

Le glyphosate

Recommandation

La concentration maximale acceptable provisoire (CMAP) de glyphosate dans l'eau potable est de 0,28 mg/L (280 µg/L).

Identité, utilisation et sources dans l'environnement

Le glyphosate ($C_3H_6NO_5P$), ou N-phosphono-méthylglycine, est un herbicide systémique utilisé en grande quantité (entre 0,5 et 1 million de kilogrammes en 1986 et plus de 2 millions de kilogrammes en 1990) comme herbicide non sélectif sur les emprises, dans les plantations forestières, pour la préparation du sol en vue de l'ensemencement de nombreuses cultures et comme défoliant pour certaines autres (blé, orge, légumes, moutarde sauvage, lin et cultures fourragères).^{1,2}

Le glyphosate est un acide organique faible. Pour accroître sa solubilité, on le prépare habituellement sous forme de sel d'isopropylamine ($C_6H_{17}N_2O_5P$, Roundup).³⁻⁵ On ajoute des agents tensio-actifs (par exemple la polyoxyéthylène amine) et des supports à certaines préparations.⁶

Le glyphosate est soluble dans l'eau (12 g/L à 25 °C)⁷ et sa tension de vapeur est faible ($<1 \times 10^{-5}$ Pa à 25 °C).⁶ Il est stable à l'hydrolyse dans l'eau mais subit une dégradation microbienne rapide dans les eaux de surface naturelles. Une certaine photodécomposition peut également se produire.⁷ Lorsqu'on retire le glyphosate de l'eau, sa forte adsorption sur les particules facilite la tâche.⁸ La demi-vie du glyphosate dans les eaux de surface après une pulvérisation en forêt au Manitoba s'est révélée inférieure à 24 heures.⁹

Dans les sols, le glyphosate subit une dégradation microbienne qui le métabolise en un acide aminométhylphosphonique (AMPA), qui se décompose ensuite lentement en dioxyde de carbone et en composés inorganiques simples. Le glyphosate est considéré comme modérément persistant dans le sol, avec une demi-vie de 20 à 100 jours, selon l'état du sol.^{10,11} Il est fortement adsorbé sur les sols,¹² en particulier les sols à pH neutre ou faible, ou à faibles niveaux de phosphate¹⁰ et en présence d'acide fulvique et de cations Fe^{2+} , Fe^{3+}

et Al^{3+} . Après son application, le glyphosate n'est donc pas censé migrer dans les eaux souterraines d'approvisionnement. Le métabolite AMPA a le même comportement. Le glyphosate est considéré comme non lixiviant par Agriculture Canada et, sous ce rapport, arrive au 72^e rang des 86 pesticides répertoriés.^{13,14}

Exposition

On n'a pas détecté de glyphosate ni d'AMPA dans les sources d'alimentation en eau potable; cela peut s'expliquer par l'absence de surveillance suivie et par les difficultés techniques que posent les méthodes d'analyse disponibles.

Compte tenu de leurs propriétés physico-chimiques, on ne devrait retrouver de glyphosate ou d'AMPA dans les eaux de surface que dans les heures qui suivent l'application directe ou lorsque des précipitations ont provoqué une érosion du sol qui peut entraîner une contamination des sources d'alimentation en eau potable qui sont en aval. Les données expérimentales indiquent que des concentrations de glyphosate de 200 à 300 µg/L relevées immédiatement après pulvérisation directe dans de l'eau stagnante chutent de moitié en trois semaines environ.¹⁵ On a observé que la pulvérisation directe de glyphosate dans les lacs et les étangs à raison de 1 kg/ha entraîne une concentration initiale de 1 100 µg/L, qui tombe à 149 µg/L après deux jours et à 55 µg/L après cinq jours.⁹ Au Québec, on a testé l'effet de l'application de glyphosate dans les pratiques ordinaires de foresterie (zone tampon de 30 m) en effectuant des prélèvements dans huit cours d'eau et dans plusieurs étangs et fossés.¹⁶ Aucun des 60 échantillons prélevés dans les huit cours d'eau ne contenait suffisamment de glyphosate pour qu'on puisse le détecter (seuil de détection de 1,0 µg/L), mais on a détecté du glyphosate dans deux échantillons provenant de fossés (maximum de 16,9 µg/L). Dans les étangs qui ont reçu une pulvérisation directe, la concentration était de 2 800 µg/L immédiatement après la pulvérisation et avait chuté à 288 µg/L 24 heures plus tard.

