

équiterre



LE GLYPHOSATE, L'HERBICIDE LE  
PLUS EMPLOYÉ DANS LE MONDE

Document d'information

**Auteur**

Nicolas Soumis, Ph. D.

**Réviseurs**

Équiterre : Karen Ross, Ph. D., Nadine Bachand, M.Sc.

Association canadienne des médecins pour l'environnement: Kim Perrota, MHSc, Directrice générale,  
D<sup>r</sup> Jean Zigy, ancien président, et Randall McQuaker, Directeur Pesticides.

Juillet 2018

# Table des matières

DOCUMENT D'INFORMATION LE GLYPHOSATE, L'HERBICIDE LE PLUS EMPLOYÉ DANS LE MONDE	4
Tendances en matière d'utilisation du glyphosate	4
Plusieurs mauvaises herbes sont maintenant résistantes au glyphosate	6
Contamination des eaux naturelles par le glyphosate	7
Contamination de l'eau potable par le glyphosate	10
Effets toxiques du glyphosate sur les organismes vivants	11
Processus d'homologation et de réévaluation du glyphosate au Canada	15
Conclusion	17

# DOCUMENT D'INFORMATION

## LE GLYPHOSATE, L'HERBICIDE LE PLUS EMPLOYÉ DANS LE MONDE

Dérivé de la glycine, le glyphosate est un herbicide non sélectif à action systémique<sup>1,2</sup>. Décrit comme étant l'un des herbicides les plus sécuritaires par son fabricant, Monsanto, il est introduit sur le marché dès 1974 sous le nom commercial de Roundup<sup>3</sup>. Aujourd'hui répandu mondialement, il est surtout utilisé comme désherbant en agriculture, notamment dans les cultures de maïs, de soya et de coton ainsi que dans les pâturages<sup>1,2,4,5</sup>. Il peut également servir de régulateur de croissance<sup>2</sup>, de même que de dessiccant pour accélérer la récolte de certaines céréales et légumineuses<sup>6,7</sup>. Il sert en outre en divers contextes non agricoles : foresterie, entretien domestique, et contrôle de la végétation sur les terrains industriels et les emprises des infrastructures de service<sup>1,2,4,5</sup>. Le Glyphosate est un pesticide qui s'utilise en pré-levée : il agit après la germination de la graine, quand la plant a commencé à grandir. C'est aussi un herbicide non-sélectif, ce qui signifie qu'il éradique la totalité de la végétation sur son lieu d'application.

### Tendances en matière d'utilisation du glyphosate

Le glyphosate est l'herbicide le plus utilisé sur la planète<sup>8</sup>. Vendu dans plus de 100 pays<sup>9</sup>, sa consommation mondiale a atteint 825 804 tonnes métriques en 2014<sup>5</sup>. En raison de sa nature non sélective, son utilisation agricole a longtemps été circonscrite à certains moments de l'année afin d'éviter d'endommager les cultures. Toutefois, l'introduction des cultures génétiquement modifiées (GM) tolérantes au glyphosate (ex. : Roundup Ready) a permis d'utiliser cet herbicide de manière beaucoup moins restreinte<sup>5,10</sup>, ce qui a propulsé ses ventes. Depuis l'introduction des cultures GM en 1996, la quantité de glyphosate utilisée mondialement a augmenté de presque 15 fois, alors que ces cultures reçoivent environ 56 % de tout le glyphosate appliqué mondialement<sup>5</sup>.

Le glyphosate constitue, et de loin, l'herbicide le plus vendu au Canada et au Québec<sup>11, 12</sup>. Actuellement, 176 produits contenant du glyphosate sont homologués au Canada<sup>13</sup>. Le brevet de Monsanto a expiré en 2000, mais Monsanto fabrique toujours la plupart d'entre eux (55 produits autorisés au Canada) et les autres grandes entreprises agrochimiques comme Dow AgroSciences et Syngenta en fabriquent respectivement 22 et 10<sup>14</sup>.

Il n'est pas possible d'établir avec précision les tendances canadienne et québécoise en matière d'utilisation du glyphosate, car les données de ventes sont généralement rapportées par groupes de pesticides — le glyphosate faisant partie du groupe des acides phosphoniques et de leurs dérivés.

Néanmoins, puisque les quantités de glyphosate vendues au Canada excèdent amplement celles des quelques autres membres de ce dernier groupe chimique<sup>11, 15-19</sup>, il est raisonnable de supposer que les statistiques concernant les acides phosphoniques et leurs dérivés sont principalement influencés par le glyphosate. Ainsi, les Figures 1 et 2 ci-dessous suggèrent que les ventes de cet herbicide sont en hausse depuis les dernières années. Selon les données disponibles, les ventes d'acides phosphoniques et de leurs dérivés au Canada ont augmenté de 47,1 %, passant de 28 746 017 kg d'ingrédients actifs (kg i. a.) en 2009<sup>15</sup> à 42 286 074 kg i. a. en 2014<sup>11</sup>. Au Québec, elles n'ont augmenté que de 19,2 % durant cette même période (de 1 388 263 à 1 858 378 kg i. a.<sup>20</sup>), mais elles ont augmenté de 689,5 % — soit presque octuplé — entre 1992 (209 687 kg i. a.<sup>21</sup>) et 2015 (1 655 422 kg i. a.<sup>20</sup>).

