs cultivés 1 an plus tard, mais ont réduit le rendement de la culture (Wiseman et Lawson, 1970). À la troisième

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établie pour le bromacil aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau (CCME, 1997).

Utilisation	Recommandation ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
Eau d'irrigation	0,2*
Eau d'abreuvement du bétail	1100*

*Recommandation provisoire.

année, ni le taux de germination, ni le rendement ni le poids des grains de croissance des plants traités et témoins présentaient des différences notables. Une corrélation négative a pu être établie entre la croissance racinaire des semis d'avoine (*Avena sativa*) et de radis (*Raphanus sativus*) et des concentrations en bromacil de 0,26 à 261 mg·L⁻¹ (Ashton et coll., 1969). Par ailleurs, le développement des grana et des réseaux de frettes des chloroplastes foliaires des semis d'avoine était inhibé à une concentration de bromacil de 2,6 mg·L⁻¹ (Ashton et coll., 1969). L'avoine plantée dans un sol de limon, d'argile et de sable renfermant 0,2 mg·kg⁻¹ de bromacil ne présentait aucune lésion 4 semaines après la plantation (Sharma, 1989). À des concentrations de 0,8 et de 2,0 mg·kg⁻¹, cependant, l'avoine affichait une chlorose grave, des nécroses et un flétrissement, les symptômes étant apparus 7 jours après le semis et ayant culminé dans les 3 semaines suivantes. Le bromacil a des effets phytotoxiques plus marqués sur l'avoine plantée dans le sable que dans le sol, car il est adsorbé à la surface des particules d'argile et de matières organiques (Sharma, 1989).

Un traitement au bromacil peut avoir sur les fruits et les légumes des effets bénéfiques, nuls ou néfastes. Ainsi, de faibles concentrations de bromacil (22,5 g·kg⁻¹) ont amélioré l'accumulation et l'utilisation des nutriments chez les jeunes plants de soja (*Glycine max*) dans une proportion de 15,5 et de 15,6 % ps pour l'azote et le phosphore, respectivement (Hiranpradit et coll., 1972). Des pulvérisations au bromacil de 4,48 et de 6,73 kg·ha⁻¹ n'ont entraîné aucun effet néfaste manifeste chez de jeunes pruniers (*Prunus cerasifera*) mais ont déterminé chez de jeunes pommiers (*Malus sylvestris*) une mortalité de 33 et de ~ 100 %, respectivement (Holloway, 1968). Le bromacil a également réduit le poids frais des tiges et des racines des pommiers traités (Price et Fisher, 1966; Holloway, 1968). La plante la plus sensible au bromacil est le concombre (*Cucumis sativus*). Des radicules de concombre immergées dans une solution de 0,1 mg·L⁻¹ de bromacil ont produit des pousses pesant 30 % de moins que les plants témoins. De jeunes plants de concombre immergés dans une solution de bromacil pendant 11 jours présentaient une concentration létale minimale de 0,05 mg·L⁻¹ (Hilton et Nomura, 1964).

Une CMATE a été calculée selon le protocole (CCME, 1993) pour chaque culture pour laquelle des données appropriées étaient disponibles. Un facteur d'incertitude de 100 a été utilisé dans le calcul de la CMATE parce que le bromacil est très persistant dans les sols (Jury et coll., 1984) et que le protocole exige qu'un facteur d'incertitude plus élevé soit employé pour les substances

persistantes (CCME, 1993). La CMATE la plus faible de chaque groupe de cultures est adoptée comme recommandation provisoire applicable à ce groupe (CCME, 1993). Les recommandations provisoires sont donc de 0,6 µg·L⁻¹ pour les céréales, le foin cultivé et les cultures de pâture, la CMATE la plus faible de ce premier groupe étant celle du sorgho, et de 0,2 µg·L⁻¹ pour les autres cultures, la CMATE la plus faible de ce second groupe étant celle du concombre. La plus faible de ces deux valeurs, soit 0,2 µg·L⁻¹, est adoptée comme recommandation provisoire canadienne pour la qualité des eaux visant la protection de l'eau d'irrigation (CCME, 1997).

La recommandation peut être modifiée pour les régions où l'on ne cultive pas les espèces les plus sensibles (soit celles qui ont servi à établir la recommandation) ou pour les zones qui renferment des sources de contaminants autres que l'eau d'irrigation (p. ex., concentrations de fond, engrais et apports atmosphériques). Dans ces cas, la CMATE indiquée dans CCME (1997) peut être utilisée en tant qu'objectif propre à un emplacement pour cette seule culture.

