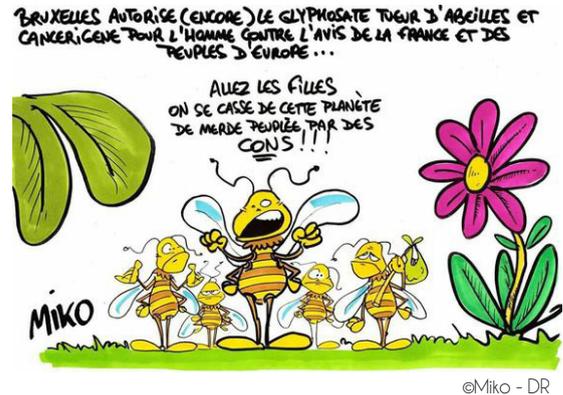


Que sait-on du glyphosate en 2023 ?

Si je vous dis glyphosate, à quoi pensez-vous ? En premier lieu, sûrement à votre santé ou à celle de l'environnement. Et pourtant, cet herbicide est largement utilisé à l'échelle mondiale, et l'Union européenne vient de renouveler son autorisation pour une période de 10 ans. Présent dans nos cultures et adoptant diverses formes dans nos assiettes, quelles connaissances avons-nous réellement sur le glyphosate en 2023 ?



Le glyphosate : qu'est-ce que c'est ?

Découvert en 1950 par Henri Martin, le glyphosate est une molécule synthétique¹ dont l'activité herbicide a été démontrée par John E. Franz en 1970.

Le glyphosate a été commercialisé dans les années 70 dans de nombreux produits herbicides, notamment le renommé RoundUp® de Monsanto, et est rapidement devenu leader sur son marché, passant de 635 tonnes à 18 143 tonnes appliquées sur les terres agricoles mondiales entre 1974 et 1995². En 2015, ce chiffre s'élevait à 850 000 tonnes d'herbicide à base de glyphosate, appliquées sur 360 millions d'hectares selon le cabinet Kleffmann (2019). En France, on comptait en 2018 plus de 200 produits contenant du glyphosate, puis plus qu'une trentaine en 2020, suite à différentes restrictions (ANSES, 2023). Il reste toutefois l'herbicide le plus utilisé au monde.

En Europe, les herbicides à base de glyphosate sont utilisés sur des grandes variétés de cultures annuelles (maïs, colza, céréales, légumineuses, betteraves sucrières et fourragères, etc.) et pérennes (vignes, vergers, oliviers, etc.)³.

Comment fonctionne le glyphosate ? En quoi est-il plus efficace ?

Comparé à d'autres herbicides, le glyphosate est efficace contre un très grand nombre d'adventices, les fameuses mauvaises herbes, présentes dans les cultures. Il possède d'une part un large spectre d'action (non sélectif) et d'autre part, il est rapidement absorbé au niveau des feuilles et se répand très vite dans la totalité du végétal, rendant son efficacité d'autant plus redoutable^{4,5,6,7}. Néanmoins, on le retrouve de plus en plus dans les eaux de surface⁸ (voir encadré). Enfin, le glyphosate étant très efficace, son application est censée être moins fréquente⁹.



Présence dans les eaux

L'usage massif de pesticides est source de nombreuses contaminations, et notamment de l'eau. Dans une synthèse de l'Anses (2017)¹⁰, la présence de glyphosate et de son métabolite, l'AMPA, est fréquente dans les eaux de surface (dans 74 % des rivières et lacs testés pour l'AMPA). A l'échelle européenne, on constate également la présence de glyphosate dans de très nombreuses rivières (2023)¹¹. Les organismes aquatiques se retrouvent donc particulièrement exposés.

Dans les eaux destinées à la consommation humaine, il apparaît qu'un nombre très faible d'échantillons (< 0,04 %) montrent des dépassements du seuil en glyphosate. Ce seuil est de 0,1 µg/L pour chaque substance pesticide. Cependant, les effets cocktails ne sont pas pris en compte, alors que leur impact peut être particulièrement néfaste, mais les études sont insuffisantes à ce jour.