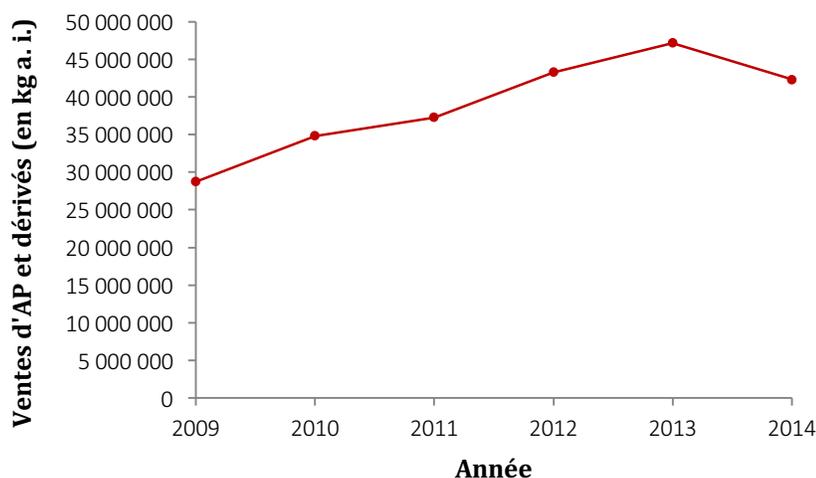


Figure 1 : Ventes annuelles d'acides phosphoniques (AP) et de leurs dérivés au Canada (tous secteurs d'utilisation confondus)<sup>11, 15-19</sup>.

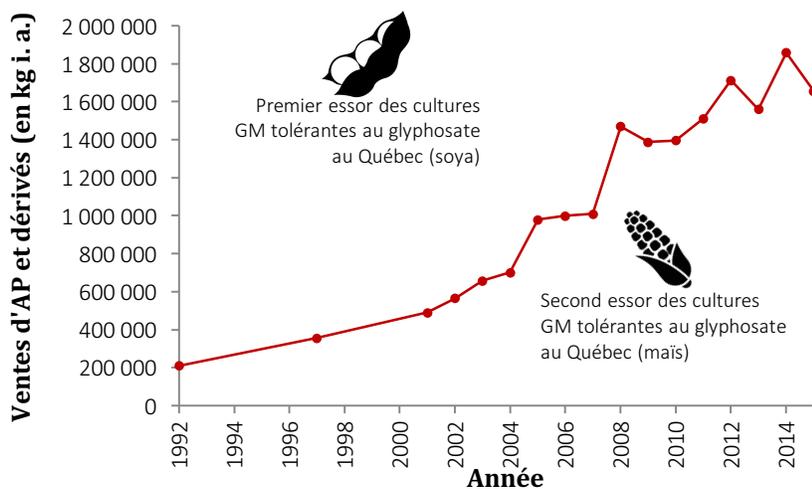
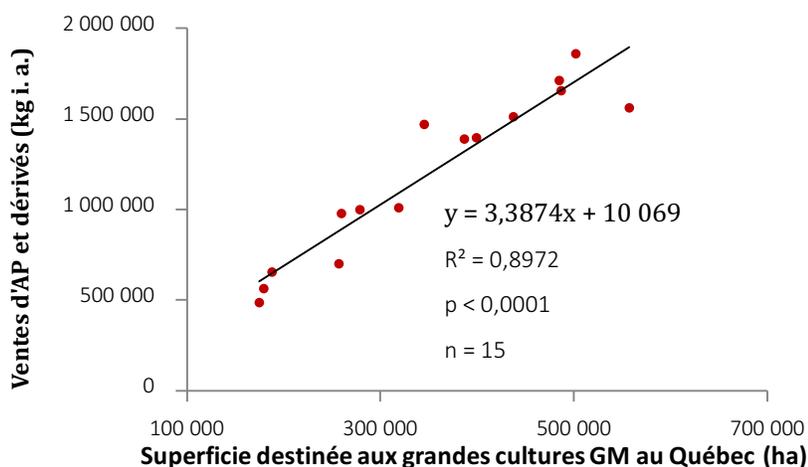


Figure 2 : Ventes annuelles d'acides phosphoniques (AP) et de leurs dérivés au Québec (secteur de la production végétale)<sup>20, 21</sup>.

Au Québec, les cultures GM tolérantes au glyphosate ont connu un premier essor en 2002 avec le soya, puis un second en 2005-2006 avec le maïs<sup>22</sup>. Alors que ces dates semblent

correspondre à des inflexions sur le graphique de la Figure 2, la superficie totale des plantations de soya et de maïs génétiquement modifiées continue d'augmenter de manière dramatique au Québec<sup>23</sup>, de même que les ventes annuelles d'un groupe de pesticides appelés les acides phosphoniques et leurs dérivés, le glyphosate étant un des plus répandus.<sup>20, 21</sup> (Figure 3).