Eau d'abreuvement du bétail

Des tests de toxicité aiguë indiquent que la toxicité du bromacil pour les mammifères est maximale lorsque le produit est administré par voie orale. Un mouton ayant reçu pendant 10 jours des doses de Hyvar X (poudre mouillable à 80 %) de 250 mg·kg⁻¹ a montré des signes d'empoisonnement après huit doses, tandis qu'un second mouton exposé pendant 5 jours à des doses de 250 mg·kg⁻¹ a présenté des signes d'empoisonnement après 3 jours. Un troisième mouton ayant reçu 10 doses quotidiennes de 25 mg·kg⁻¹ n'a subi aucun effet néfaste manifeste (Palmer et Radeleff, 1969). Les signes d'empoisonnement comprenaient l'anorexie, la dépression, une distension de l'estomac et une démarche ataxique. Dans le cadre de cette même étude, deux bovins ayant reçu 10 doses quotidiennes de 100 mg·kg⁻¹ n'ont subi aucun effet néfaste manifeste, mais un troisième, auquel on a administré 10 doses quotidiennes de 250 mg·kg⁻¹ a montré des signes d'empoisonnement après une seule dose. Les DL₅₀ orales aiguës de bromacil de qualité technique chez les rats adultes mâles, les rats adultes femelles et les rats sevrés mâles s'établissent à 791, à 1641 et à 1737 mg·kg⁻¹, respectivement (Gaines et Linder, 1986). Sherman et Kaplan (1975) ont enregistré une DL₅₀ plus élevée (5200 mg·kg⁻¹) chez des rats mâles auxquels on avait administré du Hyvar X (poudre mouillable à 80 %). Des rats ayant reçu pendant 14 jours

des doses de 25, de 50 ou de 250 mg·kg⁻¹ de bromacil ont affiché des changements comportementaux coïncidant avec des effets neurotoxiques. Alors que la dose la plus élevée a réduit considérablement le nombre de cabrages et le temps passé près des parois des cages, la dose la plus faible a produit un effet contraire (Lakoski et coll., 1993). Une dose de bromacil d'à peine 100 mg·kg⁻¹ administrée par voie orale à des chiens bâtards a provoqué des vomissements (Sherman et Kaplan, 1975).

Des seuils de toxicité semblables ont été observés chez les oiseaux. Par exemple, des poules Leghorn blanches d'un couvoir commercial ayant reçu pendant 10 jours des doses de Hyvar X (poudre mouillable à 80 %) de 500 mg·kg⁻¹ m.a. par jour sous forme de capsules de gélatine ont gagné 24 % moins de poids que les animaux témoins (Palmer et Radeleff, 1969). La CL_{50-8 j} alimentaire pour le canard colvert et le colin de Virginie est >10 000 mg·kg⁻¹ (Sherman et Kaplan, 1975). En supposant des taux de consommation alimentaire moyens de 10 % de poids corporel par jour et une variation du poids corporel de 1,6 à 2,3 kg, cette recommandation correspond à une DL₅₀ >1000 mg·kg⁻¹ par jour (Caux et coll., 1993).

Le bromacil est moins toxique lorsqu'il est appliqué sur la peau. La DL₅₀ cutanée pour le rat et la rate est >2500 mg·kg⁻¹ (Gaines et Linder, 1986). Sherman et Kaplan (1975) ont enregistré une DL₅₀ cutanée >5000 mg·kg⁻¹ chez des lapins exposés pendant 24 heures à une pâte confectionnée à partir de poudre mouillable (80 % m.a.). Une poudre mouillable (50 % m.a.) appliquée directement ou en suspension dans l'huile minérale sur les yeux de lapins mâles adultes a provoqué une conjonctivite légère temporaire mais n'a causé aucune lésion (Sherman et Kaplan, 1975). Une suspension aqueuse de poudre mouillable à 50 % (80 % m.a.) a provoqué une irritation cutanée chez des cobayes albinos (Sherman et Kaplan, 1975).

Peu de données sont disponibles sur la toxicité chronique du bromacil pour les mammifères. Des rates ayant absorbé du bromacil sous forme de poudre mouillable (80 % m.a.) à raison de 62,5 mg·kg⁻¹ par jour pendant 2 ans affichaient un retard pondéral appréciable, une consommation alimentaire réduite et une utilisation peu efficace des aliments par rapport au groupe témoin (Sherman et Kaplan, 1975). Les rats et les rates exposés présentaient également des incidences légèrement plus élevées d'hyperplasie focale des cellules parafolliculaires et folliculaires que celles des animaux témoins. Des rats ayant inhalé 1,83 ou 3,75 mg·kg⁻¹ par jour de bromacil entre le 7^e et le 14^e jour de gestation n'ont montré aucune

augmentation des anomalies fœtales, tandis que ceux qui avaient inhalé 7,92 mg·kg⁻¹ par jour affichaient une baisse du poids fœtal et de l'ossification caudale ainsi qu'une hausse du taux de résorption fœtale (Newell et Dilley, 1978).

