

SCIENCES ET TRANSITION ÉCOLOGIQUE

ÉTAT DES LIEUX SUR LE GLYPHOSATE : QUAND LES INTÉRÊTS PRIVÉS S'EN MÊLENT

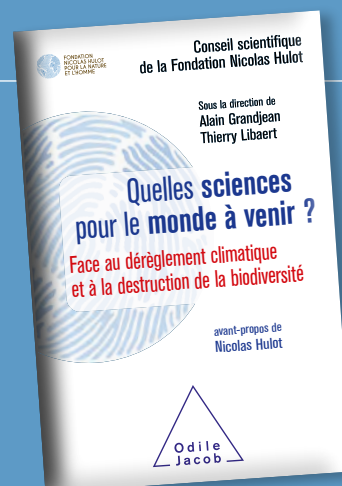
Rédaction Juliette Nouel

NOVEMBRE 2020



FONDATION
NICOLAS HULOT
POUR LA NATURE
ET L'HOMME

Cette note s'inscrit dans le cadre du travail sur la science mené par le Conseil Scientifique de la FNH à l'occasion de ses 20 ans. Il fait écho au livre « Quelles sciences pour le monde à venir » publié chez Odile Jacob qui aborde les menaces qui pèsent sur la science et entrave sa pleine contribution à la transition écologique et sociale. Cette note explore l'exemple du glyphosate, en tant que sujet de controverse majeur.



SOMMAIRE

1. Informations générales sur le glyphosate.	4
▶ 1.1 Un herbicide total foliaire systémique	4
▶ 1.2 Les grandes dates	4
▶ 1.3 Les usages du glyphosate	5
▶ 1.4 La question des adjuvants	6
2. Connaissances sur le glyphosate : le rôle prépondérant des intérêts privés	7
▶ 2.1 Les « Monsanto Papers »	8
▶ 2.2 Exemple de deux études enterrées par Monsanto	8
▶ 2.3 Quand Monsanto intensifie son lobbying pour sauver le glyphosate.	9
3. Alors que sait-on réellement des impacts du glyphosate ?	
les différents effets étudiés sur la santé humaine	10
▶ 3.1 La cancérogénicité et le débat autour des conclusions du CIRC	11
▶ 3.2 Les perturbations endocriniennes	13
▶ 3.3 Les neuropathies	15
▶ 3.4. Les néphropathies	15
▶ 3.5. Les troubles de la reproduction	16
4. Les différents effets étudiés sur les écosystèmes naturels.	16
▶ 4.1 Une molécule pas vraiment « biodégradable »	16
▶ 4.2 Résidus dans le sol	17
▶ 4.3 Résidus dans l'eau	17
▶ 4.4 Résidus dans les produits agricoles	18
▶ 4.5 Effets sur les microorganismes	19
▶ 4.6 Effets sur la faune moyenne et grande	20
▶ 4.7 La résistance au glyphosate.	21
CONCLUSION	22
ANNEXES	23

1. INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE GLYPHOSATE

1.1 Un herbicide total foliaire systémique

Le glyphosate est un herbicide qualifié de « total foliaire systémique ». Cela signifie qu'il vise la quasi-totalité des espèces végétales, qu'il est absorbé par les feuilles et, enfin, que son action est généralisée car il circule via la sève dans toute la plante et atteint ses parties souterraines. Son principal effet est de bloquer un enzyme dont la plante a besoin pour fabriquer des acides aminés aromatiques utilisés dans les mécanismes de défense des plantes contre les agents pathogènes. Cet enzyme n'existe que chez les plantes (et de nombreux micro-organismes), mais – contrairement à certaines conclusions hâtives – cela ne veut pas dire que le glyphosate n'est pas toxique pour les animaux.

Le glyphosate représente à lui seul 25 % du marché mondial des herbicides et 825 000 tonnes pour l'année 2014 (source : Charles Benbrook, in Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally, 2016).

Ce succès s'explique par de nombreux avantages du point de vue de l'utilisateur :

- ▶ le glyphosate n'agissant que sur les feuilles, il n'a pas d'effet évident sur la culture suivante et permet de semer seulement quelques jours après le désherbage
- ▶ Il est simple d'utilisation et un seul passage peut suffire
- ▶ Son coût est modéré (15 à 20 € par hectare et par an en moyenne pour les surfaces traitées)
- ▶ Quand il est pulvérisé sur des plantes génétiquement

modifiées pour lui résister, il peut être utilisé durant la croissance de la plante pour éliminer les adventices (plantes indésirables) apparues après les semis.

1.2 Les grandes dates

- ▶ **1950** : La molécule active glyphosate est découverte par le chimiste suisse Henri Martin.
- ▶ **1964** : Le glyphosate est breveté comme chélateur¹ de métaux en 1964 par l'entreprise Stauffer Chemical pour détartre les chaudières et les canalisations d'eau.
- ▶ **1970** : John Franz, qui travaille pour Monsanto, découvre son potentiel comme herbicide non sélectif.
- ▶ **1974** : Monsanto brevète le glyphosate et le commercialise sous la marque Roundup.
- ▶ **1996** : Monsanto met sur le marché des plantes « Roundup ready ». Génétiquement modifiées, elles résistent aux traitements par le Roundup. Il est désormais possible de traiter des champs entiers durant la croissance même des plantes avec un herbicide total. C'est le début de l'explosion de la consommation de Roundup. L'utilisation du glyphosate a été multipliée par 15 depuis 1996 et les cultures génétiquement modifiées représentent 56 % de l'usage global du glyphosate (source : Charles Benbrook, in Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally, 2016)
- ▶ **2000** : Le brevet du glyphosate expire et la formulation tombe dans le domaine public, ce qui permet à de nouvelles entreprises

1 — Un agent chélateur est une substance qui a la propriété de fixer durablement des ions métalliques en formant avec eux un complexe soluble.

d'entrer sur le marché. La consommation des produits à base de glyphosate connaît un nouveau boom avec leur utilisation comme agent de dessiccation (élimination de l'humidité) des céréales quelques jours avant la récolte, ce qui a pour effet d'accélérer leur maturation. Depuis, 90 fabricants² dans 130 pays commercialisent environ 750 produits mélangés à base de glyphosate. Aujourd'hui la Chine est devenue le premier producteur mondial.

1.3 Les usages du glyphosate

1.3.1 Quels usages agricoles

En agriculture, le glyphosate fait actuellement l'objet de différents usages:

Avant les semis

Pour « nettoyer la parcelle » c'est-à-dire enlever toutes les pousses et adventices entre deux cultures.

Pendant la croissance des plantes

À condition que les plantes semées soient génétiquement modifiées et donc rendues résistantes à cet herbicide. Le produit mis au point par Monsanto pour cet usage est le Round Up Ready. Il n'est pas commercialisé en France car la culture d'OGM y est interdite mais très utilisé dans de nombreux pays, comme les Etats-Unis et les pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine). A noter : même s'il n'existe pas de culture OGM en France, un très grand volume de produits agricoles importés, notamment ceux qui composent l'alimentation animale (tourteaux de soja génétiquement modifiés), est traité avec du glyphosate, sans qu'aucun contrôle ne soit effectivement exercé (source : Rapport de l'Assemblée Nationale du 13 février 2019

sur la proposition de loi demandant l'interdiction du glyphosate, n°1560 et Rapport Greenpeace « Mordue de viande », juin 2019).

Juste avant la récolte

Le glyphosate peut également être utilisé sur des céréales à paille pour favoriser la dessiccation.

Juste après la récolte

Sur les parcelles de céréales à paille, pour détruire les herbes présentes dans les chaumes.

Entre deux cultures

Pour détruire des adventices, une prairie permanente ou temporaire, ou un couvert d'interculture semé entre la récolte et le semis afin de ne pas laisser le sol à nu.

1.3.2 Quels types de cultures

Dans le monde

Dans Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally, Charles Benbrook écrit : « Deux tiers du volume total de glyphosate appliqué aux Etats Unis entre 1974 et 2014 l'ont été durant la dernière décennie. En 2014, les agriculteurs ont pulvérisé assez de glyphosate pour en appliquer 1 kg sur chaque hectare de terre cultivée aux Etats-Unis et 0,53 kg par hectare si l'on prend en compte toutes les terres cultivées dans le monde. » Et plus loin « Le glyphosate va probablement rester le pesticide le plus utilisé dans le monde dans les années à venir. »

Toutefois, il n'existe pas de données relatives aux ventes et à l'usage de produits à base de glyphosate par pays. Cette carence peut interroger s'agissant d'un pesticide déclaré comme cancérigène pour l'animal et « cancérigène

2 — Le secteur est extrêmement concentré au niveau mondial avec le groupe allemand Bayer (chiffres d'affaires 2018 de 39,6 milliards € après le rachat de la firme américaine Monsanto en 2016) ; le groupe chinois, ChemChina (chiffres d'affaires 2018 de 120 milliards US \$) devenu le premier groupe mondial de la chimie après le rachat de la firme suisse Syngenta en 2016 puis la fusion avec le groupe chinois Sinochem, DowDuPont (chiffres d'affaires 2018 de 79,5 milliards US \$ après fusion des firmes américaines historiques Dow Chemical et Du Pont) et BASF le groupe chimique allemand (chiffres d'affaires 2018 de 62,7 milliards €).

probable pour l'homme » (selon le CIRC, voir chapitre suivant). Elle représente de fait un frein pour la recherche épidémiologique et pour l'analyse du risque.

En France

En France, les quantités totales de glyphosate vendues ont augmenté de 10% entre 2017 et 2018, passant de 8 800 tonnes à 9 700 tonnes (source : ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation). Par ailleurs, et concernant cette fois la consommation totale de pesticides par surface agricole utile (SAU), la moyenne de la France se situe à 1,15 kg/ha, soit au-dessus de la moyenne européenne (0,98 kg), de l'Allemagne (0,73 kg) et du Royaume-Uni (0,32 kg), et inférieure à celle de l'Espagne (1,67 kg) de l'Italie (2,94 kg). Source : Eurostat 2016.

1.3.3 Les usages non-agricoles

En France, la « loi Labbé » a interdit l'usage des produits phytosanitaires pour un certain nombre d'usages non agricoles en 2017 puis en 2019 (voir Annexe 2). Ces usages non-agricoles représentaient plus de 16 % des usages en 2016 (et plus de 21 % en 2011) selon les chiffres de la Banque Nationale des Ventes distributeurs (BNV-d).

Les usages non-agricoles du glyphosate encore autorisés en France sont destinés à l'entretien :

- ▶ des jardins des particuliers uniquement par des professionnels
- ▶ des certains espaces verts par les collectivités (dont les cimetières)
- ▶ des terrains de sport (essentiellement foot et golf)
- ▶ des espaces forestiers non ouverts au public
- ▶ des espaces verts dans l'enceinte des entreprises privées (sièges)
- ▶ des sites de production ou d'utilisation des entreprises (voies ferrées, bordures d'autoroutes, réseau de transport de l'électricité par exemple)

3 – [Expertise collective Pesticides, effets sur la santé](#), publiée en 2013

1.4 La question des adjuvants

Seule, la matière active du glyphosate n'adhère pas au feuillage et ne parvient pas à bien pénétrer la plante. Il faut donc la mélanger à des adjuvants (majoritairement des tensioactifs) qui favorisent sa pénétration dans les tissus végétaux. Ces adjuvants ont un autre avantage du point de vue de l'utilisateur : ils améliorent les propriétés techniques du mélange qui est pulvérisé (par exemple en limitant la formation de mousse). Parmi tous les adjuvants du glyphosate, l'un d'eux pose particulièrement problème, il s'agit du POEA (polyoxyéthylène amine) aujourd'hui interdit en France et en Europe. (voir Annexe 3)

Les adjuvants sont problématiques pour plusieurs raisons :

Un manque de transparence

Les adjuvants au glyphosate diffèrent d'un produit commercial à l'autre et leur présence n'est pas obligatoirement indiquée. Certes, des informations légales les concernant sont disponibles dans les fiches de données de sécurité des formulations commerciales, mais seulement en fonction du degré de toxicité et de la quantité présente. « La composition exacte du produit final peut donc ne pas être mentionnée dans son intégralité », souligne l'Inserm (Institut national de la santé et de la recherche médicale).³

Une toxicité spécifique

Comme l'explique l'Inserm à propos des pesticides en général : « Les métabolites (produits de dégradation) de la substance active, les adjuvants et les impuretés peuvent posséder leur propre toxicité ou interférer avec la substance active. » Ce n'est donc pas la même chose d'analyser l'impact de la matière active seule (qui n'est, de fait, jamais utilisée telle quelle) et de l'analyser associée à ces autres produits. Or de très nombreuses études ont clairement démontré que la toxicité du glyphosate est accentuée par des adjuvants présents dans les

formulations commerciales et que les fabricants déclarent pourtant comme « inertes ».

