



Fiche n° 3

Glyphosate : des doutes croissants sur son innocuité

Introduction

Le glyphosate est l'herbicide chimique le plus vendu sur la planète. Les herbicides qui contiennent du glyphosate, comme le Roundup de Monsanto, sont les herbicides les plus utilisés en Europe. On les emploie dans l'agriculture, la sylviculture, les parcs et espaces publics, ainsi que dans les jardins. Ces herbicides contenant du glyphosate jouent aussi un rôle crucial dans la production – et le développement – des plantes modifiées génétiquement afin de tolérer un herbicide. Au cours des dernières années, un certain nombre d'études scientifiques ont exprimé des craintes quant à l'innocuité du glyphosate, et certains ont même demandé l'interdiction des herbicides en contenant. La nouvelle enquête menée par les Amis de la Terre européens a détecté des traces de glyphosate dans les urines de 43,9 % des personnes testées, dans 18 différents pays européens.

Glyphosate : des humains de plus en plus exposés

Le glyphosate a été autorisé par l'Union européenne en 2002, et la Commission européenne a déclaré que l'exposition au glyphosate dans les aliments ou l'environnement n'aurait « *pas d'effets nocifs sur la santé humaine ou animale* »¹. À l'époque, les autorités de l'UE fixèrent un « dose journalière admissible » (DJA) de 0,3 mg glyphosate par kilogramme de poids corporel. Cela signifie, par exemple, qu'il est considéré comme « acceptable » pour un enfant de 20kg de consommer 6 mg de glyphosate tous les jours.

Suite à l'évaluation positive de la substance chimique par les autorités, les herbicides contenant du glyphosate ont été approuvés pour un large éventail d'utilisations, depuis les exploitations agricoles et forestières jusqu'aux parcs publics et jardins privés². Le glyphosate est l'herbicide le plus largement employé dans l'agriculture européenne, et des millions de tonnes de soja génétiquement modifié traité au glyphosate sont importées dans l'UE chaque année.

Glyphosate : une procédure d'autorisation lacunaire

L'autorisation du glyphosate par l'UE s'appuie principalement sur des essais financés par l'industrie, et les études ont pour objet principal, la substance chimique pure. Seuls des essais de nourrissage d'animaux, à forte dose et sur une courte période, ont été exigés pour ces herbicides dans lesquels le glyphosate est vendu et utilisé. Mais le glyphosate n'est pas utilisé pur dans les herbicides. Il est toujours combiné chimiquement, souvent avec de l'isopropylamine (IPA)³. Les données expérimentales ont montré que le sel d'IPA de glyphosate peut être beaucoup plus toxique que le glyphosate pur⁴.

En outre, les herbicides contiennent également d'autres ingrédients chimiques. Par exemple, des produits chimiques de la classe des «tensioactifs» sont ajoutés pour augmenter la pénétration du glyphosate dans les cellules végétales. Les concentrations et même le nom de ces ingrédients supplémentaires sont souvent des secrets bien gardés. Pourtant, dès les années 1980, le personnel médical traitant des cas d'intoxication au glyphosate a suggéré que les agents tensioactifs pouvaient être toxiques⁵. Les autorités européennes envisagent d'évaluer la sécurité de ces autres ingrédients chimiques, mais ce sera un processus long qui ne commencera pas avant 2014. À l'heure actuelle, le glyphosate est vendu dans des mélanges de produits chimiques - auxquels les citoyens européens sont réellement exposés – qui n'ont pas été soumis à des tests de sécurité suffisants.

Herbicides à base de glyphosate

Monsanto prétend que son herbicide, le Roundup, a une « *toxicité aiguë très faible* »⁶. Pourtant, les informations obtenues à partir d'intoxications humaines montrent que l'ingestion de plus de 85 ml d'un herbicide à base de glyphosate peut causer des réactions sévères⁷, et peut même être mortel⁸. Certaines marques sont beaucoup plus toxiques que d'autres⁹, et la toxicité pour les cellules humaines de différents herbicides contenant du glyphosate peut varier jusqu'à 150 fois¹⁰. Il s'avère que les herbicides contenant du glyphosate sont toxiques pour les cultures de cellules humaines¹¹, y compris embryonnaires et placentaires¹², à des concentrations beaucoup plus faibles que celles que l'on retrouve dans des pulvérisations d'herbicides. Les expérimentations montrent également que le principal produit de dégradation du glyphosate, l'acide aminométhylphosphonique (AMPA), est plus toxique pour les cellules humaines que le glyphosate lui-même¹³.