Les données disponibles sont suffisantes pour qu'il soit possible de déduire une recommandation provisoire canadienne pour la qualité des eaux visant la protection de l'eau d'abreuvement du bétail. Une DJA a été calculée pour chacune des espèces sur lesquelles on disposait de données toxicologiques appropriées. La DJA correspond au quotient de la moyenne géométrique de la CMEO et de la CSEO par un facteur d'incertitude. Une DJA de 1,4 mg·kg⁻¹ par jour a été calculée pour le beagle, lequel présente une CMEO et une CSEO (perte pondérale) de 13,25 et de 6,25 mg·kg⁻¹ par jour, respectivement (Sherman et Kaplan, 1975). On a déduit une CR en multipliant la DJA la plus faible, soit celle du beagle, par le plus faible rapport du poids corporel au taux d'ingestion d'eau, soit celui de la leghorn (3,8). Afin de tenir compte des sources d'exposition au bromacil autres que l'eau, on a multiplié la CR la plus faible (5,3 mg·L⁻¹) par un facteur de répartition de 0,2, ce qui a donné une recommandation provisoire pour la qualité des eaux visant la protection du bétail de 1100 µg·L⁻¹ (CCME, 1996).

Références

- Agriculture et Agro-alimentaire Canada. 1997. Renseignements et informations sur les produits antiparasitaires. Base de données RIPA, (disque CCINFO). Issue 97-3. Produite par Agriculture et Agro-alimentaire Canada et distribuée par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. CD-ROM.
- Agriculture Canada et Environnement Canada. 1990. Pesticide registrant survey 1990 report. Agriculture Canada, Direction des pesticides, et Environnement Canada, Direction des produits chimiques commerciaux. Ottawa.
- Ashton, F.M., E.G. Cutter et D. Huffstutter. 1969. Growth and structural modifications of oats induced by bromacil. *Weed Res.* 9:198-204.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 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.]
- . 1997. Annexe XXIII — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (juin 1997), arsenic, bromacil, carbaryl, chlorpyrifos, deltaméthrine et glycols, 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.

- Caux, P-Y, R.A. Kent, M. Taché, C. Grande, G.T. Fan et D.D. MacDonald. 1993. Environmental fate and effects of dicamba: A Canadian perspective. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 133:1-58.
- Gaines, T.B. et R.E. Linder. 1986. Acute toxicity of pesticides in adult and weanling rats. *Fundam. Appl. Toxicol.* 7:299-308.
- Hilton, H.W. et N. Nomura. 1964. Phytotoxicity of herbicides as measured by root absorption. *Weed Res.* 4:216-222.
- Hiranpradit, H., C.L. Foy et G.M. Shear. 1972. Effects of low levels of bromacil on some mineral constituents and forms of nitrogen in *Glycine max* (L.) Merrill. *Agron. J.* 64(3):274-276.
- Holloway, R.I.C. 1968. The response of potted apple and plum plants to bromacil and chlorthiamid. *Rep. E. Malling Res. Stn. for 1967.*
- Jury, W.A., W.F. Spencer et W.J. Farmer. 1984. Behavior assessment model for trace organics in soil: III. Application of screening model. *J. Environ. Qual.* 13(4):573-579.
- Lakoski, J.M., M.I. Arentsen, N.L. Kneisley, W.W. Au et M.S. Legator. 1993. Evaluation of toxic and genotoxic effects of bromacil: Part II. Open-field behavioural assessment of locomotor effects in the rat. *J. Occup. Med. Toxicol.* 2(2):173-187.
- MAAO (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario). 1994. 1994 Guide de lutte contre les mauvaises herbes. Publication 75. Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto.
- Newell, G.W. et J.V. Dilley. 1978. Teratology and acute toxicology of selected chemical pesticides administered by inhalation. EPA-600/1-78-003, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Research Triangle Park, NC.
- Palmer, J.S. et R.D. Radeleff. 1969. The toxicity of some organic herbicides to cattle, sheep and chickens. *Prod Res. Report 106.* U.S. Department of Agriculture, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Price, H.C. et J. Fisher. 1966. Comparison of several substituted uracil herbicides for control of weeds around young peach and apple trees. *Proc. Northeast. Weed Control Conf.* 20:174-180.
- Sharma, M.P. 1989. Efficiency of activated charcoal for inactivation of bromacil and tebuthiuron residues in soil. Préparé pour The Oil and Gas Reclamation Research Program, Alberta Land Conservation and Reclamation Council, Vegreville, AB.
- Sherman, H. et A.M. Kaplan. 1975. Toxicity studies with 5-bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 34:189-196.
- Wiseman, J.S. et H.M. Lawson. 1970. Effects on subsequent cereal crops of residual herbicides used in raspberry experiments, dans *Proceedings 10th Br. Weed Control Conf.* 10:768-774.
- Wuu, K.D. et W.F. Grant. 1966. Morphological and somatic chromosomal aberrations induced by pesticides in barley (*Hordeum vulgare*). *J. can. genet. cytol.* VIII(3):481-501.

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 — bromacil, 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