Une absence d'évaluation par l'autorité sanitaire européenne

La première étape de l'AMM (autorisation de mise sur le marché) d'un pesticide relève de l'Union Européenne. Or, pour passer cette première étape, seule la matière active (le glyphosate pur) est évaluée. « Lorsqu'on utilise le glyphosate seul, ces effets disparaissent, car le glyphosate semble incapable de pénétrer dans la cellule, sauf à très hautes doses, explique le biologiste Robert Bellé, professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie-Curie (Paris) dans le journal *Le Monde* (20 octobre 2015) . Or, il n'est commercialisé que mélangé à des surfactants qui lui permettent d'entrer dans les cellules et donc d'être efficace. On comprend du coup pourquoi le glyphosate ne sera jamais interdit:

les tests toxicologiques réglementaires n'expérimentent que les effets du principe actif seul... ».

A noter : début octobre 2019, un arrêt de la Cour de justice européenne a précisé que « le demandeur est tenu de faire état, lors de l'introduction de sa demande d'autorisation d'un produit phytopharmaceutique, de toute substance entrant dans la composition de ce produit ... et qu'il ne dispose pas de la faculté de choisir discrétionnairement quel composant dudit produit doit être considéré comme étant une substance active » et que « les procédures conduisant à l'autorisation d'un produit phytopharmaceutique doivent impérativement comprendre une appréciation non seulement des effets propres des substances actives contenues dans ce produit, mais aussi des effets cumulés de ces substances et de leurs effets cumulés avec d'autres composants dudit produit ».

2. CONNAISSANCES SUR LE GLYPHOSATE : LE RÔLE PRÉPONDERANT DES INTÉRÊTS PRIVÉS

« Les données produites par les scientifiques du monde académique ont toujours été une source d'inquiétude majeure pour la défense de nos produits. ». Cette phrase, extraite des *Monsanto Papers*, a été écrite en 2001 par William Heydens, l'un des toxicologues en chef de Monsanto. Elle donne la mesure de la surveillance (et de l'ingérence) exercée par Monsanto sur la production académique. De ce fait, la difficulté d'évaluer les impacts du glyphosate est autant liée aux obstacles inhérents à la recherche scientifique qu'aux démarches de l'agrochimie pour déconstruire les résultats de cette recherche. Dans ce contexte, un bref historique des actions de Monsanto dans ce domaine est donc un préambule indispensable.

A noter : si la firme Monsanto est en première ligne des actions de lobbying pour défendre la molécule qu'elle a brevetée, elle n'est pas la seule. Dans un rapport intitulé « Le Lobbying de Monsanto », l'association *Corporate Europe Observatory* écrit : « Les regroupements de lobbying du secteur de la chimie défendent également les intérêts de Monsanto. Il s'agit de l'*American Chemistry Council* (ACC) aux États-Unis et au sein de l'Union européenne de l'*European Chemical Industry Council*, anciennement le *Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique* (CEFIC). Le CEFIC est le plus grand groupe de lobbying de l'Union européenne, employant environ 135 personnes, il compte Bayer, BASF et Syngenta au nombre de ses membres (Monsanto n'en fait pas partie). »

2.1 Les « Monsanto Papers »

Même si les actions de lobbying de la firme ont commencé dès les années 1980, il a fallu attendre 2017 pour que soit révélée l'ampleur du phénomène. Le 16 mars 2017, la justice fédérale américaine a en effet déclassifié plus de 250 pages de correspondance interne entre les salariés de Monsanto. C'est une action en justice collective contre la firme et portée par 3 500 plaignants souffrant d'un lymphome non hodgkinien qui a permis cette déclassification. Passés au crible fin par des journalistes du Monde et de France 2, les échanges entre les salariés de Monsanto ont dévoilé un ensemble de procédures dont le résultat est désormais connu sous le nom de « Monsanto Papers ». De ce fait, le journal Le Monde est devenu une source majeure d'informations sur les actions de lobbying du groupe Monsanto.

Voici ce qu'en dit l'éditorialiste du quotidien le 5 octobre 2017 :

« Le géant américain de l'agrochimie a, de manière systématique, cherché à influencer la marche de la science et à intervenir dans les décisions des agences réglementaires. Monsanto a délibérément mêlé les écrits de ses propres collaborateurs aux expertises supposées indépendantes. Les agences européennes ont, parallèlement, échoué à produire une expertise scientifique et technique au-dessus de tout soupçon. » Parmi un ensemble de pratiques très diversifiées, Monsanto a en effet eu recours au *ghostwriting* : cette forme grave de fraude scientifique consiste à faire signer par des scientifiques sans lien de subordination apparent avec Monsanto, des études produites par les propres employés de la firme industrielle. Ces scientifiques, officieusement rémunérés, donnent ainsi caution et crédibilité à des résultats pourtant manipulés.

2.2 Exemple de deux études enterrées par Monsanto

Le journal Le Monde a notamment mis en lumière la façon dont deux études majeures soulignant le caractère possiblement cancérigène du glyphosate ont été dévoyées par Monsanto.

2.2.1 Les tumeurs rénales chez les souris

En 1983, [une étude pourtant commandée par Monsanto](#) montre que des souris exposées au glyphosate développent une tumeur rénale rare. Au vu notamment de cette étude, l'US EPA (United States Environmental Protection Agency) classe le glyphosate dans la catégorie « cancérigène possible ». Le Monde rapporte comment Monsanto décide alors de faire appel au Dr Marvin Kuschner : « Le Dr Marvin Kuschner passera en revue les sections de rein et présentera son évaluation à l'EPA dans le but de convaincre l'agence que les tumeurs observées n'ont pas de rapport avec le glyphosate », révèle un échange de fax entre responsables de la firme américaine. La manœuvre aboutira : l'EPA retire le glyphosate de la catégorie « cancérigène possible ».

2.2.2 Les mutations génétiques in vitro

A la fin des années 1990, dévoile également Le Monde, plusieurs études indépendantes suggèrent que le glyphosate est génotoxique et mutagène, c'est-à-dire qu'il induit des mutations génétiques sur certaines cellules – processus qui peut ouvrir une voie vers la cancérogenèse. A la demande de Monsanto, un biologiste réputé, James Parry, fait un rapport sur le sujet⁴. « Je conclus que le glyphosate est un clastogène [un mutagène capable d'induire des aberrations chromosomiques] potentiel in vitro », écrit-il. James Parry juge également que « cette activité clastogénique pourrait se produire in vivo dans les cellules », à l'exception des cellules germinales (spermatozoïdes et ovocytes) via un mécanisme sur les cellules appelé « stress oxydatif ». Le biologiste conseille donc à la firme

4 – [Evaluation of the potential genotoxicity of Glyphosate, Glyphosate mixtures and component surfactants](#)

de lancer de nouvelles études pour confirmer ses résultats. « Non seulement Monsanto ne suit pas cette recommandation, mais le rapport de James Parry ne sera jamais rendu public, ni transmis aux autorités de régulation », note

Le Monde. En septembre 1999, un cadre de Monsanto écrit à ses collègues que « Parry n'est pas la personne qu'il nous faut et cela prendrait pas mal de temps, de dollars et d'études pour l'amener à l'être ».

LES « SOUPÇONS » SUR LA TOXICITÉ DES ADJUVANTS DANS LES MONSANTO PAPERS

Les journalistes du Monde ont extrait de nombreuses phrases de la correspondance entre les salariés de Monsanto qui montrent clairement que ces derniers faisaient plus que soupçonner la toxicité des adjuvants utilisés dans les formulations commerciales sous la marque Roundup. Quelques exemples : en février 2001, le patron de la toxicologie de Monsanto pour l'Europe écrit : « Si quelqu'un venait me dire qu'il veut tester le Roundup, je sais comment je réagirais : avec une sérieuse inquiétude. ». En avril 2002, le chef de la sûreté des produits réglementés explique : « Le glyphosate est OK, mais c'est le produit formulé (et donc le surfactant) qui produit les dommages. ». En novembre 2003, l'une des toxicologues en chef explique à l'un de ses pairs : « Vous ne pouvez pas dire que Roundup n'est pas cancérigène, car nous n'avons pas fait les tests nécessaires pour le dire. »

2.3 Quand Monsanto intensifie son lobbying pour sauver le glyphosate

A partir de 2015, l'action de lobbying de Monsanto s'intensifie car la firme doit relever deux défis majeurs : discréditer le CIRC et renouveler l'autorisation européenne de commercialisation des produits. L'ampleur des opérations d'influence conduites en Europe par Monsanto à cette occasion est considérable (voir Annexe 4).

2.3.1 Discréditer le CIRC

Premier défi : discréditer l'avis rendu en mars 2015 par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer), une agence intergouvernementale créée en 1965 par l'OMS (Organisation mondiale de la santé). Dans cet avis, le CIRC classe le glyphosate comme génotoxique, cancérigène pour l'animal et « cancérigène probable » pour l'homme. Les Monsanto Papers révèlent qu'en février 2015, un « plan de préparation » est mis sur pied par les cadres de Monsanto pour anticiper ce classement. Le plan précise qu'il faudra « orchestrer le tollé » à l'issue de la décision du CIRC, en publiant des communiqués de

presse conjointement avec les autres sociétés agrochimiques commercialisant du glyphosate, en « produisant du contenu pour les réseaux sociaux », en publiant ou en faisant publier « des billets de blog/Tweet réitérant que le glyphosate n'est pas cancérigène ».

Le 20 mars 2015, quand l'avis du CIRC est rendu public, un communiqué de Monsanto qualifie de « junk science » (« science au rabais ») les travaux du CIRC, arguant qu'il s'agit d'une « sélection biaisée » de « données limitées », établie en fonction de « motivations cachées ». « Jamais une entreprise n'avait mis en cause en des termes aussi crus l'intégrité d'une agence placée sous la responsabilité des Nations unies », note Le Monde. S'en suivent des pressions et intimidations des scientifiques bien documentées dans les articles du Monde.

2.3.2 Renouveler l'autorisation européenne de commercialisation des produits

Deuxième défi majeur : obtenir le renouvellement de l'autorisation européenne de commercialisation des produits à base de glyphosate. A noter : les procédures d'autorisation de mise

sur le marché sont différentes pour la substance active seule, qui relève de l'Union Européenne, et pour les produits formulés, qui relèvent des Etats membres. La dernière autorisation européenne datant de 2001 et étant valable pour quinze ans, le renouvellement européen devait théoriquement avoir lieu en 2016. Mais en raison du classement du glyphosate comme « cancérigène probable » par le CIRC, plusieurs États membres, dont la France, la Suède, l'Italie ou les Pays-Bas, ont contraint la Commission européenne à reporter ce vote à une date ultérieure. Après près de deux ans d'atermoiements, le 27 novembre 2017, l'UE a finalement voté une prolongation de 5 ans de la substance active.