Des interactions chimiques complexes influent sur la toxicité des différents herbicides contenant du glyphosate. Les données disponibles montrent que le glyphosate peut augmenter la toxicité d'autres produits chimiques de la préparation¹⁴, tandis que les tensioactifs peuvent permettre au glyphosate d'entrer dans les cellules et ainsi causer des effets toxiques¹⁵. Dans presque toutes les expériences, les herbicides contenant du glyphosate se sont avérés être plus toxiques que le glyphosate pur. Des études détaillées, utilisant des cultures de cellules humaines, ont montré que les ingrédients d'herbicides sont plus toxiques que prévu en combinaison, que par l'effet de chaque produit chimique pris séparément¹⁶. Les chercheurs travaillant dans ce domaine ont fait remarquer que le fait que les autorités ne tiennent pas compte de ces effets de mélange « *va sans aucun doute conduire à une sous-estimation des dangers potentiels* »¹⁷. Ils ont également recommandé que la « dose journalière admissible » soit définie pour chaque formulation d'herbicide, plutôt que pour le seul glyphosate, justement à cause de ces effets toxiques complexes¹⁸.

Le glyphosate dans le corps

Les populations peuvent être mises en contact avec des herbicides contenant du glyphosate soit dans l'environnement, soit sous forme de résidus dans les aliments. Les données issues de l'expérimentation animale suggèrent que lorsque le glyphosate est consommé, 15-30 % de celui-ci est absorbé par l'organisme¹⁹. La plupart de ce glyphosate absorbé reste inchangé, et peut se retrouver dans le sang et les tissus du corps²⁰. Il est aussi capable de traverser le placenta pendant la grossesse²¹. Une faible proportion (<10 %) peut être converti en AMPA²². Une semaine après une seule exposition, seulement 1 % du glyphosate absorbé reste dans le corps, principalement dans le côlon et dans les os²³. Cependant, et parce que le glyphosate est si largement utilisé, il est probable que beaucoup de personnes puissent être soumises à une exposition régulière et répétée (Voir Fiche N° 4).

Glyphosate et perturbation endocrinienne

Au cours des dernières décennies, l'inquiétude des scientifiques n'a cessé de croître quant à ces produits chimiques que l'on appelle perturbateurs endocriniens, et qui interfèrent dans le corps avec les hormones, à des doses très faibles. À certaines étapes de la vie, notamment durant la grossesse ou la puberté, les perturbateurs endocriniens peuvent entraîner des effets irréversibles, même si il n'y a pas de signes évidents de toxicité sur le moment²⁴. Les recherches sur le glyphosate laissent penser qu'il peut provoquer des perturbations du système endocrinien, en particulier sur le développement de la reproduction. Par exemple dans une étude, des rates gravides ont reçu un herbicide contenant du glyphosate à des doses élevées, mais pas assez pour nuire à leur santé ou à leur grossesse. Le développement du système reproducteur de leur progéniture mâle a été modifié par rapport à la normale, avec notamment des niveaux de testostérone plus faibles et une production réduite de sperme à l'âge adulte²⁵.

Des études de cultures de cellules (*in vitro*) montrent que le glyphosate bloque les récepteurs des hormones sexuelles mâles²⁶, tandis que les herbicides contenant du glyphosate réduisent la production de testostérone dans les cellules reproductrices mâles²⁷ et inhibe la production d'autres hormones²⁸. Il a été observé scientifiquement que des herbicides contenant du glyphosate provoquent une perturbation endocrinienne dans des cellules et ce, à des concentrations aussi faibles que 0,2 parties par million (ppm)²⁹. Le glyphosate et le Roundup se sont avéré perturber une voie biologique impliquée dans la production d'œstrogènes^{30 31}, et les cellules embryonnaires humaines ont été particulièrement sensibles à cet effet, ce qui conduit les chercheurs à conclure que « *l'exposition peut affecter la reproduction humaine et le développement du fœtus* »³².