¹Palberg, D., Kaszecki, E., Dhanjal, C., Kisiala, A., Morrison, E., Stock, N., & Emery, R. N., 2023, Impact of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides on Phyllospheric Methylobacterium

²Richmond, M. E., (2018), Glyphosate: A review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species, Journal of Environmental Studies and Sciences, 8, 416-434

³Antier, C., Andersson, R., Auskalniene, O., Barić, K., & Simić, M., 2020, A survey on the uses of glyphosate in European countries, ENDURE network, 1-60

⁴Kirkwood, R. C., Hetherington, R., Reynolds, T. L., & Marshall, G., 2000, Absorption, localisation, translocation and activity of glyphosate in barnyardgrass (Echinochloa crus-galli (L) Beauv): influence of herbicide and surfactant concentration, Pest Management Science: formerly Pesticide Science, 56(4), 359-367

⁵Sharma, S. D., & Singh, M., 2001, Environmental factors affecting absorption and bio-efficacy of glyphosate in Florida beggarweed (Desmodium tortuosum), Crop Protection, 20(6), 511-516.

⁶Reddy, K. N., Rimando, A. M., & Duke, S. O., 2004, Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean, Journal of agricultural and food chemistry, 52(16), 5139-5143

⁷Tong, M., Gao, W., Jiao, W., Zhou, J., Li, Y., He, L., & Hou, R., 2017, Uptake, translocation, metabolism, and distribution of glyphosate in nontarget tea plant (Camellia sinensis L), Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(35), 7638-7646

⁸PAN (Pesticide Action Network), September 2023, Glyphosate is polluting our waters - all across Europe, PAN Europe's water report

⁹Pline, W. A., Price, A. J., Wilcut, J. W., Edmisten, K. L., & Wells, R., 2001, Absorption and translocation of glyphosate in glyphosate-resistant cotton as influenced by application method and growth stage, Weed Science, 49(4), 460-467

¹⁰<https://www.anses.fr/fr/content/glyphosate-l%E2%80%99anses-fait-le-point-sur-les-donn%C3%A9es-de-surveillance>

¹¹Glyphosate is polluting our waters - All across Europe. PAN Europe's water report, September 2023

CONSULTATION NUTRITION

Pourquoi son utilisation est controversée ?

Indéniablement efficace, un avantage mais aussi des risques non négligeables selon le point de vue.

Tout d'abord, malgré son efficacité, certaines espèces résistent et deviennent de plus en plus difficiles à éliminer, d'autant plus qu'il existe peu d'herbicides aussi puissants que les produits à base de glyphosate. Cela conduit généralement à un usage plus massif et plus fréquent de cet herbicide, ce qui peut causer des problèmes, notamment à long terme¹².



@pixabay - DR

Impact sur les sols

D'après certaines études, le glyphosate n'aurait pas d'impact sur la qualité des sols aux doses recommandées en agriculture. Par exemple, Mensah et al. (2023)¹³ ont démontré, après que des échantillons de sol aient été mis en présence de glyphosate (500 mg/L) pendant 80 jours, que le glyphosate n'avait pas d'effet significatif sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques des sols. Notons néanmoins que cette expérience est réalisée en laboratoire.

De plus, comme on l'a dit, le glyphosate peut rapidement être relâché dans les sols. Il possède d'ailleurs des propriétés de chélation, notamment du fer, manganèse, zinc, cuivre ou nickel, pouvant potentiellement limiter la disponibilité de ces nutriments pour la plante¹⁴.

Plus généralement, l'impact du glyphosate sur les sols est encore flou et dépendrait surtout du type de sol, certains sols retenant davantage le glyphosate que d'autres.