De graves soupçons de connivence entre Monsanto et l'Institut fédéral allemand d'évaluation des risques (Bundesinstitut für Risikobewertung, ou BfR) questionnent sur les conditions de ce renouvellement. Début 2019, une étude⁵ commandée par des eurodéputés a en effet révélé que le BfR avait recopié mot pour mot ou plagié des passages entiers écrits par Monsanto concernant la toxicité chronique et la cancérogénicité de l'herbicide. Selon cette étude « il est clair que l'adoption par le BfR, sans recul critique, d'informations biaisées, incorrectes ou incomplètes fournies par les fabricants [de glyphosate] a influencé la base même de son évaluation ». De fait, c'est bien le rapport de BfR

qui a déterminé la décision européenne de renouveler la licence du glyphosate (voir encadré ci-dessous).

LES PARTICULARITÉS DU SYSTÈME EUROPÉEN D'HOMOLOGATION DES PESTICIDES

L'entreprise demandant l'autorisation d'un agrottoxique peut choisir l'Etat-membre chargé de son évaluation : dans ce cas Monsanto a choisi l'Allemagne, d'où l'importance de l'avis donné par l'Institut fédéral allemand d'évaluation des risques. Par ailleurs, ce sont les industriels qui réalisent ou financent (ou les deux) les études réglementaires ; des études qui, de surcroît, sont confidentielles et dont les éventuels conflits d'intérêts des auteurs demeurent inconnus. En janvier 2019, les eurodéputés ont voté un rapport qui demande à la Commission européenne de mettre un terme à cette opacité : il s'agit du rapport de la Commission parlementaire spéciale sur les pesticides, créée suite aux révélations du Monde et de France 2 sur les « Monsanto papers ». Une décision de la Cour de Justice Européenne en date du 7 mars 2019 a annulé des décisions de l'agence européenne EFSA refusant l'accès du public à certaines études de toxicité relatives au glyphosate.

3. ALORS QUE SAIT-ON RÉELLEMENT DES IMPACTS DU GLYPHOSATE ? LES DIFFÉRENTS EFFETS ÉTUDIÉS SUR LA SANTÉ HUMAINE

A ce jour, cinq grands types d'effets ont été identifiés sur la santé humaine, avec des degrés d'indication différents (pour les grands types de contamination de l'organisme humain, voir Annexe 5).

Ces cinq types d'effets sont la cancérogénici-

té, les perturbations endocriniennes, les neuropathies, les néphropathies et les troubles de la reproduction. Il convient de noter d'emblée que la quantité de littérature scientifique n'est absolument pas comparable d'un effet à l'autre. La cancérogénicité du glyphosate (matière ac-

5 – [Detailed Expert Report on Plagiarism and superordinated Copy Paste in the Renewal Assessment Report \(RAR\) on Glyphosate](#)

tive et produits commerciaux) est clairement la question qui a engendré le plus de recherches mais aussi le plus de débats concernant cet herbicide.

Les autres types de pathologie sont considérablement moins documentés pour une raison simple : on peut émettre comme hypothèse qu'aucune agence réglementaire de santé ne considère le glyphosate comme pouvant être associé à ces pathologies. De ce fait, notre travail ne peut ni prétendre à l'exhaustivité, ni assurer que les études les plus pertinentes sont bien, dans tous les cas, recensées. À ce propos, on peut s'étonner que sur des sujets avec autant d'implications potentielles sur la santé humaine, le travail de recensement et d'évaluation de la littérature scientifique ne soit pas pris en charge par des agences réglementaires.

3.1 La cancérogénicité et le débat autour des conclusions du CIRC

Le premier niveau de preuve de la cancérogénicité est la génotoxicité (ou mutagénicité) du produit, c'est-à-dire sa capacité à altérer l'ADN des cellules exposées, première étape vers l'émergence d'un cancer (pour les deux autres niveaux de preuve, voir Annexe 6).

Comme vu précédemment, Monsanto a décrédibilisé une étude majeure menée par James Parry sur cette question à la fin des années 1990. En France, on peut noter également les travaux de l'équipe de Robert Bellé (Université Pierre et Marie Curie) qui, dès 2002, a établi la toxicité cellulaire du glyphosate en étudiant la division cellulaire chez l'oursin, suggérant alors un risque en santé humaine (Voir Annexe 7).

Toutefois, la grande bataille sur cette question ne s'est livrée qu'à partir de 2015, année de la publication de l'étude du CIRC, l'agence intergouvernementale de recherche sur le cancer créée en 1965 par l'Organisation mondiale de la santé des Nations unies.

3.1.1 Les conclusions du CIRC

En mars 2015, le CIRC publie sa monographie 212, une méta-analyse qui classe le glyphosate comme « cancérogène probable » pour l'homme. Dans le classement du CIRC, « cancérogène probable » se situe juste en dessous de « agent cancérogène », qui est le plus haut niveau de danger. Pour les autres niveaux, voir Annexe 8. « Cancérogène probable » signifie des indications limitées de cancérogénicité chez l'homme (à partir des cas d'exposition déjà constatés) mais suffisantes chez l'animal (à partir d'études sur le glyphosate pur). Ce classement implique également qu'il existe des preuves solides de génotoxicité, à la fois pour le glyphosate pur et pour ses formulations commerciales.

Le CIRC se retrouve très rapidement isolé dans cette position. Quelques mois après, en septembre 2015, l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) sort ses propres conclusions et conclut à l'absence de caractère cancérogène du glyphosate. Cette conclusion est reprise par le JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) en 2016, puis par l'ECHA (Agence européenne des produits chimiques) et enfin par l'US EPA en 2017. L'Anses, quant à elle, ne se prononce pas et recommande la réalisation de tests complémentaires (voir encadré).

3.1.2 Les raisons de l'opposition entre le CIRC et les agences réglementaires

L'opposition entre le CIRC et l'EPA et le CIRC et l'EFSA ont fait l'objet d'analyses détaillées par des scientifiques de la recherche académique. Il est important de s'attarder sur les raisons de ces oppositions pour bien comprendre qu'il s'agit véritablement de différences d'ordre méthodologique.

a) L'opposition entre le CIRC et l'EPA

L'EPA affirme qu'il n'existe aucune preuve convaincante que « le glyphosate induit des mutations in vivo par voie orale », alors que le CIRC conclut qu'il existe « des preuves solides » que l'exposition au glyphosate est génotoxique par

au moins deux mécanismes connus pour être associés à des cancérigènes pour l'homme (dommages à l'ADN, stress oxydatif). Dans un article de la revue Environmental Sciences Europe paru en 2019, le scientifique américain Charles Benbrook a listé trois différences majeures d'approche :

1. Les sources

Le CIRC et l'EPA n'ont pas travaillé à partir du même type d'études : études réglementaires non publiées commandées par le titulaire (registrant-commissioned, unpublished regulatory studies), dont 99% étaient négatives pour l'EPA vs études évaluées par des pairs (peer-reviewed studies), dont 70% étaient positives pour le CIRC.

2. La substance étudiée

Le CIRC et l'EPA n'ont pas analysé la même chose : matière active uniquement pour l'EPA vs formulations commerciales (et donc avec adjuvants) pour le CIRC.

3. Le type d'exposition

Le CIRC et l'EPA n'ont pas pris en compte le même type d'exposition : expositions alimentaires typiques de la population en général pour l'EPA vs expositions alimentaires typiques et risques professionnels généralement plus élevés pour le CIRC.

À ces trois principaux points, on pourrait également en ajouter trois autres :

4. Les mécanismes génotoxiques étudiés

5. Le type d'organismes vivants pris en compte

6. Analyse du risque vs analyse du danger

Pour les explications détaillées de ces 6 points de divergence, voir l'Annexe 10.

b) L'opposition entre le CIRC et l'EFSA

Le 27 novembre 2017, soit le jour du renouvellement de l'autorisation de la Commission Européenne, un groupe d'une centaine de scientifiques conduit par [le toxicologue américain Christopher Portier, a écrit une lettre ouverte](#) au commissaire européen en charge de la santé et de la sécurité alimentaire Vytenis Andriukaitis. Il

y exprimait sa « profonde inquiétude concernant la décision de l'EFSA » de ne pas considérer le risque cancérigène de l'herbicide glyphosate pour la santé humaine. Cette lettre a ensuite pris la forme d'un [article scientifique publié dans le Journal of Epidemiology and Community Health](#).

Depuis lors, Christophe Portier a publié une étude intitulée « A comprehensive analysis of the animal carcinogenicity data for glyphosate from chronic exposure rodent carcinogenicity studies » dans Environmental Health. La réanalyse des 13 études de cancérogénicité disponibles menées sur les rongeurs amènent à des conclusions différentes de celles de l'EFSA. Le glyphosate y est considéré comme susceptible de déclencher certains cancers sur les animaux exposés.

LA POSITION DE L'ANSES

En mars 2018, l'Anses a été saisie par le ministre de la Transition écologique et solidaire, la ministre des Solidarités et de la Santé et le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation pour la réalisation de l'expertise suivante : « Cahier des charges d'une étude sur le potentiel cancérigène du glyphosate. »

L'Anses a rendu un autre avis en mars

2019. L'agence y recommande une série de tests (pour les détails, voir Annexe 9).

Concernant l'évaluation des risques liés non pas à la matière active isolée, mais à la matière active mélangée à des adjuvants (produits commerciaux), elle relève bien de la responsabilité de l'Anses. Cette évaluation a ainsi conduit l'agence française à retirer 126 autorisations de mise sur le marché à des produits associant le glyphosate au co-formulant POE-Tallowamine en 2016. En décembre 2019, l'Anses a également annoncé le retrait du marché de 36 des 69 produits à base de glyphosate disponibles sur le marché en France. Ces 36 produits ne devraient ainsi plus être utilisés à compter de fin 2020, en raison de l'insuffisance ou de l'absence de données scientifiques permettant d'écartier tout risque génotoxique.

3.1.3 L'épidémiologie à l'appui du CIRC

Depuis la publication de l'avis du CIRC en 2015, trois méta-analyses épidémiologiques, agrégeant les données issues d'études de cas-témoins et d'études de cohortes, ont montré des liens entre glyphosate et lymphomes non-hodgkiniens (cancer du sang). Pour comprendre les différences entre étude de cas-témoins et étude de cohorte, voir Annexe 11.

1. La première publiée en mars 2016 et pourtant financée par Monsanto, suggère un risque accru de 30% pour les lymphomes non hodgkiniens (LNH) et de 40% pour le myélome multiple (un autre type de cancer du sang), chez les utilisateurs, par rapport aux non-utilisateurs⁶.
2. La deuxième publiée en février 2019 indique un risque accru de 41% des LNH chez les professionnels les plus fortement exposés (intensité et durée), par rapport aux non-utilisateurs⁷.
3. La troisième publiée en mars 2019 intègre les données de trois grosses études de cohorte impliquant plus de 310 000 agriculteurs norvégiens, français et américains. Elle indique un risque accru de 36 % pour le LNH le plus courant (le lymphome diffus à grandes cellules B) pour les utilisateurs de glyphosate, indépendamment de la durée ou de l'intensité de l'exposition, par rapport aux non-utilisateurs⁸.

Les conclusions de ces trois méta-analyses épidémiologiques constituent un niveau de preuve solide. Obtenir des preuves épidémiologiques sur la cancérogénicité d'un pesticide s'avère en effet complexe pour trois raisons principales :

1. La nécessité de suivre des cohortes sur de très longues durées afin de respecter l'éventuel temps de latence pour que la maladie apparaisse

2. Durant ce temps de latence, le sujet peut être exposé à de nombreux autres facteurs de risque, qui peuvent être totalement indépendants. Il devient alors plus délicat d'établir une corrélation entre le premier agent chimique et la maladie observée. On parle ici d'exposition multifactorielle.
3. La multiplicité de l'exposition des agriculteurs à des dizaines de molécules phytosanitaires, autrement dit l'« effet cocktail », effet qui n'a encore jamais pris en compte à ce jour. En conséquence, mettre en évidence l'action spécifique d'une molécule est très difficile.