**Figure 3** : Corrélation entre les superficies consacrées aux cultures GM de maïs et de soya et les quantités d'acides phosphoniques (AP) et de leurs dérivés vendues au Québec<sup>23</sup>.

## Plusieurs mauvaises herbes sont maintenant résistantes au glyphosate

L'utilisation répétée du glyphosate au fil du temps a engendré une pression de sélection favorable à l'émergence d'une résistance à cet herbicide chez plusieurs espèces de mauvaises herbes<sup>24-26</sup>. Selon de récentes données, entre 24<sup>25</sup> et 32<sup>26</sup> espèces de mauvaises herbes sont en mesure de résister au glyphosate à travers le monde; 16 d'entre elles se retrouvent dans les cultures Roundup Ready<sup>25</sup>. La vergerette du Canada (*Conyza canadensis*) constitue l'espèce résistante la plus répandue dans le monde; toutefois, l'amarante de Palmer (*Amaranthus palmeri*) et l'amarante tuberculée (*A. tuberculus*) posent le défi économique le plus important, car elles sont largement répandues et ont développé une résistance à plusieurs herbicides<sup>25</sup>. Le Canada compte actuellement entre quatre<sup>27</sup> et cinq<sup>28</sup> espèces de mauvaises herbes résistantes au glyphosate. Alors que la plupart de celles-ci sont retrouvées en Ontario, les prairies canadiennes ne recèlent qu'une seule espèce résistante, le kochia à balais (*Kochia scoparia*)<sup>27, 28</sup>. Au Québec, une espèce résistante au glyphosate a été officiellement confirmée: la moutarde des oiseaux (*Brassica rapa* L.)<sup>29</sup>.

La résistance des mauvaises herbes au glyphosate constitue un grave problème, car il exige que les agriculteurs procèdent à des applications plus abondantes ou plus fréquentes, ou encore qu'ils recourent à des mélanges d'herbicides<sup>24, 30</sup>. Or, cela augmente non seulement les risques pour la santé et l'environnement, mais aussi les coûts pour les producteurs. Monsanto a commencé au début

des années 2010 à offrir des rabais aux agriculteurs qui utilisaient des herbicides autres que le Roundup pour contrôler les plantes résistantes au glyphosate.

## Contamination des eaux naturelles par le glyphosate

La mobilité du glyphosate dans les sols est considérée faible ou nulle<sup>2, 31</sup>; sa migration vers les eaux naturelles, et plus particulièrement les eaux souterraines, est donc jugée peu probable<sup>32</sup>. En outre, dans l'éventualité où le glyphosate atteindrait les eaux de surface, et malgré son caractère très hydrosoluble (entre 5 800 et 12 000 mg/l<sup>31</sup>), il est attendu qu'il migre vers les sédiments<sup>31</sup>. Il en va sensiblement de même de son principal métabolite, l'acide aminométhylphosphonique (AMPA)<sup>2, 31</sup>. Malgré ces perspectives rassurantes, la mobilisation du glyphosate dans les sols, et son entraînement par lessivage ou ruissellement vers les milieux aquatiques, demeure possible, car ce phénomène est influencé par les précipitations, notamment lorsque celles-ci surviennent peu après l'application<sup>33, 34</sup>.

Comme l'indique le Tableau 1, qui présente des données colligées entre 1993 et 2011 pour Monsanto, le glyphosate et l'AMPA sont détectés dans les eaux naturelles de plusieurs pays d'Europe, à une fréquence parfois très élevée (jusqu'à 92,5 et 100 %, respectivement) ou à des concentrations parfois assez importantes (jusqu'à 370 et au-dessus de 200 µg/l, respectivement)<sup>35</sup>. La situation apparaît moins préoccupante dans le cas des eaux souterraines, où le glyphosate et l'AMPA sont détectés beaucoup moins fréquemment (3,4 et 12 %, respectivement) et à des concentrations d'un ordre de grandeur plus faible (24 et 19 µg/l, respectivement) que dans les eaux de surface<sup>35</sup>.

**Tableau 1** : Présence de glyphosate et d'AMPA dans les eaux naturelles de pays européens<sup>35</sup>.

Pays	Glyphosate <sup>a</sup>			AMPA <sup>a</sup>		
	n	Fréquence de détection (%)	Conc. max. (µg/l)	n	Fréquence de détection (%)	Conc. max. (µg/l)
<b>Eaux de surface</b>						
Allemagne	1 298	29,7	4,7	782	57,5	3,6
Autriche	ND	ND	ND	345	≥ 26	3,4
Belgique	5 881	≥ 83	139	5 351	92,8	47
Espagne	115	7,4	15,3	ND	ND	ND
Finlande	26	11,5	0,46	26	11,5	0,22
France	57 171	30,2	50	46 969	51,8	48,9
Irlande	2 483	5,6	186	496	0,2	> 200
Italie	919	24,3	37,6	239	87,0	37
Norvège	80	92,5	0,93	80	92,5	0,54
République tchèque	359	47,8	5,3	165	100	1,37
Royaume-Uni	3 730	20,3	8,2	ND	ND	ND