Impact sur le microbiote des plantes

Une recherche menée par Palberg et al. (2023) a étudié l'impact du glyphosate et des produits à base de glyphosate sur l'ensemble des *Methylobacterium*¹⁵. Ces derniers, symbiotes (organismes ayant besoin d'un hôte, généralement une espèce différente, pour vivre) de la phyllosphère (ensemble de la plante situé au-dessus du sol), sont connus pour stimuler la croissance de la plante et sa résistance aux facteurs de stress. Les résultats ont démontré que les bactéries *Methylobacterium* testées dans

l'étude étaient sensibles aux herbicides à base de glyphosate, les effets persistant même après le contact initial avec l'herbicide.

Ainsi, il serait nécessaire d'avoir plus de données sur les sols, pour mieux identifier les impacts. On note toutefois un risque, notamment pour les bactéries contribuant au bon développement de la plante, qu'elle soit adventice ou agricole. De plus, la persistance de ce composé et ses métabolites (dont l'AMPA) serait plus élevée qu'attendue. Une étude pilote de l'Inrae et l'université de Bordeaux¹⁶ a en effet montré que sur 47 sites entre 2019 et 2021, 98 % d'entre eux présentent au moins un résidu de pesticides (sur 111 recherchés), le glyphosate et l'AMPA étant les plus fréquemment détectés.

Impact sur les animaux

75 % de nos cultures alimentaires et près de 90 % des plantes sauvages à fleurs dépendent, au moins en partie, de la pollinisation par les animaux¹⁷.

De nos jours, malheureusement, le déclin des pollinisateurs est un problème majeur¹⁸, corrélé, entre autres, à l'utilisation excessive de pesticides.

Des études telles que celles menées par Goulson et al. (2015)¹⁹ et Simon-Delso et al. (2015)²⁰ indiquent que l'exposition aux pesticides peut entraîner des effets néfastes sur les pollinisateurs, perturbant leur comportement ou affaiblissant leur système immunitaire. Une étude d'Helander et al. (2023)²¹ a démontré qu'en ajoutant des herbicides à base de glyphosate dans le régime alimentaire de bourdons, leurs microbiotes intestinaux perdaient en diversité, alors qu'on sait qu'un microbiote en "bonne santé" permet à l'insecte de résister à des infections et réduit la mortalité de l'individu²².

Le glyphosate représenterait donc un risque de perte de biodiversité pour certains de ces insectes pollinisateurs, indispensables aux cultures.



Pollinisateurs - @pixabay - DR

¹²Benbrook, 2016, Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally, Environmental Science Europe, 28, 3

¹³Mensah, A. A., Yorikoume, K., Mawussi, C., & Karou, D. S., 2023, Effets du glyphosate sur les paramètres physicochimiques et biologiques des sols au sud du Togo: Effects of glyphosate on physicochemical and biological parameters of soils in southern Togo, International Journal of Biological and Chemical Sciences, 17(5), 2048-2062

¹⁴Mertens M., Höss S., Neumann G., Afzal J. and Reichenbecher W., 2018, Glyphosate, a chelating agent - relevant for ecological risk assessment? Environmental Science and Pollution Research, 25, 5298-5317

¹⁵Palberg, D., Kaszceki, E., Dhanjal, C., Kisiata, A., Morrison, E., Stock, N., & Emery, R. N., 2023, Impact of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides on Phyllospheric *Methylobacterium*

¹⁶<https://www.inrae.fr/actualites/persistence-residus-pesticides-sols-interet-dune-surveillance-nationale>

¹⁷IPBES, 2016, Résumé à l'intention des décideurs du rapport d'évaluation de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques concernant les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire.

¹⁸Zattara, E. E., & Aizen, M. A., 2021, Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness, One Earth, 4(1), 114-123.