Même si elle date d'avant 2015, on peut également citer l'expertise collective menée par l'INSERM en 2013. Cette étude, qui n'est pas dédiée aux effets du glyphosate, montre chez les riverains de zones d'épandages de pesticides, une plus grande occurrence de leucémies, tumeurs cérébrales, malformations congénitales, troubles neurocomportementaux et du développement⁹.

3.2 Les perturbations endocriniennes

Aujourd'hui, et comme indiqué plus haut, aucune agence sanitaire n'a inscrit le glyphosate sur la liste des produits chimiques considérés comme des perturbateurs endocriniens confirmés.

Cela tient à plusieurs raisons. D'abord la notion de perturbateurs endocriniens est relativement récente et les tests réglementaires auxquels sont soumis les pesticides ne la prennent pas ou très imparfaitement en compte. Ensuite, Les liens de cause à effet entre l'exposition à un agent chimique et une perturbation endocrinienne sont complexes (Voir Annexe 12).

Comme la [note L'Inserm](#) : « La plupart des subs-

6 – [Systematic review and meta-analysis of glyphosate exposure and risk of lymphohematopoietic cancers](#)

7 – [Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: A meta-analysis and supporting evidence.](#)

8 – [Pesticide use and risk of non-Hodgkin lymphoid malignancies in agricultural cohorts from France, Norway and the USA.](#)

9 – [Pesticides : les effets sur la santé](#)

tances qualifiées de perturbateurs endocriniens sont le plus souvent seulement suspectées d'avoir ce type d'activité. Il existe en effet très peu de perturbateurs endocriniens avérés à ce jour. Cela est dû à la grande difficulté de démontrer qu'un composé exerce sa toxicité par la perturbation du système endocrinien. Cette toxicité découle souvent d'effets à long terme, qui peuvent n'apparaître que lorsque l'exposition a eu lieu à des moments précis du développement. »

De nombreuses publications scientifiques ont toutefois montré un lien entre exposition au glyphosate et perturbation endocrinienne. En raison même des difficultés évoquées dans ce domaine, ces résultats pourraient donc particulièrement attirer l'attention des agences sanitaires.

3.2.1 Etudes sur les animaux

Une étude de l'Université de Caen Basse-Normandie¹⁰ conduite sur des rongeurs a été considérée comme suffisamment significative par l'Anses pour que cette dernière la reprenne dans son Bulletin de veille scientifique d'avril 2012 : « Le Roundup pourrait agir comme un perturbateur endocrinien, car il perturbe le niveau de testostérone dans les cellules testiculaires à des doses de 1-10 ppm. » A propos des adjuvants, l'Anses note également que : « L'impact possible des adjuvants sur la toxicité totale d'un produit apparaît dans cet article ; cela suggère que des effets peuvent ne pas être détectés en testant la toxicité chronique uniquement sur la substance active (ici le glyphosate) et non pas sur le produit (ici le Roundup). » Par ailleurs, l'agence sanitaire relève que les effets ont été obtenus avec des doses très faibles : « L'effet cytotoxique rapporté à des niveaux 10 fois inférieurs au plus faible niveau de dilution utilisé en agriculture pourrait être considéré lors de futures évaluations du risque de ce type d'herbicide.»

Autre étude de référence sur le sujet, celle de l'Institut Ramazzini¹¹, qui montre également des perturbations du développement et de l'équilibre hormonal des rongeurs exposés depuis le stade fœtal jusqu'à l'âge adulte à une faible dose de la substance. Les effets documentés sont : augmentation de la distance anogénitale (un marqueur de masculinisation) chez les mâles et les femelles, apparition retardée du premier œstrus et augmentation de la testostérone chez les femelles, augmentation de la concentration d'hormone thyroïdienne chez les mâles. Là encore, les effets de la formulation commerciale (Roundup Bioflow) sont plus forts que ceux provoqués par le glyphosate pur.

3.2.2 Perturbations endocriniennes et cancers

Si les effets du glyphosate et de ses formulations commerciales sur le système endocrinien soulèvent des craintes, c'est qu'ils pourraient également avoir un rôle dans la cancérogénèse. Comme le note le Centre Léon Bérard de lutte contre le cancer : « Le rôle de plusieurs substances PE est à ce jour suspecté dans l'apparition de cancers hormonaux-dépendants (cancer du sein, de l'utérus, de la prostate et des testicules), mais les données actuellement disponibles ne permettent pas de confirmer ce lien. » Citons par exemple une étude thaïlandaise¹² sur les effets ostrogéniques du glyphosate sur le cancer du sein.

Le glyphosate exercerait un effet prolifératif uniquement sur les cellules cancéreuses hormono-dépendantes. En outre, l'ingestion de produits alimentaires à base de soja et contaminés par le glyphosate pourrait présenter un risque supplémentaire de cancer du sein en raison du potentiel effet ostrogénique additif.

10 – [A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels](#)

11 – [The Ramazzini Institute 13-week pilot study glyphosate-based herbicides administered at human-equivalent dose to Sprague Dawley rats: effects on development and endocrine system](#)

12 – [Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors](#) (2013)

3.3 Les neuropathies

Sur le site du [journal *The Lancet*](#), Philippe Grandjean, professeur à l'université Harvard et l'un des pionniers de l'étude de l'effet des polluants environnementaux sur le système nerveux central, écrit que le glyphosate devrait être considéré comme un danger d'un point de vue neurotoxique.

Dans le journal *Le Monde* du 20 octobre 2015, il déclare : « Nous savons avec certitude que le glyphosate est neurotoxique: cela est documenté par des études menées sur les animaux et aussi par les cas d'intoxication aiguë chez l'homme. Or si le glyphosate a un effet sur le cerveau adulte, nous savons aussi qu'il aura un effet sur le cerveau en développement du jeune enfant ou sur le fœtus, par le biais de l'exposition des femmes enceintes. » Mais, déplore Philippe Grandjean : « A ma connaissance, il n'y a eu aucune étude valide, menée selon les standards réglementaires, pour évaluer les effets du glyphosate sur le neurodéveloppement. S'agissant du pesticide le plus utilisé dans le monde, cette situation me semble être assez problématique. »

Deux cas de toxicité aiguë sont notamment rapportés : une femme atteinte de la maladie de Parkinson¹³ après une exposition chronique au glyphosate (3 ans dans une usine chimique de production de glyphosate) et un homme atteint d'un syndrome parkinsonien¹⁴ définitif symétrique après s'être accidentellement aspergé de glyphosate (avec lésions cutanées 6 heures après l'accident).

Des études épidémiologiques américaines ont par ailleurs montré des troubles du comportement. Dans des familles de travailleurs agricoles,

des enfants conçus à une certaine période de l'année par des parents utilisant des herbicides à base de glyphosate, ont un risque plus que triplé de présenter des signes d'hyperactivité et troubles de l'attention, par rapport à ceux dont les parents ne l'utilisent pas¹⁵. Une autre étude a montré un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (attention-deficit hyperactivity disorder, ADHD)¹⁶. Une troisième réalisée en Californie montre l'association entre l'exposition prénatale à plusieurs pesticides dont le glyphosate et le risque d'autisme chez l'enfant, le risque étant plus élevé si la mère enceinte résidait à moins de 2 km de cultures traitées¹⁷.

De nombreux travaux ont été également conduits sur les animaux. On peut par exemple citer ceux montrant les effets neurotoxiques de l'exposition des nématodes¹⁸ au produit herbicide Touch Down à base de glyphosate (et ce à des doses nettement inférieures à celles suggérées par le fabricant), ou ceux montrant les effets neurotoxiques d'un herbicide à base de glyphosate sur l'hippocampe de jeunes rats¹⁹.

3.4. Les néphropathies

Les études sur les maladies rénales sont à ce jour très peu développées et représentent donc un champ d'investigation très important. Les recherches sont particulièrement actives au Sri Lanka et en Amérique Centrale en raison d'une nouvelle maladie rénale apparue respectivement chez les cultivateurs de riz et chez les cultivateurs de canne à sucre.

Une étude²⁰ (1) parue en 2015 alerte sur les possibles liens entre une « maladie chronique du

13 — [Parkinsonism after chronic occupational exposure to glyphosate](#) (2011).

14 — [Parkinsonism after glycine-derivate exposure](#) (2001)

15 — [Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA.](#)

16 — [Glyphosate Use Predicts Healthcare Utilization for ADHD in the Healthcare Cost and Utilization Project net](#)

17 — [Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study](#)

18 — [Chronic Exposure to a Glyphosate-Containing Pesticide Leads to Mitochondrial Dysfunction and Increased Reactive Oxygen Species Production in *Caenorhabditis elegans* \(2017\)](#)

19 — [Mechanisms underlying the neurotoxicity induced by glyphosate-based herbicide in immature rat hippocampus: involvement of glutamate excitotoxicity \(2014\)](#)

20 — [Drinking well water and occupational exposure to Herbicides is associated with chronic kidney disease.](#) in Padavi-Sripura, Sri Lanka (2015)

rein de cause inconnue » et la contamination par le glyphosate via l'eau des puits.

En juillet 2015, une étude²¹ s'intéresse aux causes de cette maladie chronique désormais appelée SAN (Sri Lankan Agricultural Nephropathy). SAN est devenue le problème de santé le plus invalidant dans la zone aride du pays. L'exposition à des métaux lourds (arsenic et cadmium) pourrait jouer un rôle mais la présence de glyphosate dans les urines des malades et les interactions entre cette molécule et les métaux lourds sont également soupçonnées d'être à l'origine de la néphrotoxicité.

Des études sur les animaux ont également montré des effets des produits à base de glyphosate sur les reins, par exemple sur une population de rats traités par voie orale où il s'agissait de diagnostiquer la phase précoce de néphrotoxicité²². Autre exemple, des carpes dont l'examen histopathologique des reins a révélé des dommages remarquables notamment au niveau du parenchyme rénal²³.

3.5. Les troubles de la reproduction

Un effet du glyphosate a été montré sur la motilité du sperme humain. Dans des conditions in vitro, à des concentrations élevées, le glyphosate exerce des effets toxiques sur la motilité progressive des spermatozoïdes mais pas sur l'intégrité de l'ADN, ce qui signifie que l'effet toxique se limite à la motilité, du moins pendant la première heure²⁴.

Les résultats d'une méta-analyse chez les rongeurs montrent par ailleurs que l'exposition au glyphosate diminue la concentration de sperme et permettent de conclure que le glyphosate est toxique pour le système reproducteur du rongeur mâle²⁵.

4. LES DIFFÉRENTS EFFETS ÉTUDIÉS SUR LES ÉCOSYSTÈMES NATURELS

A noter pour ce chapitre : tous les effets des produits à base de glyphosate dont la référence scientifique n'est pas citée sont extraits d'une revue de littérature²⁶ parue en 2017 et recensant les principaux résultats des recherches concernant l'environnement (mais aussi la santé).