Slovénie	2 092	15,3	3,6	ND	ND	ND
Suède	1 306	27,6	370	1 285	19,0	4,0
<b>Eaux souterraines</b>						
Allemagne	≥ 196	ND	≤ 0,1	≥ 326	ND	≥ 1
Autriche	3 633	0,19	> 0,1	3 636	1,2	0,75
Belgique	> 2 338	< 0,02	< 0,025	> 4 383	< 0,41	1,85
Danemark	9 908	1,2	4,7	9 906	0,84	4,2
Finlande	80	0	SLD	80	0	SLD
France	45 960	1,1	24	30 529	1,4	19
Irlande	679	0,8	0,19	ND	ND	ND
Italie	961	0	SLD	≥ 619	≤ 0,5	0,9
Malte	≥ 18	0	SLD	ND	ND	ND
Norvège	8	0	SLD	8	12,5	0,02
Pays-Bas	691	0,58	4,7	691	3,0	5,1
Royaume-Uni	1 509	0,9	0,47	ND	ND	ND
Suède	1 247	0,08	0,04	1 242	0,24	0,72
Suisse	≥ 234	3,4	0,21	≥ 232	ND	0,46

a : ND = non déterminé; SLD = sous la limite de détection.

Le Tableau 2 montre une situation légèrement différente en Amérique du Nord. Ainsi, bien que le glyphosate et l'AMPA soient généralement retrouvés à de plus fortes concentrations dans les eaux de surface (jusqu'à 427 et 397 µg/l, respectivement<sup>36</sup>) que dans les eaux souterraines (jusqu'à 45 et 4,88 µg/l, respectivement) comme c'est le cas en Europe, la fréquence de détection du glyphosate dans les eaux souterraines y est beaucoup plus élevée (jusqu'à 100 %). Le glyphosate et l'AMPA sont généralement détectés très fréquemment dans les précipitations<sup>36-40</sup>. Cela peut surprendre considérant la faible pression de vapeur de ces substances<sup>36</sup>, mais la dérive atmosphérique et l'érosion éolienne contribuent grandement à leur présence dans les précipitations<sup>41, 42</sup>.

**Tableau 2** : Présence de glyphosate et d'AMPA dans les eaux naturelles des pays nord-américains<sup>a</sup>.

Pays	Glyphosate <sup>b</sup>			AMPA <sup>b</sup>			Réf.
	n	Fréq. de détect. (%)	Conc. max. (µg/l)	n	Fréq. de détect. (%)	Conc. max. (µg/l)	
<b>Eaux de surface</b>							
Canada (AB)	110	25,45	6,1	110	6,36	4	42
Canada (CB)	ND	ND	9,000	ND	ND	ND	43
Canada (ON)	529	32	5,38	ND	ND	ND	44
Canada (ON)	74	56,8	3,380	219	74	48,6	45
Canada (ON)	502	17	40,800	502	5,6	66,000	46
Canada (ON)	210	33	12,0	ND	ND	ND	44
Canada (ON)	96	82,3	41,881	96	88,5	14,781	45
Canada (QC)	31	65	0,400	31	94	0,860	47
Canada (QC)	ND	91,1	18	ND	67,0	2,9	48
États-Unis (10 États)	40	17,5	2,2	40	67,5	3,9	49

États-Unis (39 États)	2 304	54,7	427	2 304	73,6	397	36
États-Unis (NAWQA)	608	32,2	9,7	608	51,5	8,7	37
Mexique (saison pluies)	ND	ND	1,33	ND	ND	ND	50
Mexique (saison sèche)	ND	ND	36,71	ND	ND	ND	50
<b>Eaux souterraines</b>							
Canada	72	32	0,02	ND	ND	ND	51
Canada (AB, ON)	281	13,2	0,042	281	11,7	2,870	52
Canada (NL)	ND	ND	45	ND	ND	ND	53
Canada (ON)	401	10,5	0,663	401	5,0	0,698	38
États-Unis (39 États)	1 171	5,8	2,03	1 171	14,3	4,88	36
États-Unis (NAWQA)	485	5,8	0,67	485	9,5	0,62	45
Mexique	20	100	1,41	ND	ND	ND	54
Mexique	6	100	0,38	ND	ND	ND	54
Mexique (saison pluies)	ND	ND	0,56	ND	ND	ND	50
Mexique (saison sèche)	ND	ND	18,43	ND	ND	ND	50
<b>Précipitations</b>							
Canada (ON)	15	86,7	0,135	15	26,7	6,7	38
États-Unis (39 États)	85	70,6	2,5	85	71,8	0,48	36
États-Unis (IA, IN, MS)	80	71,2	2,5	80	62,5	0,48	39
États-Unis (IN)	14	85,7	1,1	14	85,7	< 0,2	45
États-Unis (MS)	ND	77	1,90	ND	77	0,270	40

a : Certains résultats ont été recalculés à partir des données individuelles indiquées dans les études consultées, notamment afin de mieux discriminer les différents milieux (forestier, rural et urbain).

b : ND = non déterminé; SLD = sous la limite de détection.