De tels résultats, provenant d'études de cultures cellulaires, ont été qualifiés de non pertinents par l'industrie et les autorités européennes. Le gouvernement allemand a déclaré que les preuves obtenues à partir des études utilisant des mammifères de laboratoire sont « *considérées comme de qualité et de fiabilité supérieures à celles obtenues in vitro* »³³. Mais la Société d'endocrinologie, qui représente des scientifiques spécialistes de ce domaine partout dans le monde, a déclaré que les perturbations endocriniennes ne surviennent pas de la même manière que d'autres formes de toxicité, et qu'« *il est très probable que les données issues de l'approche traditionnelle [basée sur des animaux] ... sous-estiment sa puissance et passent à côté d'importants effets* »³⁴.

Glyphosate et anomalies congénitales

Durant la dernière décennie, certains pays d'Amérique du Sud ont vu un accroissement énorme de la production d'OGM conçus pour tolérer le glyphosate, et les rapports provenant de ces zones suscitent de graves inquiétudes quant au glyphosate. Dans la province du Chaco, en Argentine, où le soja OGM tolérant au glyphosate est largement cultivé, il y a eu un triplement des malformations congénitales ces dix dernières années³⁵. La province de Cordoba est la plus grande zone de production de cultures GM tolérantes au glyphosate en Argentine. Or elle déplore également le plus fort taux de malformations congénitales du pays³⁶. Une étude menée dans un hôpital paraguayen en 2006-2007 a démontré que les femmes qui vivent à moins de 1km des champs de soja traités aux pesticides étaient deux fois plus susceptibles de donner naissance à un enfant présentant une malformation³⁷. Et des études de familles d'agriculteurs en Amérique du Nord ont établi des liens entre l'utilisation de glyphosate et de faibles taux de conception³⁸, des taux élevés de fausses couches³⁹ et des taux plus élevés de déficit de

l'attention avec hyperactivité (TDAH) chez les enfants⁴⁰.

Faisant suite à ces inquiétudes, un groupe de chercheurs argentins a publié les résultats d'une étude montrant que les embryons de grenouilles et de poulets présentent des malformations crâniennes lorsqu'ils sont exposés à des dilutions d'herbicides contenant du glyphosate⁴¹, et que, pour un herbicide, ces effets persistent même pour des dilutions à 2 parties par million⁴². Des effets ont également été observés lorsque les embryons ont été exposés à du glyphosate pur. D'autres recherches laissent à penser que les malformations pourraient être dues à des perturbations dans une voie génétique importante pour le développement du cerveau et des éléments faciaux du crâne. La même voie génétique est présente chez les humains. D'autres études ont montré que les herbicides contenant du glyphosate peuvent causer des malformations chez les têtards⁴³ à des niveaux trouvés dans l'environnement⁴⁴.

L'industrie et les autorités européennes ont largement rejeté ces conclusions. En 2010, le BVL, l'autorité compétente allemande qui a conduit l'évaluation du glyphosate de l'UE, déclarait qu'il y a une « *base de données énorme et fiable* » sur la sécurité de glyphosate⁴⁵. Mais en 2012, une revue des études sur le glyphosate financées par l'industrie a été menée par des scientifiques universitaires dont quatre professeurs au Royaume-Uni et au Brésil⁴⁶. Ils remarquèrent que les études de l'industrie avaient également trouvé des anomalies congénitales dans la descendance d'animaux nourris avec des doses de glyphosate pur, notamment des malformations du cœur et du squelette. Ils ont souligné le fait que de nombreuses anomalies congénitales pouvaient avoir été causées par des dérèglements de la même voie génétique que celle identifiée par les chercheurs argentins. Pour ce groupe de chercheurs, les tentatives visant à dissiper toute crainte à propos d'anomalies congénitales n'étaient « *pas convaincantes* », et ils accusèrent les autorités de l'UE et l'industrie d'ignorer ou de mal interpréter les résultats critiques lors du processus d'autorisation du glyphosate.