On peut trouver des résidus de glyphosate dans le blé et l'orge ainsi que dans les produits fabriqués à partir

de ces céréales (y compris la bière) et dans les lentilles, le soja et les pois. La concentration est souvent inférieure au seuil de détection ou près de ce seuil (0,05 mg/kg). Le métabolite AMPA n'a été détecté qu'occasionnellement, généralement dans une proportion inférieure à 2 % des résidus totaux de glyphosate. On en a conclu qu'on pouvait ne pas tenir compte de l'AMPA dans les analyses de résidus.^{4,17} En s'appuyant sur les données de 1986, on a évalué l'absorption maximale théorique de glyphosate dans l'alimentation à environ 2,7 µg/kg p.c. par jour.¹⁸

Méthodes d'analyse et techniques de traitement

On peut déterminer la présence de glyphosate dans l'eau en utilisant la chromatographie liquide haute performance à injection directe aqueuse avec dérivation post-colonne. Selon cette méthode, un petit prélèvement (200 µL) d'eau filtrée est injecté dans une colonne de chromatographie liquide haute performance en phase inversée. Les réactions post-colonne sont notamment l'oxydation du glyphosate en glycine, laquelle réagit ensuite avec l'o-phthalaldéhyde pour former un isoindole que l'on mesure par fluorimétrie. Le seuil de détection pour cette méthode est de 6 µg/L dans le cas de l'eau du robinet et de 9 µg/L dans le cas de l'eau souterraine.¹⁹

On peut enlever le glyphosate de l'eau potable par un traitement traditionnel. Les études de traitabilité en laboratoire²⁰ indiquent que l'oxydation à partir de la chloration ou de l'ozonation est une technique de traitement efficace.

Effets sur la santé

Pharmacocinétique

Le glyphosate est absorbé de façon incomplète (de 15 à 40 %) par voie orale,²¹ de même que l'AMPA (à 20 %).²² Des tests sur des singes ont révélé que l'absorption cutanée de la préparation de glyphosate Roundup n'était que de 2 % après sept jours d'application locale.²³

Après administration orale ou intrapéritonéale d'une dose unique et de doses répétées pendant 12 jours, le glyphosate a été éliminé presque entièrement dans l'urine, en grande partie sous une forme inchangée, même si l'on a trouvé de petites quantités d'AMPA. On n'a observé une excrétion biliaire et une circulation entéro-hépatique qu'en faibles quantités.^{4,21} Les doses d'AMPA absorbées ont également été excrétées presque entièrement dans l'urine; moins de 0,1 % de la dose a été éliminée sous la forme de dioxyde de carbone marqué.²² Après 120 heures, une dose unique de glyphosate était éliminée à 94 % chez les mâles et les femelles. Dans le cas de l'administration quotidienne

dans l'alimentation pendant 14 jours, les concentrations tissulaires ont atteint leur valeur maximale au sixième jour d'administration et les concentrations ont diminué dans l'ordre suivant : reins (<1 ppm), rate, tissus adipeux, foie, ovaires, cœur et muscles. Les résidus ont diminué rapidement après l'interruption du traitement; les concentrations dans les reins n'étaient plus que de 0,1 ppm à la fin d'une période de rétablissement de 10 jours.²¹

On a évoqué la possibilité que le glyphosate réagisse avec le nitrite dans l'alimentation pour former le N-nitrosophosphonométhylglycine, un cancérigène possible.²⁴

Effets sur les animaux de laboratoire et les êtres humains

Par voie orale ou cutanée, le glyphosate a une toxicité aiguë pour les rats à des doses aussi faibles que 3 800 mg/kg p.c., la plupart des valeurs étant au-dessus de 5 000 mg/kg p.c.²¹ La DL₅₀ se situe aux environs de 1 % du poids corporel.²⁵ Il semble y avoir peu d'effets toxiques à hautes doses excepté une réduction du poids corporel et un accroissement du poids du foie. Le glyphosate n'a causé que de légères irritations à la peau et aux yeux lorsqu'on l'a testé sur 346 volontaires et l'on n'a pas trouvé trace de photo-irritation ou de dermatite de contact allergique ou photoallergique.²⁶ Les tests sur les animaux ont permis de considérer le glyphosate comme légèrement irritant pour la peau et les yeux, et la préparation Roundup comme modérément irritante.²⁵ Roundup est également jugé plus toxique (de 17 à 32 fois plus) pour les poissons que le composé d'origine, probablement en raison du sel aminé ou de ses surfactifs.²⁵