Au Canada, la contamination par le glyphosate mesurée dans les eaux de surface et souterraines (Tableau 2) demeure constamment en deçà de la recommandation canadienne pour la qualité des eaux (RCQE) en matière de protection de la vie aquatique, cette dernière étant établie à 800 µg/l en ce qui concerne l'exposition chronique<sup>55</sup>.

La présence de glyphosate et d'AMPA dans les eaux de surface du Québec est très fréquente (Tableau 2). Ces deux substances ont respectivement été détectées dans 91,1 et 67,0 % des échantillons d'eau de rivières agricoles au cours de la période comprise entre 2011 et 2014, les concentrations maximales mesurées étant respectivement de 18 et 2,9 µg/l<sup>48</sup>. Une étude antérieure a pour sa part rapporté une fréquence de détection encore plus élevée (94 %) pour l'AMPA au cours de la période comprise entre 2003 et 2008<sup>47</sup>. Par ailleurs, il est possible d'observer une augmentation de la contamination par le glyphosate dans les rivières agricoles québécoises depuis les dernières années; entre 2002 et 2014, les concentrations médianes de cet herbicide ont augmenté de 0,01977 à 0,04625 µg/l par année dans quatre rivières situées en zone de culture du maïs et du soya (Figure 4)<sup>48</sup>. Malgré cela, tous les cas de détection positive relevés dans ces deux études<sup>47, 48</sup> restent en deçà du critère de vie aquatique chronique (CVAC) relatif au glyphosate en vigueur au Québec, établi à 65 µg/l<sup>56</sup>.

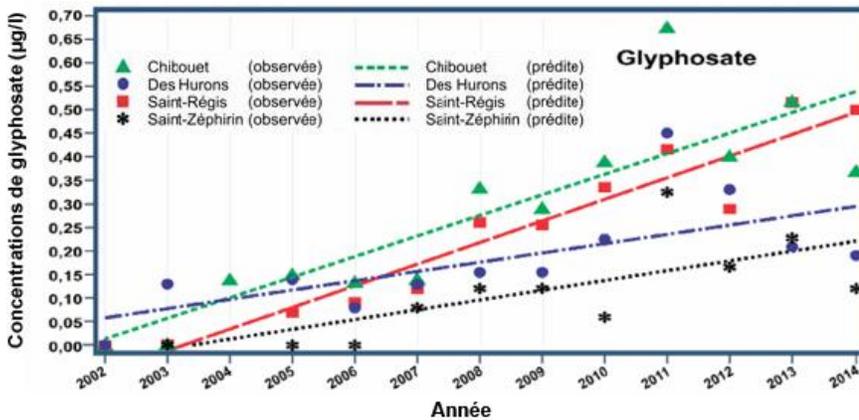
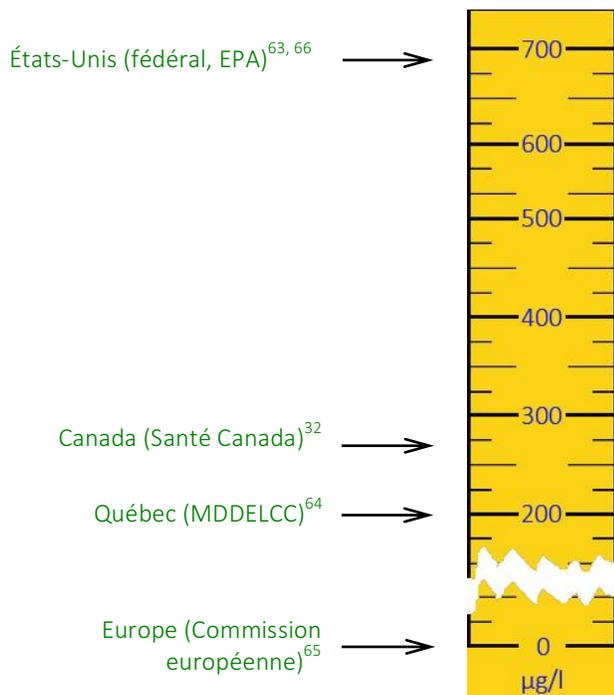


Figure 4 : Régressions linéaires appliquées aux concentrations médianes de glyphosate mesurées dans quatre rivières québécoises entre 2002 et 2014<sup>48</sup>.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) détermine la contribution annuelle relative de chaque pesticide au risque que l'ensemble des pesticides utilisés au Québec laisse planer sur l'environnement. Pour ce faire, il considère certaines caractéristiques écotoxicologiques et physicochimiques de chaque pesticide en jeu, de même que leurs quantités utilisées — les détails et les calculs inhérents à cette approche sont présentés dans Samuel et coll., 2012<sup>60</sup>.