¹⁹Coulson, D., Nicholls, E., Botias, C., & Rotheray, E. L., 2015, Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers, Science, 347(6229), 1255-1257

²⁰Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., & Wiemers, M., 2015, Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites, Environmental Science and Pollution Research, 22, 5-34

²¹Helander, M., Jeevananvar, A., Kaakinen, K., Mathew, S. A., Saikkonen, K., Fuchs, B., & Tamminen, M., 2023, Glyphosate and a glyphosate-based herbicide affect bumblebee gut microbiota, FEMS Microbiology Ecology, 99(7), fiad065

²²Koch, H., & Schmid-Hempel, P., 2011, Socially transmitted gut microbiota protects bumble bees against an intestinal parasite, Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(48), 19288-19292

CONSULTATION NUTRITION

Évoquons désormais les potentiels impacts des herbicides à base de glyphosate sur les écosystèmes aquatiques. Bien que ces herbicides soient censés rester cantonnés aux sols où ils ont été appliqués, on trouve tout de même du glyphosate ainsi que des composés issus de sa dégradation dans les écosystèmes aquatiques.

On peut évoquer l'étude de Giaquinto et al. (2017)²³ qui démontre que l'exposition du Pacu, poisson d'eau douce des rios Paraguay et Parana (le Brésil est particulièrement utilisateur de glyphosate), à différentes concentrations de glyphosate modifie le comportement du poisson. Une méta-analyse publiée en 2021 par Tresnakova et al.²⁴ met en avant les effets négatifs du glyphosate et des produits issus de sa dégradation sur des poissons (la croissance, le développement précoce, les biomarqueurs du stress oxydatif, les enzymes antioxydantes, etc.). En 2022, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a confirmé que le glyphosate était toxique pour la vie aquatique.

Qu'en est-il des impacts sur l'Homme ?

Maintenant que l'on sait un peu plus quels effets peuvent avoir les pesticides à base de glyphosate sur l'environnement, parlons maintenant de ses effets sur l'Homme.

Rappelons que le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) considère le glyphosate comme « probablement cancérigène ». Il juge également « solides » les preuves démontrant la génotoxicité (capacité à endommager l'ADN) du glyphosate. L'Inserm a également réalisé une synthèse en 2021, qui conclut que « la présomption de lien entre le glyphosate et le lymphome non hodgkinien (LNH) – un cancer du système lymphatique – est moyenne ». Ce risque, jugé « faible » dans le rapport précédent, n'est pas jugé plus élevé par manque de données, notamment sur les quantités réellement utilisées. Pour corroborer ce risque, une étude menée sur la plus grande cohorte internationale d'agriculteurs souligne une augmentation de 36 % du risque de LNH les plus courants pour les travailleurs les plus exposés aux produits contenant du glyphosate. D'après Laurence Huc, toxicologue et directrice de recherche à l'Inrae, les toxicologues s'accordent sur les propriétés « cancérigène, génotoxique, perturbateur endocrinien » du glyphosate.

De nombreuses études soulignent aussi des effets délétères des produits à base de glyphosate.

D'après une étude publiée dans Nature en 2023 et menée sur la cohorte NHANES (National Health and Nutrition Examination

Survey) aux USA, il y aurait une association significative entre les taux de glyphosate urinaire relevés et les quantités de chaînes légères des neurofilaments, un biomarqueur de différents troubles neurologiques.

En 2022, Panis et al. montrent la corrélation entre l'utilisation du glyphosate, au côté de 11 autres pesticides, sa présence dans les eaux potables et l'augmentation du risque de cancer au Brésil.



©pixabay - DR

Une autre étude de 2022 par De Roos et al. a montré une corrélation entre utilisation de glyphosate et apparition de lymphomes folliculaires chez les utilisateurs.

Enfin, une étude de 2022 par Islam et al. souligne la corrélation entre les pesticides à base de glyphosate et l'apparition de respirations sifflantes chez des femmes souffrant ou non d'allergies. D'après ces données, il semble plus que raisonnable de considérer le glyphosate comme potentiellement cancérigène.

Mais les agences européennes et les autorités nationales n'ont pas le même avis. En 2022, l'ECHA a confirmé que le glyphosate pouvait engendrer de graves lésions oculaires, cependant, il conclut également que sa classification en tant que substance cancérigène, mutagène ou reprotoxique n'est pas justifiée. Le rapport de l'EFSA publié en septembre 2023 et sur lequel se base la Commission européenne indique ne pas avoir identifié de « domaine de préoccupation critique » chez les humains, les animaux et l'environnement susceptible d'empêcher son autorisation. Toutefois, des « lacunes dans les données » et des questions non résolues » sont mentionnées.