Glyphosate et lésions de l'ADN

Dans les organismes vivants, les cellules se reproduisent constamment et une étape cruciale de ce processus est la copie exacte de l'ADN. Certains produits chimiques, appelés génotoxiques, interfèrent justement avec ce processus. Ils peuvent modifier l'ADN, les chromosomes ou le noyau de la cellule et donc potentiellement provoquer des mutations génétiques ou augmenter le risque de cancer⁴⁷. Des tests de cultures cellulaires utilisant le glyphosate et son produit de dégradation, l'AMPA, ont mis en évidence que ces deux produits chimiques sont génotoxiques⁴⁸. Des aberrations chromosomiques ont été observées dans les cellules de la moelle osseuse de souris exposées à de fortes doses de glyphosate⁴⁹, et la présence d'herbicides contenant du glyphosate dans l'eau s'est avéré causer des dommages à l'ADN des grenouilles⁵⁰, des poissons⁵¹, et des caïmans⁵².

Dans les régions d'Équateur et de la Colombie, les épandages aériens d'herbicides contenant du glyphosate ont été pratiqués au cours de la dernière décennie pour contrôler la production de cocaïne. Une étude des personnes vivant en Equateur a révélé des dommages génétiques et des taux accrus de fausses couches au cours de la période d'épandage⁵³, tandis qu'une étude menée en Colombie faisait état de faibles taux d'effets génotoxiques sur les populations locales⁵⁴.

Des lésions de l'ADN n'entraînent pas nécessairement un cancer ou des mutations génétiques. Mais une étude épidémiologique suédoise a établi une corrélation entre l'utilisation de glyphosate par les travailleurs agricoles et le développement ultérieur de certains types de leucémie⁵⁵. Dans la province du Chaco, en Argentine, où le soja OGM tolérant au glyphosate est largement cultivé, il y a eu une multiplication par quatre des cas de cancer durant la dernière décennie⁵⁶.

Récemment, une étude controversée, a constaté une augmentation des taux de cancer chez les rats nourris pendant deux ans avec un régime alimentaire de maïs OGM, cultivé avec un herbicide à base de glyphosate, et également chez des rats nourris avec un régime non-OGM de maïs avec l'herbicide glyphosate ajouté⁵⁷. Les essais financés par l'industrie ne durent habituellement que 90 jours, et les cancers ne sont pas apparus avant la fin de cette période. Les méthodes utilisées par les chercheurs ont été critiquées par les autorités de l'UE, mais les conseillers scientifiques auprès du gouvernement belge ont indiqué qu'un « résultat majeur de cette étude est que l'apparition (éventuelle) des problèmes prend du temps bien au-delà de la durée habituelle de ce type [d'alimentation expérimentale] ». Ils ont recommandé des essais d'alimentation à long terme, et des études de suivi⁵⁸.

Conclusions et demandes

L'enquête que viennent de mener les Amis de la Terre européens montre que, partout en Europe – Union européenne et pays non membres – on retrouve des résidus de glyphosate dans les urines des citoyens. Ces résultats laissent penser qu'une proportion importante de la population pourrait avoir du glyphosate dans le corps. Par contre, on ne sait pas de façon précise d'où il provient. Bien que le glyphosate soit l'herbicide chimique le plus vendu au monde et que les herbicides à base de glyphosate soient les plus utilisés en Europe, il a été procédé à très peu d'analyses pour rechercher les résidus de glyphosate dans les aliments – à destination des humains ou des animaux – et dans l'eau. Aucune analyse n'est effectuée pour rechercher le glyphosate dans le corps.