## Contamination de l'eau potable par le glyphosate

Puisque les eaux de surface et souterraines constituent les principales sources d'eau potable pour la population mondiale<sup>58</sup> — ce qui est également le cas au Canada<sup>59</sup> et au Québec<sup>60, 61</sup> —, leur contamination par le glyphosate se reflète dans l'eau que boivent les humains. En conséquence, ce ne sont pas seulement les travailleurs et les personnes vivant à proximité des sites où le glyphosate est utilisé qui se retrouvent exposés à cet herbicide, mais bien une vaste proportion de la population humaine. Puisque le glyphosate entraîne des effets toxiques reconnus ou suspectés sur l'humain (les effets toxiques du glyphosate sur l'humain et d'autres classes de vertébrés sont abordés plus en détail à la section suivante), les différents pays ont établi des recommandations quant aux concentrations maximales de cet herbicide dans l'eau potable. Comme le montre la Figure 5, ces recommandations varient fortement d'une collectivité publique à l'autre. (L'OMS ne juge pas nécessaire d'établir de recommandation pour le glyphosate, car elle considère que les concentrations retrouvées dans l'eau potable sont inférieures, et de loin, à celles considérées nuisibles à la santé<sup>62</sup>.)



**Figure 5 :** Recommandations relatives à la présence de glyphosate dans l'eau potable en vigueur dans différentes collectivités publiques

Au Québec, les bilans de la qualité de l'eau potable effectués entre 2005 et 2014 révèlent qu'au cours de cette période, le glyphosate n'a été détecté qu'en 2006, 2010 et 2013, à des concentrations maximales respectives de 2,1, 0,7 et 1,5 µg/l<sup>67, 68</sup>. Ces dernières concentrations demeurent inférieures à la recommandation provinciale relative au glyphosate dans l'eau potable, soit 210 µg/l<sup>64</sup>. Par ailleurs, les données sur la qualité de l'eau potable sortant des deux principales usines de production de Montréal, Atwater et Charles-J.-Des-Baillets montrent que les concentrations de glyphosate sont constamment restées sous la limite de détection entre 2009 et 2016<sup>69-76</sup>.

## Effets toxiques du glyphosate sur les organismes vivants

Le glyphosate agit sur la biosynthèse de l'acide shikimique, une voie métabolique présente chez les plantes et plusieurs microorganismes, mais pas les animaux<sup>77</sup>. Pour cette raison, il est reconnu pour son innocuité relative chez les espèces supérieures, sa toxicité aiguë variant de faible ( $500 \text{ mg/kg} < \text{DL}_{50} \leq 5\,000 \text{ mg/kg}$ ) à très faible ( $\text{DL}_{50} > 5\,000 \text{ mg/kg}$ ) selon la voie d'exposition et l'organisme en jeu<sup>1</sup>. Toutefois, les additifs présents dans ses préparations commerciales, comme les surfactants qui lui permettent de pénétrer la cuticule des plantes<sup>78, 79</sup>, peuvent être eux-mêmes toxiques<sup>80</sup> et accroître la toxicité de celles-ci<sup>84, 85</sup>.

Chez l'humain, les conséquences d'une intoxication aiguë non létale comprennent une irritation du tractus gastro-intestinal, des dérèglements hépatiques et rénaux, de la détresse respiratoire, de l'œdème pulmonaire et de l'arythmie<sup>83</sup>. Malgré les fortes doses nécessaires pour engendrer un effet létal chez plusieurs vertébrés aquatiques et terrestres, certaines espèces de poissons et

d'invertébrés aquatiques y sont plus sensibles<sup>84</sup>. Chez les animaux mammifères (chiens, chats), l'intoxication aiguë se traduit des symptômes tels que l'anorexie, la léthargie, l'hypersalivation, des vomissements et de la diarrhée; peu de cas d'intoxication aiguë se soldent par une issue létale<sup>1</sup>. Des études ont également montré que le glyphosate est toxique pour les amphibiens et le phytoplancton à des concentrations inférieures aux normes en vigueur pour les eaux de surface<sup>84, 85</sup>.

Du reste, le glyphosate peut compromettre certains services écosystémiques et la productivité agricole en portant préjudice aux invertébrés et microorganismes terrestres. Par exemple, il existe un lien entre le déclin du papillon monarque, pollinisateur très important, et l'utilisation extensive d'herbicides, dont le glyphosate, car ceux-ci contribuent à détruire l'asclépiade qui constitue la principale source alimentaire de sa chenille<sup>86</sup>. Le glyphosate affecte également la capacité de l'abeille domestique, une autre espèce polinisatrice essentielle, à s'orienter, ce qui peut causer sa mort par inanition<sup>87</sup>. Il affecte en outre les interactions entre les vers de terre et les mycorhizes<sup>88</sup>, deux organismes essentiels à la nutrition des plantes ainsi qu'à la productivité agricole.