©Durez - ©Le Monde - DR

²³Giaquinto, P. C., de Sá, M. B., Sugihara, V. S., Gonçalves, B. B., Delicio, H. C., & Barki, A. 2017, Effects of glyphosate-based herbicide sub-lethal concentrations on fish feeding behavior, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 98, 460-464

²⁴Tresnakova, N., Stara, A., & Velisek, J., 2021, Effects of glyphosate and its metabolite AMPA on aquatic organisms, Applied Sciences, 11(19), 9004

²⁵Leon ME, Schinasi LH, Lebailly P, Beane Freeman LE, Nordby KC, Ferro C, MonnerEAU A, Brouwer M, Tual S, Baldi I, Kjaerheim K, Hofmann JN, Kristensen P, Koutros S, Straif K, Kromhout H, Schüz J. Pesticide use and risk of non-Hodgkin lymphoid malignancies in agricultural cohorts from France, Norway and the USA: a pooled analysis from the AGRICOH consortium. Int J Epidemiol. 2019 Oct 1;48(5):1519-1535

²⁶https://www.francetvinfo.fr/monde/environnement/pesticides/glyphosate/glyphosate-une-specialiste-des-pesticides-se-dit-sans-voix-apres-la-proposition-de-bruxelles-de-renouveler-pour-10-ans-l-autorisation-dans-l-ue_6075333.html

²⁷Yang A. M., Chu P. L., Wang C. & Lin C. Y., 2023, Association between urinary glyphosate levels and serum neurofilament light chain in a representative sample of US adults: NHANES 2013-2014

²⁸Panis, C., Candiolo, L. Z. P., Coboardi, S. C., Gurezda, S., Cruz, J., Castro, M., & Lemos, B., 2022, Widespread pesticide contamination of drinking water and impact on cancer risk in Brazil, Environment International, 165, 107321

²⁹De Roos, A. J., Fritschi, L., Ward, M. H., MonnerEAU, A., Hofmann, J., Bernstein, L. & Cerhan, J. R., 2022, Herbicide use in farming and other jobs in relation to non-Hodgkin's lymphoma (NHL) risk, Occupational and Environmental Medicine, 79(12), 795-806

³⁰Islam, J. Y., Mohamed, A., Umbach, D. M., London, S. J., Henneberger, P. K., Freeman, L. E. B. & Hoppin, J. A., 2022, Allergic and non-allergic wheeze among farm women in the Agricultural Health Study (2005-2010), Occupational and Environmental Medicine, 79(11), 744-751

³¹<https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/glyphosate>

³²<https://www.vie-publique.fr/questions-reponses/291363-glyphosate-une-autorisation-renouvelee-dans-l-ue-jusqu'en-2033>

CONSULTATION NUTRITION

Pourquoi ces divergences ?

Tandis que le CIRC et l'Inserm se basent sur des revues scientifiques, les seconds se baseraient sur un plus grand champ d'études, notamment plus d'études industrielles au détriment des études académiques, dont bon nombre seraient ignorées, dans un contexte de « lobbying extrêmement fort et puissant » comme le souligne Laurence Huc . Or, selon Benbrook et al. (2019) , seulement 1 % des études industrielles révèle un effet génotoxique contre 70 % des études scientifiques publiées dans des revues à comité de relecture quand les auteurs ne sont pas en conflit d'intérêt.

Notons également que le CIRC s'appuie sur les produits à base de glyphosate commercialisés, soit ceux auxquels nous sommes réellement exposés, alors que les agences réglementaires se concentrent souvent sur la molécule active. Les études de toxicité du glyphosate seul sur l'homme sont peu nombreuses comparativement à celles menées sur les animaux (les preuves de génotoxicité sur les animaux sont considérées comme « suffisantes » par le CIRC), et s'ajoutent donc les adjuvants, certains étant connus pour être particulièrement nocifs.