Dans les années 1980 et 1990, les publicités Monsanto pour le Round Up vantaient un produit « providentiel, propre et durable ». Dans un spot télé, un agriculteur déclarait : « Cela agit très vite et, une semaine après, je peux préparer ma terre et semer. Et en plus, Roundup, ça ne laisse pas de résidus dans le sol ». Ces « arguments » ont été qualifiés de « publicité mensongère » par un jugement de la cour d'appel de Lyon, le 29 octobre 2008, qui a condamné Monsanto et

4.1 Une molécule pas vraiment « biodégradable »

21 — [Simultaneous exposure to multiple heavy metals and glyphosate may contribute to Sri Lankan agricultural nephropathy](#)

22 — [Use of a glyphosate-based herbicide-induced nephrotoxicity model to investigate a panel of kidney injury biomarkers](#), Toxicology Letters, 2014

23 — [Immunological and histopathological responses of the kidney of common carp \(Cyprinus carpio L.\) sublethally exposed to glyphosate](#), Environmental Toxicology and Pharmacology, 2015,

24 — [The Effect of Glyphosate on Human Sperm Motility and Sperm DNA Fragmentation](#)

25 — [Effects of glyphosate exposure on sperm concentration in rodents: A systematic review and meta-analysis](#)

26 — [Environmental and health effects of the herbicide glyphosate](#)

la société Scotts France, qui distribue le Round Up.

Or, lors de l'épandage des produits à base de glyphosate, et plus généralement d'un produit phytopharmaceutique, seule une partie du produit atteint sa cible. Le reste se disperse dans l'air, dans la terre et dans l'eau et, loin de disparaître totalement, peut rester présent sur de longues périodes dans le sol mais surtout dans les cours d'eau.

Le principal produit issu de la dégradation de l'herbicide glyphosate dans les plantes, le sol et l'eau est l'AMPA.

4.2 Résidus dans le sol

Les herbicides à base de glyphosate peuvent contaminer les sols sur et autour des zones traitées. La forte adsorption du produit (le fait qu'il se fixe sur le complexe argilo-humique) ralentit sa dégradation microbienne et conduit à son accumulation dans les sols. Cette adsorption est particulièrement forte dans les sols argileux où le glyphosate peut persister plus d'un an dans les sédiments, alors qu'il est lessivé dans les sols sablonneux.

4.3 Résidus dans l'eau

Une partie importante des herbicides à base de glyphosate peut se retrouver dans des cours d'eau, soit directement si les précautions d'utilisation concernant l'épandage ne sont pas respectées, soit indirectement via le vent, le ruissellement ou l'infiltration dans les nappes phréatiques.

Au final, le glyphosate et l'AMPA peuvent se trouver couramment dans l'eau de boisson même s'il s'agit de niveaux de concentration très faibles.

4.3.1 Focus sur l'AMPA

L'AMPA est très présent dans les cours d'eau, dans des proportions supérieures à celles du glyphosate. Toutefois, l'AMPA ne provient pas exclusivement de la dégradation du glyphosate, note le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable)²⁷. Il peut également résulter de la dégradation des phosphonates utilisés comme agents anti-tartre dans de nombreuses applications industrielles et domestiques. Les recherches à ce jour ne parviennent pas à différencier la part provenant de la dégradation du glyphosate de celle des phosphonates, d'où une certaine prudence à observer vis-à-vis des teneurs d'AMPA relevées dans les cours d'eau.

A propos de l'AMPA, Fabrice Martin-Laurent, écotoxicologue et directeur de recherche à l'INRA, écrit : « Son accumulation pose, sinon une question environnementale, du moins une question de science : pourquoi n'est-il pas dégradé totalement alors que de nombreux travaux scientifiques montrent que ce composé est théoriquement biodégradable ? Pour une majorité de produits phytosanitaires, on a souvent une succession de microorganismes dégradants qui se relaient pour assurer la minéralisation complète d'un composé. Nous ne savons pas s'il en est de même pour le glyphosate. »

4.3.2 Les chiffres

Selon une [synthèse de l'Anses](#), les analyses réalisées en 2017 montrent la présence fréquente du glyphosate et de l'AMPA dans les eaux de surface telles que les rivières et les lacs (50 % des prélèvements pour le glyphosate et 74 % pour l'AMPA), induisant une exposition des organismes aquatiques. Les concentrations observées sont généralement inférieures aux valeurs toxicologiques de référence en vigueur pour les environnements aquatiques avec un seul dépassement en onze ans de surveillance.

Dans les eaux souterraines, le glyphosate et l'AMPA sont présents dans 3 à 4 % des prélèvements en 2017 avec des dépassements annuels

27 — Inra Science et Impact. Le glyphosate, un pesticide parmi d'autres ?

de la norme de qualité de l'eau (concentration maximale de 0,1 µg/L pour chaque substance) pour moins de 1% des points de prélèvements.

La surveillance des eaux destinées à la consommation humaine (et donc après passage dans une usine de traitement des eaux) sur ces dix dernières années montre des dépassements du seuil d'exigence de qualité pour l'eau pour un nombre très limité d'échantillons : 3 prélèvements sur 7596 pour le glyphosate en 2017.

En Europe : Les Sources européennes d'information environnementale sur le glyphosate (EGEIS) livrent [les données concernant la surveillance des eaux de surface](#) : on a trouvé du glyphosate dans 29 % des échantillons analysés entre 1993 et 2009, dans 13 pays européens et des résidus d'AMPA dans 50% des échantillons entre 1997-2009.

Aux Etats-Unis, la plus [grande enquête](#) conduite à ce jour sur la présence de glyphosate et d'AMPA date de 2014.

Sur un total de 3732 échantillons prélevés sur 1341 sites dans 38 Etats, le glyphosate a été détecté dans plus de 39 % des cas et l'AMPA dans 55 % des cas.

4.4 Résidus dans les produits agricoles

4.4.1 Dans les produits agricoles

La concentration de glyphosate plus AMPA varie largement d'une catégorie de produit agricole à l'autre et à l'intérieur de chaque catégorie. La revue Environmental and health effects of the herbicide glyphosate indique les chiffres suivants : dans les légumes, soja compris, la concentration varie de 0,1 à 100 mg/kg ; dans les céréales et le riz, de 0,1 à 25 mg/kg) ; dans le colza, de 0,1 à 28 mg/kg ; et dans le fourrage, de 0,1 à 344 mg/kg.

La limite maximale de résidus de glyphosate plus AMPA varie également largement. Elle est

de 0,05 mg/kg dans le lait ; de 0,1 mg/kg dans la plupart des plantes ; de 10 à 20 mg/kg dans les graines et de plus de 500 mg/kg dans le fourrage.

Les niveaux de tolérance quant à cette limite maximale n'ont cessé de monter au fur et à mesure que les concentrations détectées dans les produits agricoles augmentaient. Marie-Monique Robin, journaliste spécialiste des pesticides et auteur de « Le monde selon Monsanto », dénonce cette [constante adaptation de la norme](#) : « la LMR (limite maximale de résidus) américaine du soja est passée de 5 mg/kg à 20 mg/kg très exactement en 1997, au moment où le soja transgénique envahissait les plaines de l'Iowa ou de la Pampa ! Deux ans plus tard, au moment où le soja RR faisait son entrée dans les élevages industriels du Vieux Continent, l'Union européenne suivait le mouvement en multipliant sa LMR du soja par... deux cents afin de l'aligner sur celle des États-Unis (de 0,1 mg/kg à 20 mg/kg) ! Celle du maïs a été multipliée par dix en 1999, au moment de l'introduction du maïs OGM, même chose pour la betterave sucrière en 2012, etc. À chaque fois, les agences de réglementation ont adapté les normes, car elles savaient que le taux de résidus de glyphosate allait nécessairement augmenter en raison même de la technique Roundup Ready. »

4.4.2 Transfert dans les organismes animaux et humains

Ces résidus dans les produits agricoles et dans l'eau sont absorbés par les organismes des animaux et des humains et sont éliminés dans les selles ou dans les urines. Selon la revue Environmental and health effects of the herbicide glyphosate, le glyphosate a été retrouvé dans les urines des animaux d'élevage et des personnes travaillant dans les fermes (entre 30-80 % des cas suivant les études). Les résidus sont également détectés dans la population générale (entre 60-80 % des cas enfants compris, suivant les études aux Etats-Unis). En Europe, la présence dans les urines serait de 44 % dans la population générale. En France et selon l'Anses, l'exposition de la population française via l'ali-

mentation est inférieure à 1 % de la dose journalière admissible (voir Annexe 13).

En France, un rapport publié en 2017 par Générations Futures s'intéresse à la présence de glyphosate dans des aliments vendus en France et dénonce l'absence d'études récentes des organismes de protection sanitaire des populations en raison notamment des coûts liés à cette recherche. (voir Annexe 14).

4.5 Effets sur les microorganismes

4.5.1 Les microorganismes du sol

Comme le souligne la revue *Environmental and health effects of the herbicide glyphosate*, il existe encore beaucoup de discussions concernant les effets du glyphosate sur les activités microbiennes dans le sol et dans la rhizosphère. Dans certaines études, les sols semblent retrouver rapidement leur état initial et il n'y a pas, ou peu, d'impacts suite au traitement. Cela pourrait en partie s'expliquer par le fait que les plantes mortes (suite au traitement à l'herbicide) représenteraient une source supplémentaire de croissance pour les microorganismes et favoriseraient leur essor.

Cependant, d'autres études montrent que de toutes petites différences pourraient avoir de grandes conséquences dans la survenue de maladies atteignant les plantes ou les animaux. Par exemple, certains pathogènes des racines naturellement insensibles au glyphosate peuvent proliférer. Des effets sur le métabolisme des cellules de champignons du sol ont été observés dans une étude²⁸ relevant ainsi une possible perturbation métabolique à des doses de Round Up qui ne causent pas d'effets visibles par ailleurs.

28 — [Proteomic analysis of the soil filamentous fungus *Aspergillus nidulans* exposed to a Roundup formulation at a dose causing no macroscopic effect: a functional study](#)

29 — [Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms](#)

30 — [Effects of Roundup\(®\) and glyphosate on three food microorganisms](#)

Des effets sur la prolifération de champignons dans les cultures transgéniques de soja et de maïs ont été également remarqués : les racines des plantes OGM cultivées et traitées au glyphosate étaient largement colonisées par des champignons²⁹.

4.5.2 Les microorganismes de l'eau

Les effets négatifs du glyphosate et de son adjuvant le POEA (Voir annexe 3 pour les effets sur la santé humaine)

ont été démontrés sur des espèces variées de micro-algues, de bactéries et de protozoaires. Les modes d'action sont analogues à ceux décrits pour les plantes et microorganismes terrestres : le glyphosate perturbe la synthèse des acides aminés aromatiques, la production de chlorophylle, la photosynthèse et la respiration. Ces effets ont également été détectés sur une bactérie d'eau de mer (*Vibrio fischeri*). Les microorganismes aquatiques sont vitaux pour les écosystèmes d'eau douce et marine car ils sont à la base de la chaîne alimentaire.

4.5.3 Les microorganismes dans les animaux

Les relations entre le microbiome (flore intestinale) des animaux et des humains et leur santé font l'objet d'une attention accrue depuis quelques années mais peu de recherches ont été effectuées sur la manière dont le glyphosate pourrait interférer dans ces relations. Il a été néanmoins montré que les communautés de microbes intestinaux peuvent être affectées par le glyphosate. Par exemple, les bactéries produisant de l'acide lactique sont perturbées par le glyphosate³⁰. Or ces bactéries produisent normalement des antibiotiques capables de lutter contre des bactéries pathogènes telles que le *Clostridium Botulinum* et le botulisme a très fortement augmenté chez les vaches qui ont un taux élevé de glyphosate dans les nourritures et dans les urines.

Le glyphosate peut également affecter des champignons tels que les Mucorales. Une corrélation positive a été trouvée entre la concentration de glyphosate dans les urines et la densité de ces champignons dans la panse des vaches laitières en Allemagne. Cela pourrait entraîner des changements dans le microbiote intestinal de ces animaux, sachant que les Mucorales sont résistants au glyphosate in vitro. Par ailleurs, la réduction des anticorps luttant contre ces champignons pourrait indiquer que le glyphosate influence le système immunitaire des vaches.