Bien que la littérature scientifique soit généralement consensuelle quant aux effets d'une exposition aiguë au glyphosate, des avis divergents s'affrontent lorsqu'il est question des effets toxiques imputables à une exposition chronique à cet herbicide. D'un côté, de nombreuses études rapportent diverses conséquences néfastes sur différents organes et fonctions chez plusieurs classes de vertébrés comme le montre de manière non exhaustive le Tableau 4. D'un autre côté, plusieurs examens critiques de la littérature contredisent plusieurs de ces premières en soulignant la présence de biais méthodologiques, ou l'insuffisance de la valeur probante des données scientifiques pour démontrer hors de tout doute les effets toxiques de cet herbicide et de ses préparations commerciales chez les humains et les animaux<sup>9, 89-93</sup>.

**Tableau 4 :** Synthèse des effets toxiques du glyphosate (G) ou de ses préparations commerciales (PC) chez différentes classes de vertébrés. Les chiffres indiqués dans les cellules réfèrent aux études rapportant ces effets (souligné = effets imputables au G; gras = effets imputables aux PC; souligné + gras = effets imputables au G et aux PC; italique = l'étude ne précise pas si les effets sont imputables au G ou aux PC). Le symbole « x » n'indique pas nécessairement qu'il n'y a pas d'effets, mais plutôt qu'aucun article n'a été trouvé.

Effets	Organismes						
	Humain	Mammifères	Oiseaux	Reptiles	Amphibiens	Poissons	
Altérations hépatiques	<u>94, 95</u>	<b>105</b>	x	x	x	<b>121, 122</b>	
Altérations du système reproducteur	<u>96</u>	<b>106, 107</b>	<b>113</b>	x	<b>118</b>	<u>123</u>	
Altérations rénales	95	<b>105</b>	x	x	x	<b>121, 122</b>	
Cancers et tumeurs	<i>95, 97, 98</i>	<i>108</i>	x	x	x	x	
Cytotoxicité	<u>94, 99</u>	<b>107</b>	x	x	<b>119</b>	x	

Génotoxicité	<u>100, 101</u>	<u>100, 105</u>	×	<b>116</b>	<b>118, 119,</b> <b>120</b>	<b>124, 125,</b> <b><u>126</u></b>
Immunotoxicité	×	30	×	<b>117</b>	×	<b>122</b>
Neurotoxicité	<u>101</u>	<b>109</b>	×	×	×	<b><u>126</u></b>
Perturbation du microbiote intestinal	95	<u>110</u>	<b>114</b>	×	×	×
Perturbations endocriniennes	<u>94, 99, 102,</u> <u>103</u>	<b>106, 107,</b> <b>111</b>	<b>113</b>	×	<b>118</b>	×
Tératogénicité	<b>104</b>	<b>106, 112</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>115, 118</b>	<b>127</b>

Différentes raisons peuvent expliquer le contentieux entourant les effets toxiques chroniques du glyphosate. Premièrement, il existe une différence fondamentale entre deux concepts qui sont souvent confondus, soit le *danger* et le *risque*. Le danger réfère aux dommages qu'une substance peut causer, alors que le risque réfère à la possibilité que cette substance puisse causer de tels dommages, cette possibilité étant modulée par deux facteurs : le degré de dangerosité de la substance et l'exposition à cette dernière<sup>128</sup>. De la sorte, une substance dangereuse présentera un haut risque de toxicité seulement si l'exposition à celle-ci est substantielle; à l'opposé, cette même substance comportera un risque léger si l'exposition à celle-ci demeure faible.

Or, la plupart des études ayant rapporté des effets toxiques ont utilisé des doses de glyphosate qui excèdent celles auxquelles sont exposés les travailleurs manipulant cet herbicide<sup>129</sup>, ou encore la population générale par l'entremise de l'eau potable<sup>62</sup> ou des aliments<sup>130</sup>. Si elles mettent en lumière la dangerosité de cet ingrédient d'herbicide, elles fournissent peu d'information sur le risque réel qui y est associé. En particulier, ce dernier est réputé faible chez l'humain sur la base d'études de toxicité chroniques réalisées sur des animaux de laboratoire. Cependant le manque d'information sur la toxicité du glyphosate à de faibles doses environnementales n'implique pas qu'il n'a pas d'effets à ces doses. Un adage commun nous dit que l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence. La réputation du glyphosate n'est donc pas le fruit d'un consensus scientifique, car les études nécessaires à l'évaluation des risques n'ont pas été réalisées.

Il existe d'importantes disparités et incertitudes au sein de la littérature scientifique. Aucune étude vie entière n'a été réalisée sur des animaux de laboratoire. De plus, aucune étude épidémiologique à grande échelle n'a mesuré la présence de glyphosate dans les urines des populations en relation avec leur état de santé. Bien qu'il n'y est pas de consensus scientifique sur les risques associés au glyphosate, un groupe de chercheurs a publié en 2015 une déclaration consensuelle recommandant la prise en compte de ces incertitudes dans la réglementation par l'ajout d'un facteur de protection de 10 aux dose journalières admissibles<sup>132</sup>.