@Live Love Fruit - DR

Les différents procès gagnés contre Bayer-Monsanto ne seraient-ils que des prémices ? Quand on met en perspective ces données avec les risques santé, on peut craindre quant à la présence encore largement autorisée de ce composé. Certes, on peut évoquer son efficacité et le potentiel manque de solutions de substitution suffisamment efficaces (ou plutôt dans quelle mesure faudrait-il adapter les cultures et quels accompagnements sont réellement mis en place ?) sur le marché.

Pour aller plus loin :

Des alternatives au glyphosate : <https://www.inrae.fr/actualites/alternatives-au-glyphosate-grandes-cultures-evaluation-economique>

³³H https://www.francetvinfo.fr/monde/environnement/pesticides/glyphosate/glyphosate-une-specialiste-des-pesticides-se-dit-sans-voix-apres-la-proposition-de-bruxelles-de-renouveler-pour-10-ans-l-autorisation-dans-lue_6075333.html

³⁴Benbrook, C. M., 2019, How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate-based herbicides? Environmental Sciences Europe, 31(1), 1-16

³⁵International Agency for Research on Cancer 2015, Some organophosphate insecticides and herbicides: tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon and glyphosate. IARC Working Group. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum, March, Volume 112 (in press).

³⁶Tittlemier, S. A., Bestvater, L., Chan, J., Timofeiev, V., Richter, A., Wang, K. & Fu, B. X., 2023, Diverging fates of cadmium and glyphosate during pasta cooking, Food Additives & Contaminants: Part A, 1-11

Efficace donc... mais à quel coût sanitaire ? Nous avons vu que les niveaux mesurés dans les eaux de surface étaient de plus en plus hauts (effet cocktail à prendre en compte), qu'en est-il de leur présence dans nos aliments ?

Un article de Sheryl A. Tittlemier (2023) a montré que l'on retrouvait du glyphosate dans les pâtes avant cuisson. Après cuisson, la majorité resterait dans l'eau de cuisson (73 % de la masse totale de glyphosate). Pas non plus de quoi se réjouir, puisqu'il est bel et bien arrivé jusqu'à là.



@Pixabay - DR

En France, on constate la présence de faibles quantités de glyphosates dans les céréales, raisins de cuve ou encore les lentilles. L'exposition de la population via l'alimentation serait ainsi inférieure à 1 % de la dose journalière admissible (DJA), qui est de 0.5 mg / kg de poids corporel / jour pour le glyphosate. Là encore, c'est l'ensemble des pesticides qu'il faudra prendre en compte, ainsi que les composés auxquels sont associées les molécules d'intérêt dans les produits finis. De même, c'est l'effet cocktail des différents résidus ingérés qui devrait être étudié. Comme pour tout, c'est la dose qui fait le poison.

Nous avons ici plusieurs preuves de l'impact négatif du glyphosate sur différents paramètres des écosystèmes, plantes et organismes aquatiques ou pollinisateurs notamment. Bien que le glyphosate, pris strictement pour son rôle d'herbicide, soit très efficace, il faut élargir le champ de vision et les conséquences à plus grande échelle. En effet, nous avons pu démontrer à de nombreuses reprises qu'il pouvait potentiellement impacter la santé humaine, tout comme l'aura démontré le CIRC. On peut donc dire en 2023 que le glyphosate, c'est non !

DEPARTEMENT NUTRITION NUTRIMARKETING

Rédacteur en chef : Béatrice de Reynal - Rédactrice : Céleste Paris

Conception graphique : Douchane Momcilovic  Mise en page : Alix de Reynal

contact@nutrimarketing.eu  www.nutrimarketing.eu  T : 01 47 63 06 37

Crédit photographique : Durez - Le Monde - Live Love Fruit - Miko - NutriMarketing - Pixabay - DR

Média d'information pour les professionnels de santé - N°143 - Décembre 2023

Tous droits réservés - NutriMarketing - RCS Paris 412 053 621