4.5.4 Glyphosate et résistance aux antibiotiques

En 2010, Monsanto a déposé un brevet décrivant un effet inhibiteur du glyphosate sur la croissance d'un parasite de la famille de la malaria. Or il s'agit d'un effet antibiotique. Pourtant, peu d'attention a été portée sur les effets indirects sur la santé humaine et animale que pourrait avoir cet effet antibiotique.

En 2015, une étude scientifique³¹ a néanmoins mis en évidence que l'exposition à des produits à base de glyphosate de deux bactéries pathogènes courantes (*Escherichia Coli* et *Salmonella enterica*) change leur susceptibilité aux antibiotiques : ces bactéries acquièrent une tolérance à deux antibiotiques utilisées pour traiter une large gamme d'infections en santé humaine. Cette étude montre par ailleurs que d'autres herbicides, le dicamba et le 2,4-D, ont des effets similaires. Le danger serait que la résistance des bactéries aux antibiotiques passe des champs agricoles aux animaux d'élevage et ensuite à l'homme.

4.6 Effets sur la faune moyenne et grande

Des effets toxiques de nature variée ont été observés chez de très nombreuses espèces, et notamment chez les rongeurs, dans le cadre de la recherche sur la santé humaine, comme en témoigne le chapitre 3 de ce document. Les rongeurs servent en effet majoritairement de modèle pour les expériences destinées à établir des preuves de la toxicité du glyphosate et de ses adjuvants.

Pour autant, de très nombreuses études ont pour objectif direct de mesurer la toxicité du glyphosate (et de ses adjuvants) sur une espèce animale hors du cadre de recherche sur la santé humaine.

Beaucoup de travaux ont ainsi été conduits sur les anoures (notamment les grenouilles), montrant par exemple un taux de mortalité extrêmement élevé sur les amphibiens terrestres et aquatiques exposés au Round Up³² ou un potentiel tératogène également élevé sur les embryons exposés au Roundup® Power 2.0³³. Sur les reptiles, une étude montre comment le glyphosate altère le fonctionnement du foie chez le lézard des champs³⁴.

Il faut noter deux études portant spécifiquement sur les effets du glyphosate sur les abeilles. Le glyphosate aurait un effet sur la navigation de ces insectes. Des travaux publiés en 2015 indiquent que leur exposition à des doses rencontrées fréquemment dans les zones agricoles « altère leurs capacités cognitives nécessaires au retour à la ruche »³⁵. Par ailleurs, une étude a montré que l'herbicide peut augmenter la mortalité des butineuses, en agissant sur leur flore intestinale³⁶.

Les vers de terre peuvent également être affectés de diverses manières. Des effets toxiques causant des lésions cellulaires et de l'ADN, ont

31 – [Sublethal Exposure to Commercial Formulations of the Herbicides Dicamba, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid, and Glyphosate Cause Changes in Antibiotic Susceptibility in Escherichia coli and Salmonella enterica serovar Typhimurium](#)

32 – [The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians](#)

33 – [A glyphosate micro-emulsion formulation displays teratogenicity in *Xenopus laevis*](#)

34 – [How Glyphosate Impairs Liver Condition in the Field Lizard *Podarcis siculus*](#)

35 – [Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation](#)

36 – [Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees](#)

été observés³⁷. Par ailleurs, une étude³⁸ montre que si l'application rationnelle de cet herbicide ne semble pas provoquer d'effet létal sur les vers de terre, il y aurait en revanche un effet chronique au niveau de la reproduction, par la réduction du taux d'éclosion et du nombre de juvéniles/cocons.

Au-delà des effets directs sur les amphibiens, reptiles ou insectes, la baisse des effectifs dans ces populations peut avoir des effets indirects, préjudiciables notamment pour l'activité humaine, étant donné le rôle crucial des abeilles dans la pollinisation, celui des vers de terre dans l'entretien des propriétés physiques des sols, ou celui des amphibiens ou des lézards sur la régulation des insectes. Sur ce dernier point, la présence d'insectes ravageurs (qui ne sont plus biologiquement régulés par des auxiliaires) peut entraîner le recours à des pesticides chimiques mais affecte aussi les rendements par la diminution de la population de pollinisateurs ou encore la dégradation de la qualité des sols.

4.7 La résistance au glyphosate

Le glyphosate n'est plus un herbicide total. Une conséquence de l'utilisation de plantes OGM a en effet été de causer l'apparition d'adventices résistantes au glyphosate. Les mécanismes de cette résistance sont multiples et décrits dans la revue de littérature *Environmental and health effects of the herbicide glyphosate*. Ils ont par exemple pour effet de rendre de nouveau possible la synthèse des acides aminés aromatiques que le glyphosate inhibait, de limiter le mouvement du glyphosate à l'intérieur de la plante et donc de l'empêcher d'atteindre les racines, ou encore de provoquer une surproduction massive d'un gène qui lutte contre le glyphosate.

De très nombreux cas de résistance au glyphosate ont été signalés sur tous les continents, certains depuis des décennies. Une étude publiée en 2015³⁹ les recense par pays et par année. On peut noter que les premières résistances signalées datent de 1996 et 1997. Il s'agit respectivement de l'ivraie raide et de l'éleusine des Indes. Parmi les autres plantes, on peut également citer la vergerette du Canada, le sorgo d'Alep, l'amarante sauvage, ou encore l'ambrosie.

Ces adventices résistants contraignent les agriculteurs à augmenter les doses appliquées et même à avoir de nouveau recours à d'anciens pesticides, abandonnés en raison de leur toxicité. Autre conséquence : l'ajout, dans le patrimoine de semences déjà résistantes au glyphosate, de gènes de résistance à d'autres herbicides comme le dicamba ou le 24D. L'apparition d'adventices ayant développé de multiples résistances est à craindre, de même que l'émergence de d'effets secondaires imprévus.

37 – [Comparative toxicity of two glyphosate-based formulations to Eisenia andrei under laboratory conditions](#) (avril 2012)

38 – [Toxicité d'un Herbicide à base de Glyphosate sur le ver de Terre Eudrilus Eugeniae](#) (2018)

39 – [Glyphosate in Runoff Waters and in the Root-Zone – Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years](#)

CONCLUSION

De très nombreuses études portant sur les effets des produits à base de glyphosate concluent qu'il faut poursuivre les recherches, notamment sur les effets chroniques sur le long-terme de traitements à faibles doses. « Bien que l'utilisation des produits à base de glyphosate ait considérablement augmenté depuis 10 ans, la plupart des études scientifiques à la base des processus d'évaluation des risques datent d'il y a plus de trente ans » soulignent les auteurs de l'étude « *Is it time to reassess current safety standards for glyphosate-based herbicides?* ».⁴⁰

De fait, la question de l'impact du glyphosate sur l'environnement a été longtemps délaissée. En décembre 2018, une revue de littérature scientifique⁴¹ sur la production des connaissances concernant le glyphosate établit en effet que c'est Monsanto qui a été leader dans la production de ces connaissances jusque dans les années 2000 et qu'il a fallu précisément attendre le début du 21^e siècle pour que la recherche académique sur les impacts environnementaux démarre véritablement.

La revue *Environmental and health effects of the herbicide glyphosate* recommande donc la mise en œuvre d'une recherche interdisciplinaire sur les associations entre l'exposition chronique à des faibles doses de l'herbicide, les perturbations dans les communautés de microorganismes, l'augmentation de la résistance aux antibiotiques et l'émergence de maladies concernant toutes les formes du vivant.

Dans l'article de l'Inra Science et Impact (Le glyphosate, un pesticide parmi d'autres ?), Fabrice Martin-Laurent, écotoxicologue et directeur de recherche à l'INRA souligne la nécessité de débiter les évaluations le plus tôt possible: « Le problème est que l'on ne connaît pas les produits de transformation d'un pesticide avant qu'il ne soit commercialisé et appliqué sur les parcelles agricoles. C'est pourquoi, dès la mise en marché, il faudrait commencer à identifier ces produits et à étudier leurs propriétés toxicologiques. En effet, pour certains produits, les effets négatifs sur l'environnement ne sont mis en évidence que 20 ou 30 ans après leur commercialisation. Ces impacts sur l'environnement constituent une des causes principales du retrait des pesticides, et, en général, ce sont des travaux issus de la recherche publique qui donnent l'alerte.

Il faudrait donc que l'évaluation « post-commercialisation » soit considérée comme aussi importante que l'évaluation avant commercialisation, qui génère déjà des coûts très importants pour les industriels. La question est de savoir qui doit prendre en charge cette évaluation a posteriori. »

Et plus loin : « Ces limites de l'évaluation posent question : jusqu'à quel point doit-on accepter le risque écotoxicologique et environnemental lié à l'utilisation des produits phytosanitaires ? ».

40 — [Is it time to reassess current safety standards for glyphosate-based herbicides?](#) *Journal of epidemiology and community health* (2017)

41 — [Analysis of scientific production on glyphosate: An example of politicization of science](#)

ANNEXES

ANNEXE 1

L'utilisation du glyphosate dans les filières agricoles françaises d'après le réseau des fermes Dephy

- ▶ **Filière « grandes cultures ».** Le glyphosate est utilisé pour la culture des céréales (blé, maïs, orge), des oléagineux (colza, tournesol), des pommes de terre et des betteraves à sucre et presque exclusivement en inter-culture (destruction de couverts, d'adventices, de repousses, de prairies temporaires). Plus d'un agriculteur sur deux utilisent du glyphosate. Les systèmes qui utilisent du glyphosate font en moyenne une application de 300 g/ha tous les ans, avec de très fortes variations. La présence d'un couvert d'interculture est généralement corrélée à un usage plus important de glyphosate (580 g/ha/an pour les céréaliers en semis direct)
- ▶ **Filière viticulture,** le glyphosate est essentiellement utilisé en désherbage sous le rang. Environ 1 système sur 3 utilise du glyphosate. Les doses moyennes appliquées sont de 700 g/ha/an, mais varie fortement d'un système à l'autre.
- ▶ **Filière arboriculture** (abricot, pêche, prune, cerise, pomme, etc.). Le glyphosate est également utilisé en désherbage sous le rang. Près de 90% des systèmes étudiés en appliquent au moins une fois par an. Les doses moyennes appliquées s'établissent autour de 810 g/ha/an, avec un nombre moyen d'applications qui varie de 1 à 3 par année.
- ▶ **Filière maraîchage.** Le glyphosate peut potentiellement être utilisé pour une grande diversité d'usages, l'usage en inter-culture rendant cette utilisation compatible avec l'ensemble des espèces cultivées. L'usage est très variable d'une espèce à l'autre et d'un agriculteur à l'autre, mais à l'échelle de la filière on peut parler d'un usage « ponctuel », moins d'1 hectare sur 2 recevant un traitement herbicide ; sur les surfaces traitées on comptabilise autour de 1,7 traitements, dont seulement 2% avec une spécialité commerciale contenant du glyphosate.
- ▶ **Filière cultures tropicales :** Utilisation potentielle du glyphosate pour une grande diversité d'usages : au sein de DEPHY, les usages principaux concernent des abords de parcelles et le contrôle des adventices vivaces et lianescentes en parcelle. Un système sur 3 a utilisé du glyphosate au cours de la dernière campagne (cultures pérennes). Les doses moyennes appliquées annuellement sont de l'ordre de 750 g/ha/an mais on observe une variabilité entre espèces avec un usage plus important en culture de banane.

Source : https://ecophytopic.fr/sites/default/files/Brochure%20Glyphosate%20DEPHY_vf_num.pdf

A noter, l'association Générations Futures a établi un [classement par département](#) à partir des données issues de la Banque Nationale des Ventes distributeurs. Cependant, ce classement ne donne pas nécessairement la répartition des tonnages utilisés, car il existe un décalage potentiel entre lieu de vente et lieu d'utilisation.