Dans une étude subchronique, on a administré du glyphosate dans des capsules de gélatine à des chiens beagle (six par groupe) à des doses de 0, 20, 100 ou 500 mg/kg p.c. par jour pendant un an.²⁷ On n'a pas observé de signes cliniques de toxicité et aucun changement dans le poids corporel ou dans le poids des organes n'a pu être relié au traitement, non plus que dans la chimie ophtalmologique, hématologique ou clinique ou dans les paramètres urinaires.²⁷ À la dose la plus élevée, on a noté en revanche une incidence légèrement accrue de nodules lymphoïdes dans l'épididyme et l'on a considéré qu'il serait prudent d'établir à 10 mg/kg p.c. par jour²⁸ la dose sans effet nocif observé (NOAEL).

Dans une étude de la toxicité chronique ou de l'action cancérigène conduite sur des souris CD-1 (50 par sexe par groupe), on a administré pendant 24 mois du glyphosate dans l'alimentation à raison de 0, 0,1, 0,5 ou 3 % (0, 1 000, 5 000 et 30 000 ppm).²⁹ À haute dose, on a observé chez les mâles une légère augmentation de la nécrose du foie (hypertrophie

hépatique et nécrose centro-lobulaire), un syndrome néphrotique intersticiel et une hyperplasie de la vessie ainsi qu'une légère diminution de la prise de poids, tant chez les mâles que chez les femelles. On n'a pas observé d'autres changements liés au traitement dans le poids corporel ou le poids des organes, la consommation d'eau ou d'aliments, non plus que dans les paramètres hématologiques, et il n'y a eu aucun signe clinique de toxicité, quelle que soit la dose. On a considéré que le NOAEL pourrait être de 5 000 ppm, ce qui équivaut à 814 mg/kg p.c. par jour pour les mâles.²⁹ Il n'y a pas eu d'augmentation notable de la fréquence des lésions néoplasiques, même si l'on a observé trois petits adénomes des tubes urinaires chez les mâles soumis à de fortes doses; l'incidence de ces adénomes était inférieure à ce qui a été observé dans les contrôles antérieurs. Dans cette étude, le glyphosate n'a pas été considéré comme oncogène pour les souris.^{21,30}

Dans une étude sur les effets oncogènes dans l'alimentation, portant sur deux ans, on a administré à des rats Sprague-Dawley (50 par sexe par dose) du glyphosate de qualité technique à raison de 0, 60, 200 et 600 ppm dans leur alimentation (équivalant à des doses de 0, 3,0, 10,3 ou 31,4 mg/kg p.c. par jour pour les mâles et à 0, 3,4, 11,2 ou 34 mg/kg p.c. par jour pour les femelles).³¹ On a observé une tendance uniforme à la réduction de la prise de poids chez les mâles traités pendant la plus grande partie de la période de croissance, mais les effets sur le poids corporel n'ont pas été considérés comme liés au traitement.²¹ On n'a pas observé d'autres effets nocifs au niveau de la mortalité, de l'absorption d'aliments ou d'eau, du poids absolu ou relatif des organes, de l'hématologie, de la chimie clinique ou de l'analyse des urines. L'incidence des tumeurs des cellules intersticielles du testicule a été légèrement élevée dans les groupes soumis à de faibles doses et à des doses élevées. Toutefois, elle n'était pas liée à la dose; elle était près des valeurs de contrôle relevées antérieurement et l'on a jugé peu vraisemblable qu'elle soit liée au traitement. La dose la plus élevée (31,4 ou 34 mg/kg p.c. par jour) a été considérée comme étant le NOAEL pour cette étude.^{21,31,32} Les toxicologues de Santé Canada ont noté une incidence légèrement plus élevée de carcinomes des cellules parafolliculaires de la thyroïde chez les femelles, qu'ils ont jugée potentiellement liée au glyphosate. En raison des préoccupations suscitées par cette observation, on a proposé la dose inférieure de 3,0 mg/kg p.c. par jour comme NOAEL, d'après la tendance à la réduction des prises de poids observée chez les mâles.^{18*}

* Une analyse indépendante effectuée ultérieurement par trois anatomo-pathologistes a écarté la relation entre le traitement et les tumeurs de cellules parafolliculaires.