Les Amis de la Terre veulent savoir :

- ³⁵/₁₇ Pourquoi les gens ont-ils du glyphosate dans leurs urines ? D'où provient-il ?
- ³⁵/₁₇ Pourquoi les autorités de contrôles n'ont-elles procédé à aucune recherche de résidus de glyphosate chez les humains ?
- ³⁵/₁₇ Pourquoi les aliments à destination humaine ou animale (comme le soja importé) et l'eau potable sont-ils si rarement analysés pour rechercher le glyphosate ?
- ³⁵/₁₇ Quels sont les effets sur notre santé du glyphosate présent dans notre corps? Est-il certain que les résidus de glyphosate sont entièrement éliminés ? Et si ce n'est pas le cas, que se passe-t-il avec les résidus qui restent dans notre corps ?
- ³⁵/₁₇ Pourquoi n'y a-t-il eu aucune étude à long terme sur l'ingestion chronique ou répétée de glyphosate chez les humains ?
- ³⁵/₁₇ Pourquoi les limites maximales de résidus (LMR) pour le glyphosate dans les aliments à destination humaine et animale ont-elles été constamment revues à la hausse ?
- ³⁵/₁₇ Qui profite de l'utilisation accrue du glyphosate ?
- ³⁵/₁₇ Pourquoi les autorités de contrôle sont-elles en train d'examiner des demandes d'autorisation pour des OGM agricoles tolérants au glyphosate en Europe ?

D'un côté, nous ne savons pas comment le glyphosate pénètre dans nos corps, de l'autre, il est nécessaire de diminuer au maximum, notre exposition à ce produit. C'est pour cela que les Amis de la Terre exigent :

- ³⁵/₁₇ Que l'union européenne et les gouvernements nationaux mettent immédiatement en place un programme de surveillance du glyphosate dans l'alimentation (humaine et animale), y compris dans les importations de plantes destinées à l'alimentation des animaux, notamment le soja GM ; que soit mise en place une surveillance des niveaux de glyphosate (et de l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate) dans l'environnement, qui inclut les systèmes aquatiques et les sols ; que ces programmes de surveillances

soient exhaustifs et les résultats accessibles au public sans délai.

³⁵₁₇ Que les gouvernements nationaux introduisent un programme de réduction du glyphosate ; qu'ils interdisent immédiatement la dessiccation (traitement des cultures juste avant la récolte) ; que tous les autres usages du glyphosate soient évalués d'ici 2015 ; que les limites maximales de résidus (LMR) soient réévaluées et qu'il ne soit plus procédé à de nouvelles augmentations de celles-ci.

³⁵₁₇ Qu'aucune plante modifiée génétiquement pour tolérer les glyphosate ne soit autorisée dans l'Union européenne.

³⁵₁₇ Que toutes les entreprises de transformation alimentaire et tous les distributeurs demandent des produits sans glyphosate à leurs fournisseurs, afin de minimiser l'exposition de leurs clients aux résidus de glyphosate ; qu'ils étendent leur programme de surveillance des pesticides et incluent le glyphosate dans les contrôles de routine.