ANNEXE 2

La loi Labbé

En France, la « loi Labbé » interdit l'usage des produits phytosanitaires pour l'entretien des espaces verts dans les collectivités, et dans les secteurs ouverts au public depuis 2017. Les jardiniers amateurs non professionnels sont également concernés depuis janvier 2019.

A noter : depuis le 14 octobre 2019, l'ONF a décidé de totalement abandonner l'usage de produits phyto-pharmaceutiques, dans les [secteurs réservés à la promenade](#) comme dans les zones de production.

ANNEXE 3

Le POEA, premier des adjuvants mis en cause

Les formulations commerciales à base de glyphosate contiennent en moyenne 41 % de [matière active](#). Parmi les adjuvants que l'on retrouve dans les produits finis, le POEA (polyoxyéthylène amine) est particulièrement en cause. Dès 1997, une [revue de littérature scientifique](#) commandée par [l'Agence américaine de protection de l'environnement](#) (EPA) a montré sa dangerosité : « Le surfactant est bien plus toxique que le glyphosate pour les organismes aquatiques ». En 2013, [une étude](#) conclut : « Il apparaît que le POEA est 10 000 fois plus toxique que le glyphosate sur trois différentes lignées de cellules humaines et est ainsi un bon candidat pour les effets secondaires du glyphosate formulé ».

En 2014, une autre étude⁴² a testé in vitro les effets sur des cellules humaines des « principaux » pesticides utilisés dans le monde dont le Roundup. « Malgré sa réputation relativement bénigne, Roundup était parmi les plus toxiques des herbicides et insecticides testés. Plus important encore, 8 formulations sur 9 étaient plus de mille fois plus toxiques que leurs principes actifs. Nos résultats remettent en question la pertinence de la dose quotidienne acceptée pour les pesticides parce que cette norme est calculée à partir de la seule matière active. »

En France, les AMM (autorisations de mise sur le marché) de toutes les spécialités associant le glyphosate au POEA ont été [supprimées par l'Anses en juin 2016](#), soit 132 produits au total. La Commission européenne a repris cette interdiction un mois plus tard.

ANNEXE 4

Les moyens mis en œuvre par Monsanto

Suite à la révélation par Le Monde et France 2 de l'existence d'un fichier de 200 personnalités françaises élaboré pour le compte de Monsanto, Bayer (qui a racheté Monsanto en 2018) a commandé une enquête au cabinet d'avocats Sidley Austin. Le rapport de Sidley Austin, publié début septembre 2019 « donne la mesure de l'ampleur des opérations d'influence conduites en Europe par Monsanto », écrit le journal Le Monde. Seize millions de dollars (14,4 millions d'euros) de contrat, un emboîtement d'une demi-douzaine de firmes de relations publiques, plus de soixante consultants à plein temps, près de 1500 personnes fichées dans sept pays et 7 millions de dollars destinés au recrutement de « tierces parties » – des personnalités non affiliées à Monsanto qui portent la parole de la firme dans le débat public ou l'arène scientifique », comme par exemple de faux groupes d'agriculteurs soutenant le glyphosate. Le Monde décrit notamment le programme *Let nothing go* (Ne rien laisser passer), mis en place par la société de relations publiques américaines [Fleishman-Hillard](#) en mai 2015, afin d'assurer la publication dans la presse et sur les réseaux sociaux de contenus positifs sur le glyphosate.

42 – « [Major Pesticides Are More Toxic to Human Cells Than Their Declared Active Principles](#) »

ANNEXE 5

Les types de contamination

Chez les utilisateurs directs de glyphosate

- ▶ La contamination par respiration et inhalation : les particules fines se dispersent lors de la préparation de la bouillie ou de sa pulvérisation.
- ▶ La contamination par contact avec les yeux, le nez et la peau (utilisation sans respecter les consignes de sécurité, projection accidentelle directe et indirecte sur des vêtements ou des objets)
- ▶ La contamination par ingestion, soit accidentelle, soit par le contact direct de la nourriture avec les mains ou des vêtements.

Dans la population générale

Les particules fines se dispersent dans l'air, s'infiltrent dans les sols et rejoignent les cours d'eau. La population peut respirer un air contenant des particules fines, boire de l'eau contaminée ou ingérer du glyphosate via des légumes ou des fruits qui ont été traités (voir chapitre « Les résidus dans les plantes »).

ANNEXE 6

Les trois niveaux de preuve de l'évaluation de la cancérogénicité d'un produit.

L'évaluation de la cancérogénicité d'un produit se base sur l'analyse de trois types d'éléments de preuve : 1. génotoxicité (ou mutagénicité) ; 2. cancérogénicité pour l'animal ; 3. cancérogénicité pour l'Homme.

1. La génotoxicité (ou mutagénicité) du produit, c'est-à-dire sa capacité à altérer l'ADN des cellules exposées, qui est une première étape vers l'émergence d'un cancer mais ne constitue pas une condition suffisante. Beaucoup des études sur la génotoxicité sont réalisées in vitro sur des cultures de cellules, d'origine animale ou d'origine humaine.
2. La cancérogénicité pour l'animal peut être évaluée dans des études de « long terme » pendant une période suffisante au cours de laquelle un groupe d'animaux de laboratoire est exposé au produit à tester alors qu'un groupe témoin non exposé est soumis aux mêmes conditions de vie.
3. La cancérogénicité pour l'homme ne peut être évaluée que par des études épidémiologiques, qui pour la plupart sont soit des études cas-témoins soit des études de cohorte (voir Annexe 11)

Le potentiel cancérigène d'un produit sera au final apprécié en fonction des preuves existantes pour chacun de ces différents niveaux. Le glyphosate est classé cancérogène « probable » par le CIRC, parce que celui-ci a estimé disposer d'éléments de preuve limités de cancérogénicité chez l'homme et d'éléments de preuve suffisants chez l'animal de laboratoire et qu'il existe en outre de fortes présomptions que la cancérogenèse provoquée par le glyphosate se fasse selon deux mécanismes connus chez l'homme, le stress oxydatif et l'altération de l'ADN.

Source : <https://www.cancer-environnement.fr/344-Etudes-epidemiologiques.ce.aspx>

ANNEXE 7

Les travaux de Robert Bellé et de son équipe sur les cellules d'oursin

[Article de 2002](#) : Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation.

Voir également [l'article de revue](#) en français de 2007 : L'embryon d'oursin, le point de surveillance de l'ADN endommagé de la division cellulaire et les mécanismes à l'origine de la cancérisation :

« Le développement précoce de l'oursin représente un excellent modèle expérimental pour appréhender l'analyse du fonctionnement des points de surveillance du cycle de division, car il présente l'ensemble des éléments de régulation, comme le montrent l'analyse du génome complet et l'existence d'un point de surveillance de l'ADN endommagé tout à fait opérationnel. Le modèle biologique du développement précoce de l'oursin, dont l'oeuf constitue une cellule souche par excellence, permet d'aborder l'étude de l'origine de la cancérisation. Dans le domaine de la toxicologie et de l'implication de nouvelles molécules en matière de santé, le modèle peut être utilisé pour prédire le risque de cancer dû à des molécules ou des combinaisons de molécules, bien avant le moindre signe clinique de la maladie. C'est ainsi que le risque cancérigène d'un herbicide d'usage intensif dans le monde, le Roundup (Marque déposée par Monsanto Company, Saint-Louis, USA.), dont le glyphosate est l'élément actif, a pu être démontré. Le modèle expérimental de l'embryon d'oursin permet ainsi de progresser considérablement dans la prévention des cancers par la connaissance des produits à risques et d'envisager de nouvelles formes de diagnostic précoce de la maladie par la mise en évidence de marqueurs moléculaires. Prévention et diagnostic précoce sont deux des éléments décisifs de la lutte contre le cancer. »

Par ailleurs, en 2004, Robert Bellé et son équipe montrent qu'à des concentrations 500 à 4000 fois inférieures aux expositions par inhalation des voisins de cultures où sont pulvérisés des pesticides à base de glyphosate, il se produit des dérégulations du cycle cellulaire typiques des cellules tumorales et des cancers humains. Marc J., Mulner-Lorillon O., Bellé R., (2004) Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation, Science Direct, Biology of the cell 96, 245-249

Source : <https://www.alerte-medecins-pesticides.fr/wp-content/uploads/2017/02/2016-10-02-19h14-texte-de-Paul-Bousquet-Round-Up-Effets-Sanitaires.pdf>

ANNEXE 8

Les degrés d'indication de cancérogénicité

Le [CIRC](#) définit 4 groupes (de 1 à 4) correspondant à des degrés d'indication de cancérogénicité pour l'être humain. Le deuxième est subdivisé en groupe 2A et 2B. Ces groupes sont les suivants :

Groupe 1 : agent cancérogène (parfois appelé cancérogène avéré ou cancérogène certain),

Groupe 2 :

Groupe 2A : agent probablement cancérogène, ce qui signifie des indications limitées de cancérogénicité chez l'homme et suffisantes chez l'animal.

Groupe 2B : agent peut-être cancérogène (parfois appelé cancérogène possible)

Groupe 3 : agent inclassable quant à sa cancérogénicité,

Groupe 4 : agent probablement pas cancérogène.

Extrait de la monographie 112 du CIRC

Le glyphosate est un herbicide à large spectre, qui est actuellement l'herbicide le plus produit en termes de volumes. Il est utilisé dans plus de 750 produits différents en agriculture, sylviculture, en milieu urbain et à usage domestique. Son utilisation a nettement augmenté avec le développement de variétés de cultures génétiquement modifiées résistantes au glyphosate. Le glyphosate a été détecté dans l'air pendant l'épandage, dans l'eau et dans l'alimentation. On dispose d'indications limitées de la cancérogénicité du glyphosate chez l'homme. Des études cas-témoins concernant des expositions professionnelles aux Etats-Unis, au Canada et en Suède ont rapporté une augmentation des risques de lymphome non hodgkinien qui persistait après ajustement pour d'autres pesticides. La cohorte AHS ne montrait pas d'augmentation significative du risque de lymphome non hodgkinien. Chez les souris CD-1 mâles, le glyphosate induisait une tendance positive dans l'incidence d'une tumeur rare, le carcinome des tubules rénaux. Une seconde étude a rapporté une tendance positive d'hémangiosarcome chez la souris mâle. Le glyphosate augmentait l'adénome des cellules des îlots pancréatiques chez les rats mâles dans deux études. Une formulation de glyphosate était promotrice de tumeurs de la peau dans une étude d'initiation-promotion chez la souris.

Le glyphosate a été détecté dans le sang et l'urine des travailleurs agricoles, indiquant son absorption. Les microbes du sol dégradent le glyphosate en acide aminométhylphosphorique (AMPA). La détection d'AMPA dans le sang après empoisonnement suggère un métabolisme microbien intestinal chez l'homme. Le glyphosate et les formulations à base de glyphosate induisent des lésions chromosomiques et à l'ADN chez les mammifères, et dans les cellules humaines et animales in vitro. Une étude rapportait une augmentation des marqueurs sanguins de lésion chromosomique (micronoyaux) chez les résidents de plusieurs communautés après épandage de formulations à base de glyphosate. Les tests de mutagenèse bactérienne étaient négatifs. Le glyphosate, les formulations de glyphosate, et l'AMPA induisaient un stress oxydatif chez les rongeurs et in vitro. Le [Groupe de Travail](#) a classé le glyphosate comme « probablement cancérogène pour l'homme » (Groupe 2A).