Dans une nouvelle étude, on a administré à la même souche de rats du glyphosate dans l'alimentation à des doses plus élevées (0, 2 000, 8 000 ou 20 000 ppm) pendant deux ans.³³ À la dose la plus élevée (20 000 ppm ou environ 1 000 mg/kg p.c. par jour), on a observé une réduction du poids corporel et de la prise de poids chez les femelles, une augmentation du poids du foie, des effets cataractogènes (modification dénégérative du cristallin), des effets sur les testicules (non autrement définis) chez les mâles ainsi qu'une incidence accrue de l'irritation de l'estomac chez les deux sexes (statistiquement significative chez les femelles). Une évaluation²⁸ faisait état de l'absence d'indice d'activité oncogène quelle que soit la dose; toutefois, une seconde évaluation⁵ a mentionné que l'incidence des adénomes des îlots de Langerhans était accrue chez les mâles soumis à des doses faibles et élevées, mais qu'elle n'était pas liée aux doses et le test de tendance s'est révélé négatif. On n'a pas observé de carcinomes du pancréas. La NOAEL était considérée comme étant de 8 000 ppm, soit 362 mg/kg p.c. par jour.^{28,33}

Le glyphosate est apparu comme non mutagène dans une batterie de tests de courte durée *in vitro* et *in vivo*, dont le test d'Ames avec et sans activation métabolique sur quatre souches de *Salmonella typhimurium*, un essai de recombinaison avec *Bacillus subtilis* H17 (rec+) et M45 (rec-), un test de réversion avec *E. coli* WP2her, un test de mutation avec les ovaires de hamsters chinois et une analyse de réparation de l'ADN non programmée sur les cellules hépatiques du rat. Parmi les tests *in vivo* négatifs, mentionnons une bio-analyse de létalité dominante chez les souris à des doses orales de 200 à 1 000 mg/kg p.c. et une épreuve avec cellules-hôtes sur de la moelle osseuse de rat à des doses de 200 à 1 000 mg/kg^{21,34} administrées par voie intrapéritonéale.

On n'a observé aucun effet tératogène dans les études sur le lapin et le rat à des doses aussi élevées que 350 et 3 500 mg/kg p.c. par jour, respectivement. Dans l'étude sur le rat (25 par groupe), les doses de gavage étaient de 0, 300, 1 000 et 3 500 mg/kg p.c. On a remarqué plusieurs cas de toxicité maternelle à dose élevée, caractérisée par une diarrhée, un écoulement nasal rouge, une prise de poids réduite et six morts au dix-septième jour. Ces doses avaient également un effet nocif sur la reproduction, y compris la totalité des implants, les fœtus viables et les résorptions. La toxicité fœtale était évidente et l'on a observé l'absence d'ossification du sternèbre, ainsi que des anomalies des reins (chez trois nouveau-nés).^{21,34} Dans l'étude portant sur le lapin, les groupes de 16 femelles ont reçu 0, 75, 175 et 350 mg/kg p.c. par jour par gavage, du sixième au vingt-septième jour de la gestation. La toxicité maternelle était évidente tant chez les animaux soumis

aux doses moyennes que chez ceux soumis à des doses élevées (diarrhée, écoulement nasal, réduction occasionnelle du poids corporel et mort de deux et de dix femelles des groupes recevant des doses moyennes et élevées, respectivement). On a observé des effets liés au traitement sur le nombre de fœtus viables et sur les résorptions fœtales précoces ou tardives et une incidence accrue d'effets variables sur le squelette dans le groupe auquel on administrait des doses élevées.^{21,34} Les NOAEL pour la toxicité maternelle et fœtale étaient de 75 et de 175 mg/kg p.c. par jour, respectivement.