Références

- ¹ DG SANCO (2002) *Review report for the active substance glyphosate* Doc: glyphosate 6511/VI/99-final p.5
- ² Monsanto International and Monsanto Europe (2010) *The agronomic benefits of glyphosate in Europe- benefits of glyphosate per market use REVIEW* p 1-82
- ³ Szekacs A & Darvas B (2012) Forty Years with Glyphosate. Chapter 14 in *Herbicides - Properties, Synthesis and Control of Weeds*, Hasaneen M N (Ed.), ISBN: 978-953-307-803-8, Available at www.intechopen.com
- ⁴ Lee H-L and Guo H-R (2011). The Hemodynamic Effects of the Formulation of Glyphosate-Surfactant Herbicides, in *Herbicides, Theory and Applications* Prof. M Larramendy (Ed.) ISBN: 978-953-307-975-2 Available at www.intechopen.com
- ⁵ Sawada Y et al (1988) Probable toxicity of surface-active agent in commercial herbicide containing glyphosate *The Lancet* Vol 331 (8580) p 299
- ⁶ Monsanto (2005) *Summary of Human Risk Assessment and safety evaluation on glyphosate and Roundup herbicide* Available at www.monsanto.com/products/Pages/roundup-safety-background-materials.aspx
- ⁷ Bradberry SM et al (2004) Glyphosate poisoning *Toxicology Review*. Vol 23(3) pp 159-67
- ⁸ Lee H-L and Guo H-R (2011) op cit 4
- ⁹ Sorensen FW & Gregersen M (1999) Rapid lethal intoxication caused by the herbicide glyphosate-trimesium (Touchdown) *Human and Experimental Toxicology* Vol 18 pp 735-7
- ¹⁰ Mesnage R, Bernay B & Seralini G-E (2012) Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity *Toxicology* dx.doi.org/10.1016/j.tox.2012.09.006
- ¹¹ Gasnier C et al (2009) Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines *Toxicology* Vol 262 pp 184-191
- ¹² Benachour N & GE Seralini (2009) Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells *Chemical Research in Toxicology* Vol 22 pp 97–105
- ¹³ Benachour N & GE Seralini (2009) *ibid*
- ¹⁴ Song H-Y et al (2012) In Vitro Cytotoxic Effect of Glyphosate Mixture Containing Surfactants *Journal of Korean Medical Science* Vol 27 pp 711-715
- ¹⁵ Kim Y-H et al (2013) Mixtures of glyphosate and surfactant TN20 accelerate cell death via mitochondrial damage-induced apoptosis and necrosis *Toxicology in Vitro* Vol 27 pp 191-197
- ¹⁶ Benachour N & GE Seralini (2009) op cit 12
- ¹⁷ Benachour N et al (2007) Time- and Dose-Dependent Effects of Roundup on Human Embryonic and Placental Cells *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 10.1007/s00244-006-0154-8
- ¹⁸ Benachour N & GE Seralini (2009) op cit 12
- ¹⁹ Williams GM, Kroes R & Munro IC (2000) Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans *Regulatory Toxicology and Pharmacology* Vol 31 pp 117–165
- ²⁰ Anadon A et al. (2009) Toxicokinetics of glyphosate and its metabolite aminomethyl phosphonic acid in rats. *Toxicology Letters* Vol.190 pp 91–95.
- ²¹ Poulsen MS, Rytting E, Mose T, Knudsen LE (2009) Modeling placental transport: correlation of in vitro BeWo cell permeability and ex vivo human placental perfusion *Toxicology In Vitro* 23:1380–1386.
- ²² Anadon A et al. (2009) op cit 20
- ²³ Brewster DW, Warren J & Hopkins WE (1991) Metabolism of glyphosate in Sprague–Dawley rats: tissue distribution, identification, and quantitation of glyphosate-derived materials following a single oral dose. *Fundamental & Applied Toxicology*. Vol 17 pp43–51.
- ²⁴ Zoeller RT et al (2012) Endocrine-Disrupting Chemicals and Public Health Protection: A Statement of Principles from The Endocrine Society *Endocrinology* Vol 153 pp 4097–4110
- ²⁵ Dallegrave E et al (2007) Pre- and postnatal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats *Archives of Toxicology* Vol 81 pp 665–673
- ²⁶ Gasnier C et al (2009) op cit 11
- ²⁷ Clair E, Mesnage R, Travert C & GE Seralini (2012) A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels *Toxicology in Vitro* Vol. 26(2) pp 269-79
- ²⁸ Walsh LP, McCormick C, Martin C & Stocco DM (2000) Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environmental Health Perspectives* Vol 108 pp769–776
- ²⁹ Defarge N et al (2012) letter to the editor: developmental and reproductive outcomes of roundup and glyphosate in humans and animals *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B* Vol 15 pp 433-437
- ³⁰ Richard S et al (2005) Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives* Vol 113 pp716–720
- ³¹ Clair E, Mesnage R, Travert C & GE Seralini (2012) op cit 27
- ³² Benachour N et al (2007) op cit 17
- ³³ BfR Opinion Nr. 035/2011, 7 July 2011 *New data on health aspects of Glyphosate? A current, preliminary assessment by BfR* available at www.bfr.bund.de
- ³⁴ Zoeller RT et al (2012) op cit 24