ANNEXE 9

Tests recommandés par l'Anses en mars 2019 pour évaluer le potentiel cancérogène du glyphosate :

1. **Des tests in vitro afin d'étudier le stress cellulaire suite à une exposition au glyphosate**, d'identifier les voies moléculaires impliquées dans la réponse cellulaire, d'évaluer la cohérence et la pertinence biologique des données générées. Ces résultats pourraient permettre de mieux interpréter les autres tests recommandés et d'expliquer les résultats contradictoires observés dans la littérature.
2. **Un test des comètes** (mesurer les cassures induites directement par un agent génotoxique) **in vivo sur l'estomac, l'intestin, le foie, le rein et le pancréas chez le rat et la souris couplé à un test du micronoyau** afin de clarifier le potentiel génotoxique du glyphosate, en complément des études déjà disponibles et des études réalisées par le NTP.
3. **Un test de transformation cellulaire couplé à la méthode *Transformics*** qui pourrait permettre d'identifier in vitro les éventuels modes et mécanismes d'action cancérogène du glyphosate.

ANNEXE 10

Les 6 points de divergence méthodologique entre le CIRC et l'EPA

LES SOURCES

Le CIRC et l'EPA n'ont pas travaillé à partir du même type d'études : l'EPA s'est appuyée principalement « sur des études réglementaires non publiées commandées par le titulaire, dont 99% étaient négatives, alors que le CIRC a principalement utilisé des études évaluées par des pairs, dont 70% étaient positives (83 sur 118) », note Charles Benbrook. Autrement dit, l'EPA s'est appuyée sur des études conduites par des laboratoires privés et payés par les industriels eux-mêmes et qu'aucun scientifique indépendant ne peut contrôler. Le CIRC s'est appuyé sur des études majoritairement publiées dans la littérature scientifique après révision par les pairs, ou rendues publiques par des agences de sécurité sanitaire. Le biais de financement, qui a pour effet de favoriser les conclusions favorables au financeur, est-il en cause ? Le fait est : les « Monsanto papers » ont révélé que Jess Rowland, qui dirigeait le processus de révision du glyphosate au sein de l'EPA, était en liaison constante avec Monsanto. En 2013, la toxicologue Marion Copley, également salariée de Monsanto, accuse par ailleurs Jess Rowland d'« intimider le personnel » afin de « modifier les rapports pour qu'ils soient favorables à l'industrie » et assure que « la recherche sur le glyphosate montre qu'il devrait être classé comme cancérigène probable pour les humains ».

LA SUBSTANCE ÉTUDIÉE

Le CIRC et l'EPA n'ont pas analysé la même chose :

L'EPA s'est largement basée sur des études portant sur la matière active pure, sans ses adjuvants, tandis que le CIRC a étudié le produit dans ses formulations commerciales, c'est-à-dire tel qu'il est utilisé dans des conditions réelles. En outre le CIRC a également analysé l'AMPA, principal métabolite du glyphosate, c'est-à-dire ce qu'il reste de la molécule quand elle s'est dégradée, analyse que n'a pas réalisée l'EPA.

LE TYPE D'EXPOSITION

Le CIRC et l'EPA n'ont pas pris en compte le même type d'exposition :

« L'évaluation de l'EPA s'est concentrée sur les expositions alimentaires typiques de la population en général, en supposant des utilisations conformes aux prescriptions ou recommandations techniques pour les cultures vivrières, et n'a pas pris en compte, ni abordé les expositions et les risques professionnels généralement plus élevés. L'évaluation du CIRC a englobé des données provenant de scénarios d'exposition alimentaire, professionnelle et élevée typiques », en intégrant dans sa réflexion sur le risque d'éventuels accidents (matériel défectueux, erreur de manipulation, conditions météorologiques défavorables, pratiques inconscientes...)

Cette fois encore, le CIRC a cherché à être au plus proche des conditions d'utilisation réelles

LES MÉCANISMES GÉNOTOXIQUES ÉTUDIÉS

L'EPA s'est uniquement concentrée sur les « mutations in vivo par voie orale.» Le CIRC, lui, a analysé 81 autres essais explorant d'autres mécanismes génotoxiques (principalement liés aux hormones sexuelles et au stress oxydant), dont 77% ont donné des résultats positifs. Pour rappel, c'est le mécanisme du stress oxydant que James Parry avait mis en cause dans l'étude enterrée par Monsanto dans les années 90.

LE TYPE D'ORGANISMES VIVANTS PRIS EN COMPTE

Le CIRC a pris en compte des études qui s'intéressaient à d'autres organismes vivants que les mammifères. L'EPA s'est concentrée sur les études traitant des mammifères considérés, selon elle, comme seuls pertinents pour décider d'un impact sur la santé humaine. Il est cependant reconnu que de nombreux organismes non mammifères peuvent être d'excellents modèles expérimentaux pour les humains dans les études in vitro.

RISQUE VS DANGER

Une substance peut être dangereuse sans poser de risque sanitaire compte tenu de son utilisation ou de la faiblesse de l'exposition. Le fait que les agences réglementaires évaluent le risque (la probabilité de contracter un cancer en situation réelle), tandis que le CIRC évalue le danger (la capacité intrinsèque de la substance à déclencher un cancer) a été mis en avant par ces agences et les industriels pour expliquer le désaccord. Toutefois, ce raisonnement est remis en cause pour deux raisons. D'abord, c'est bien le CIRC et non l'EPA qui a choisi d'étudier le glyphosate en conditions réelles d'utilisation, ce qui est le propre d'une analyse risque. Ensuite, pour évaluer un risque, il faut d'abord décider du danger ou non d'une substance. Les agences sanitaires sont donc bien contraintes de s'intéresser d'abord au danger, qu'elles ont en l'occurrence écarté.

ANNEXE 11

Les différences entre étude de cas témoins et étude de cohorte.

Dans une étude dite de cohorte les sujets sont répartis en groupes en fonction de leur exposition (par exemple, fumeur/non fumeur) et l'événement n'est pas survenu au moment où cette répartition est faite. Chacun de ces groupes définit une « sous cohorte », et la comparaison du taux de survenue de l'événement entre ces différentes sous cohortes, permettra de mesurer l'association entre exposition et événement.

Dans une étude cas-témoins, les groupes de sujets sont constitués en fonction de leur réalisation ou non de l'événement de santé : les cas sont par exemple les malades atteints d'un cancer et les témoins, des sujets non atteints de ce cancer. On compare les niveaux d'exposition dans ces deux groupes pour étudier l'association entre exposition et événement de santé. En général, on choisit de un à 4 témoins pour chaque cas et la proportion de malades dans l'étude est complètement déterminée (de 50 % pour 1 témoin pour 1 cas, à 20 % pour 4 témoins par cas), et ne correspond en rien à la proportion de malades dans la population cible.

Source : [Médecine Sorbonne Université](#)

ANNEXE 12

Sur le système endocrinien

Le système endocrinien est un réseau de glandes réparties à travers tout l'organisme. Ces glandes sécrètent des hormones qui sont libérées dans la circulation sanguine et « servent de messagers chimiques » pour contrôler diverses fonctions, comme la croissance, le métabolisme, le développement sexuel et la production des ovules et des spermatozoïdes. On voit donc le danger potentiel que peut représenter une perturbation de ce système. Mais comprendre comment il peut être perturbé par des substances chimiques étrangères à l'organisme est « rendu très difficile en raison de nombreuses interrogations sur leurs mécanismes d'action, la multiplicité des substances concernées et des voies d'exposition, l'exposition à de faibles doses, dans la durée ou à des périodes critiques du développement (in utéro, lactation, puberté, par exemple) », explique le Centre de lutte contre le cancer Léon Bérard

ANNEXE 13

La dose journalière admissible

Pour les expositions par voie orale, la valeur toxicologique de référence est exprimée sous forme de dose journalière admissible (DJA), indicateur parfois remis en cause pour son caractère trompeur. La DJA du glyphosate (dose journalière admissible pour une exposition chronique par voie orale), ainsi que la dose de référence aiguë, sont estimées à 0,5 mg/kg de poids corporel/jour. Les seuils de toxicité chronique et aigu pour un consommateur de 60 kg correspondent donc à une absorption quotidienne de 30 mg de glyphosate.

En ce qui concerne l'eau de boisson, la Vmax est une valeur de référence de gestion, dérivée de la valeur de référence toxicologique, permettant de garantir que le consommateur n'est pas exposé à des risques sanitaires. La Vmax pour le glyphosate et son métabolite l'AMPA ensemble est fixée à 900 microgrammes par litre dans les eaux destinées à la consommation humaine.

En France, la concentration de glyphosate dans les urines a été analysée dans une étude portant spécifiquement sur une cohorte des femmes enceintes utilisatrices d'herbicides (étude PELAGIE de l'Inserm). Le glyphosate et l'AMPA ont été retrouvés respectivement dans 43 % et 36 % des échantillons urinaires collectés chez les femmes de cette étude. Les concentrations urinaires observées varient entre 0,07 et 0,76 µg/L et pour l'AMPA entre 0,06 µg/L et 1,22 µg/L (1).


Selon l'Anses, d'autres données issues d'études publiées dans la littérature scientifique, ainsi que de prélèvements réalisés par des associations, rapportent des niveaux de concentration urinaire de glyphosate du même ordre de grandeur, autour de 1 µg/L. Ces quantités de glyphosate de l'ordre de 1 µg/L dans les urines, correspondent à une exposition par voie orale inférieure à 1% de la dose journalière admissible.

L'Anses précise que des [résultats complémentaires de surveillance](#) du glyphosate dans les urines de la population générale seront disponibles en 2020 (étude ESTEBAN de Santé publique France) et viendront compléter ces résultats.

ANNEXE 14

Etude de Générations Futures sur la présence de résidus de glyphosate dans les aliments

Générations Futures met en exergue la faiblesse des données officielles : « Le nombre de recherches de glyphosate dans les analyses officielles reste limité car il faut mettre en œuvre un test spécifique pour le détecter, ainsi que pour son métabolite l'AMPA (acide aminométhylphosphonique), ce qui engendre des dépenses importantes pour la recherche d'une seule molécule [...] Un examen des plans de suivi nationaux présentés dans le rapport de l'EFSA sur les données 2015 montre que sur 84 341 échantillons analysés, le glyphosate n'avait été recherché que dans 5 329 échantillons, soit 6,3% au total.[...] Dans le rapport de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes sur les données 2015 concernant les résidus de pesticides dans les aliments végétaux, on s'aperçoit par exemple que le glyphosate n'a été recherché que dans 41 échantillons de céréales, alors qu'une molécule comme le propiconazole pourtant 50 fois moins utilisée que le glyphosate (seulement 170 tonnes en 2013), a été recherchée dans 416 échantillons de céréales, soit 10 fois plus que le glyphosate ! ». Les [résultats](#) montrent la présence de glyphosate dans 16 des 30 échantillons analysés



Créée en 1990, la FNH est reconnue d'utilité publique, apolitique et non confessionnelle. Face au péril écologique et climatique, la FNH est convaincue qu'il faut engager une métamorphose de nos sociétés vers des modèles basés sur la préservation du patrimoine naturel, l'accès équitable aux ressources, la solidarité et le bien-être de tous les êtres humains.

Elle s'est donné pour mission d'engager la transition nécessaire pour y parvenir, en faisant émerger des solutions pérennes et en incitant au changement des comportements individuels et collectifs.

Justice sociale, nouveaux modèles économiques responsables et démocratie sont au cœur de toutes ses actions.

REMERCIEMENTS

José Tissier, Pierre-Henri Gouyon, Marc Dufumier

CONTACT

Caroline Faraldo, responsable Alimentation - c.faraldo@fnh.org

Amandine Lebreton, directrice du pôle Perspective et Plaidoyer - a.lebreton@fnh.org

www.fnh.org

6 rue de l'Est

92100 Boulogne-Billancourt

Tél. : 01 41 22 10 70



FONDATION
NICOLAS HULOT
POUR LA NATURE
ET L'HOMME