On n'a pas noté d'effets nuisant à la reproduction dans une étude portant sur deux portées de trois générations de rats au cours de laquelle on avait administré à des groupes de 12 mâles et de 24 femelles de rats Sprague-Dawley du glyphosate dans l'alimentation à des doses de 0, 3, 10 ou 30 mg/kg p.c. pendant 60 jours, de façon continue au cours de l'accouplement, de la gestation et de la lactation. Le NOEL était censé être au niveau de la dose la plus élevée ou au-dessus de 30 mg/kg p.c.²¹

Justification

D'après les évaluations de la Direction des aliments de Santé Canada,¹⁸ l'apport quotidien négligeable (AQN) pour le glyphosate a été établi de la façon suivante :

$$\text{AQN} = \frac{3,0 \text{ mg/kg p.c./j}}{100} = 0,03 \text{ mg/kg p.c. par jour}$$

étant donné que :

- 3,0 mg/kg p.c. par jour est la NOAEL pour la réduction de prise de poids dans une étude des effets oncogènes dans l'alimentation du rat effectuée sur deux ans³¹
- 100 est le facteur d'incertitude (×10 pour la variation inter-espèces et ×10 pour la variation intra-espèces dans une étude adéquate de longue durée).

La concentration maximale acceptable provisoire (CMAP) de glyphosate dans l'eau potable est calculée à partir de l'AQN de la façon suivante :

$$\text{CMAP} = \frac{0,03 \text{ mg/kg p.c./j} \times 70 \text{ kg} \times 0,20}{1,5 \text{ L/j}} = 0,28 \text{ mg/L}$$

étant donné que :

- 0,03 mg/kg p.c./j est l'AQN établie par la Direction des aliments de Santé Canada
- 70 kg est le poids corporel moyen d'un adulte
- 0,20 indique la proportion d'apport quotidien total de glyphosate autorisée dans l'eau (l'apport maximal théorique dans les aliments est de 9 % de l'AQN)
- 1,5 L/j est la consommation quotidienne moyenne d'eau potable d'un adulte.

Références bibliographiques

1. Environnement Canada/Agriculture Canada. Sondage auprès des titulaires d'enregistrement. Rapport de 1986. Direction des pesticides, Agriculture Canada, et Direction des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, Ottawa (1987).

2. Environnement Canada/Agriculture Canada. Sondage auprès des titulaires d'enregistrement. Rapport de 1990. Direction des pesticides, Agriculture Canada, et Direction des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, Ottawa (1993).

3. Worthing, C.R. (dir. de publ.). The pesticide manual. A world compendium. 7^e édition. The British Crop Protection Council. Lavenham Press, Lavenham, R.-U. (1983).

4. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la santé(FAO/OMS). Résidus de pesticides dans les aliments – 1986. Rapport de la réunion mixte du Groupe d'experts de la FAO sur les résidus de pesticides, 29 septembre – 8 octobre 1986, Rome, Italie. Document 77 de la FAO sur la production et la protection des plantes. p. 30 (1986).

5. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE). Recommandations pour la qualité des eaux du Canada. Environnement Canada, Ottawa (1987).

6. Organisation mondiale de la santé. Glyphosate. Critères de la qualité sanitaire de l'environnement, Programme international de sécurité des produits chimiques (IPCS), Genève (1994).

7. Bronstad, J.O. et Friestad, H.O. Behaviour of glyphosate in the aquatic environment. Dans : The herbicide glyphosate. E. Grossbard et D. Atkinson (dir. de publ.). Butterworths, Londres, R.-U., p. 200 (1985).

8. Tooby, T.E. Fate and biological consequences of glyphosate in the aquatic environment. Dans : The herbicide glyphosate. E. Grossbard et D. Atkinson (dir. de publ.). Butterworths, Londres, R.-U., p. 206 (1985).

9. Beck, A.E. Glyphosate residues in surface water following 1985 Manfor Ltd. field trials. Water Standards and Studies Report No. 87-4, Manitoba Environment and Workplace Safety and Health (1987). Cité dans Environnement Canada : Recommandations pour la qualité de l'eau, vol. 2. Substances chimiques organiques. Glyphosate (ébauche de document de travail). Direction des eaux intérieures, 34 pp. (1987).

10. Tortensson, L. Behaviour of glyphosate in soils and its degradation. Dans : The herbicide glyphosate. E. Grossbard et D. Atkinson (dir. de publ.). Butterworths, London, R.-U., p. 137 (1985).

11. Willis, G.H. et McDowell, L.L. Pesticides in agricultural runoff and their effects on downstream water quality. Environ. Toxicol. Chem., 1 : 267 (1983).

12. Spencer, E.Y. Guide to the chemicals used in crop protection. 7^e édition. Direction de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (1982).

13. Agriculture Canada. Pesticide priority scheme for Water Monitoring Program. Rapport inédit. Direction des pesticides (1986).