- ³⁵ López SL et al (2012) Pesticides Used in South American GMO-Based Agriculture: A Review of Their Effects on Humans and Animal Models. *Advances in Molecular Toxicology* Vol. 6 pp. 41-75
- ³⁶ López SL et al (2012) *ibid*
- ³⁷ Benítez-Leite S, Macchi ML & Acosta M (2009) Malformaciones congénitas asociadas a agrotóxicos [Congenital malformations associated with toxic agricultural chemicals]. *Archivos de Pediatría del Uruguay* Vol 80 pp237-247.
- ³⁸ Curtis, KM. et al (1999) The effect of pesticide exposure on time to pregnancy. *Epidemiology* Vol 10 pp 112–117.
- ³⁹ Arbuckle TE, Lin Z & Mery LS (2001) An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environmental Health Perspectives* Vol 109 pp 851-857.
- ⁴⁰ Garry VF et al. (2002) Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. *Environmental Health Perspectives* Vol 110 pp 441-449.
- ⁴¹ Paganelli A et al (2010) Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling *Chemical Research in Toxicology* Vol 23 pp 1586-1595
- ⁴² Antoniou M et al (2012) Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence *Journal of Environmental and Analytical Toxicology* S4:006 doi:10.4172/2161-0525.S4-006
- ⁴³ Jayawardena UA et al (2010) Toxicity of agrochemicals to common hourglass tree frog (*Polypedates cruciger*) in acute and chronic exposure. *International Journal of Agriculture & Biology* Vol 12 pp 641–648.
- ⁴⁴ Relyea RA (2012) New effects of Roundup on amphibians: Predators reduce herbicide mortality; herbicides induce antipredator morphology. *Ecological Applications* Vol 22 pp 634-647.
- ⁴⁵ German BVL (2010) *Glyphosate – Comments from Germany on the paper by Paganelli, A. et al.: “Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling”*.
- ⁴⁶ Antoniou M et al (2012) op cit 42
- ⁴⁷ Hoeijmakers JHJ (2001) Genome maintenance mechanisms for preventing cancer *Nature* Vol 411 pp 366-374
- ⁴⁸ Manas F et al (2009) Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests *Ecotoxicology and Environmental Safety* Vol 72 pp 834–837
- ⁴⁹ Prasad S et al (2009) Clastogenic Effects of Glyphosate in Bone Marrow Cells of Swiss Albino Mice *Journal of Toxicology* doi:10.1155/2009/308985
- ⁵⁰ Clements C, Ralph S & Pertas M (1997). Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (comet) assay. *Environmental & Molecular Mutagenesis* Vol 29 pp277-288
- ⁵¹ Cavas T & Konen S (2007) Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay *Mutagenesis* Vol 22 pp 263-268.
- ⁵²] Poletta GL et al (2009) Genotoxicity of the herbicide formulation Roundup® (glyphosate) in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) evidenced by the Comet assay and the Micronucleus test *Mutation Research* Vol 672 pp 95-102
- ⁵³ Paz-y-Mino C et al (2007) Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate *Genetics and Molecular Biology* Vol 30 pp 456-460
- ⁵⁴ Bolognesi C et al (2009) Biomonitoring of Genotoxic Risk in Agricultural Workers from Five Colombian Regions: Association to Occupational Exposure to Glyphosate *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* Vol 72 pp 986-997
- ⁵⁵ Eriksson M et al (2008) Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis *International Journal of Cancer* Vol 123 pp1657-63
- ⁵⁶ López SL et al (2012) op cit 35
- ⁵⁷ Seralini G-E et al (2012) Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize *Food and Chemical Toxicology* dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.005
- ⁵⁸ Bioveiligheidsraad Conseil de Biosecurite (2012) Advice of the Belgian Biosafety Advisory Council on the article by Seralini et al 2012 on the toxicity of GM maize NK603 *EFSA Journal* Vol 10(11) p2986