14. Agriculture Canada. Revision to pesticide priority scheme for Water Monitoring Program. Direction des pesticides (1993).

15. Monsanto Canada. Renseignements appuyant l'établissement d'une concentration maximale acceptable du glyphosate dans l'eau potable, communiqués à M.P. Toft, Bureau des dangers des produits chimiques, Direction de l'hygiène du milieu, Santé nationale et Bien-être social Canada (1985).

16. Legris, J. et Couture, G. Résidus de glyphosate dans l'eau et les sédiments suite à des pulvérisations terrestres en milieu forestier en 1986. Publication 3322, Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service des études environnementales, Québec (1989).

17. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la santé(FAO/OMS). Résidus de pesticides dans les aliments -1986. Évaluations 1987 : Première partie – Résidus. Réunion mixte sur les résidus de pesticides, Rome, Italie. Document 86/1 de la FAO sur la production et la protection des plantes. p. 71 (1988).
18. Santé nationale et Bien-être social Canada. National pesticide residue limits in foods. Division d'innocuité des produits chimiques, Direction des aliments, Ottawa (1986).
19. U.S. Environmental Protection Agency. U.S. EPA draft method analysis of glyphosate in drinking water by direct aqueous HPLC injection with post-column derivatization. EMSL-CI, Cincinnati, OH, juin (1988).
20. Speth, T.S. The removal of glyphosate from drinking water, 1990. Cité dans : U.S. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations. Fed. Regist., 57(138) : 31776 (1992).
21. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la santé(FAO/OMS). Résidus de pesticides dans les aliments -1986. Réunion mixte sur les résidus de pesticides (JMPR), Rome, Italie. Document 77/2 de la FAO sur la production et la protection des plantes. p. 63 (1987).
22. Colvin, L.B., Moran, S.J. et Miller, J.S. The metabolism of aminomethylphosphonic acid-¹⁴C in the laboratory rat. Rapport n° 303 (inédit), Monsanto Environmental Health Laboratory, St. Louis, MO (1973), cité à la référence 21.
23. Maibach, H. I. Roundup formulation. Elimination and dermal penetration in monkeys. Rapport n° 81/349 (inédit), University of California, soumis à Monsanto (1983), 21.
24. Sutherland, M. L. Metabolism of N-nitrosophosphono-methylglycine in the laboratory rat. Rapport n° MSL 0242 (inédit), Monsanto Environmental Health Laboratory, St. Louis, MO (1978), cité à la référence 21.
25. Atkinson, D. Toxicological properties of glyphosate: a summary. Dans : The herbicide glyphosate. E. Grossbard et D. Atkinson (dir. de publ.). Butterworths, London, R.-U. p. 127 (1985).
26. Maibach, H. I. Irritation, sensitive, photoirritation and photosensitization assays with a glyphosate herbicide. Contact Dermatitis, 15 : 152 (1986).
27. Reyna, M.S. Twelve month study of glyphosate administered by gelatin capsule to beagle dogs. Unpublished report, Monsanto Environmental Health Laboratory, St. Louis, MO (1985), cité à la référence 21.
28. Santé nationale et Bien-être social Canada. Rapport interne sur le glyphosate. Direction des aliments, Ottawa (1992).
29. Hogan, G.K. A chronic feeding study of glyphosate in mice. Rapport inédit préparé par Bio/Dynamics Inc. pour Monsanto (1983), cité à la référence 21.
30. U.S. Environmental Protection Agency. Glyphosate, paraquat oncogenicity pointed out to DEA by EPA's OPP. Pestic. Toxic Chem. News, 14 août (1985).
31. Lankas, G.R. A lifetime feeding study of glyphosate (Roundup technical) in rats. Rapport inédit préparé par Bio/Dynamics Inc. pour Monsanto (1981), cité à la référence 21.
32. U.S. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations, synthetic organic chemicals, proposed rule. Fed. Regist., 50(219) : 47021 (1985).
33. Monsanto. Chronic study of glyphosate administered in feed to albino rats (Projet n° MSL-10495). Rapport inédit, Monsanto Environmental Health Laboratory, St. Louis, MO (1990), cité aux références 6 et 28.
34. U.S. Environmental Protection Agency. Pesticide tolerances for glyphosate. Fed. Regist., 50(228) : 48615 (1985).