De plus, certaines études se sont penchées sur des préparations commerciales, alors que d'autres se sont penchées sur l'ingrédient actif seul. Comme il a été indiqué précédemment, certains additifs, le

POEA notamment, augmentent la toxicité des préparations commerciales<sup>80-82</sup>. Or, bon nombre d'instances sanitaires, l'EPA par exemple, ont déterminé la toxicité des préparations commerciales en se basant en grande partie sur des études n'ayant considéré que le glyphosate<sup>102, 133</sup>. Cela explique partiellement le fait que ces instances ne reconnaissent pas certains effets toxiques.

En outre, plusieurs critiquent la nature archaïque de la littérature consultée par les autorités sanitaires, de même que l'importante proportion de littérature grise prise en compte lors du processus d'évaluation toxicologique<sup>102, 133, 134</sup>. Par exemple, lors du réexamen de l'homologation du glyphosate en 1993<sup>2</sup>, l'EPA a considéré près de 300 documents; 73 % de ces derniers datent d'avant 1985 (huit ans et plus), et seulement 11 d'entre eux (soit moins de 4 %) ont fait l'objet d'une évaluation par les pairs<sup>133</sup>. Par ailleurs, un examen de la décision de réévaluation du glyphosate déposée par l'ARLA en 2017 révèle que malgré l'abondance des études récentes, cette agence a examiné les dangers toxicologiques de cet herbicide sur la base de 118 documents publiés par l'industrie — donc non soumis à des comités de révision, ni publiés dans les journaux scientifiques — dont 80,5 % sont antérieurs à 1996 (11 ans et plus)<sup>134</sup>.

Enfin, et il s'agit là d'un fait autrement plus troublant, la présence de conflits d'intérêts entache parfois l'impartialité du processus d'évaluation comme l'illustre le houleux débat entourant la cancérogénicité du glyphosate. En 2015, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a conclu que le glyphosate constitue « un cancérogène probable pour l'humain » (groupe 2A)<sup>135</sup>. Toutefois, cet avis va à l'encontre de la conclusion voulant qu'il soit peu probable que cet herbicide soit un cancérogène pour l'humain à laquelle sont récemment parvenus la Réunion conjointe FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR)<sup>136</sup> et d'autres organes dont l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESAs)<sup>137</sup>, l'EPA<sup>138</sup>, l'Agence européenne des produits chimiques (AEPC)<sup>139</sup> et l'ARLA<sup>140</sup>. Bien que ces avis divergents puissent découler de différences méthodologiques entre le CIRC et la JMPR<sup>141, 142</sup>, les deux organes sont accusés de conflits d'intérêts. D'un côté, l'avis défavorable du CIRC serait dû à la partialité de certains membres du comité ayant évalué le glyphosate<sup>141, 143</sup>. De l'autre côté, le travail de la JMPR semble avoir été influencé par des acteurs de l'industrie. Comme l'ont récemment révélé des documents internes<sup>144</sup> divulgués dans le cadre d'une cause opposant Monsanto à plusieurs personnes atteintes d'un lymphome non hodgkinien qu'elles imputent au glyphosate, cette entreprise s'est servi de différentes tactiques fallacieuses afin de redorer le blason de son produit phare<sup>145, 146</sup>. Entre autres, Monsanto a demandé à des chercheurs renommés de signer un manuscrit qui, en réalité, a été rédigé par ses employés<sup>145-149</sup>, une pratique contraire à l'éthique scientifique. Ce manuscrit a été publié en 2016 sous forme d'article dans un supplément spécial du journal scientifique *Critical Reviews in Toxicology*<sup>150</sup>, accompagné de quatre autres<sup>151-154</sup>. Aux dires de certains, cette série d'articles a potentiellement influencé certaines autorités au cours de leur processus d'évaluation<sup>146</sup>.

L'obtention d'un portrait juste des risques toxicologiques reliés au glyphosate demeure essentielle en raison de sa forte utilisation actuelle et des risques sanitaires accrus qui peuvent en découler. En effet, comme le montrent des données compilées pour le Québec, bien que la contribution du glyphosate au risque pour la santé<sup>57</sup> demeure faible, elle accuse généralement une tendance à la hausse depuis les dernières années (Tableau 5).

**Tableau 5** : Contribution du glyphosate au risque pour la santé au Québec entre 2008 et 2015.

Année	Contribution (%)	Rang	Référence
2008	3,2	6	155
2009	4,6	6	21
2010	6,3	5	156
2011	6,1	5	157
2012	7,1	4	158
2014	7,0	4	159
2015	6,4	4	160

## Processus d'homologation et de réévaluation du glyphosate au Canada

Les préparations herbicides à base de glyphosate ont été homologuées au Canada à partir de 1976<sup>140</sup>. En 2010, Santé Canada a publié un plan de travail pour la réévaluation des produits à base de glyphosate<sup>161</sup> qui établit l'exigence d'une réévaluation des risques environnementaux et de santé posés par le glyphosate, pour déterminer s'ils sont acceptables ou non.

En 2015, l'ARLA a publié son projet de décision de réévaluation aux fins de consultation publique<sup>31</sup>, et a rendu sa décision en 2017, soit de « maintenir l'homologation des produits contenant du glyphosate, à la condition que les étiquettes soient modifiées et mises à jour afin de protéger davantage la santé humaine et l'environnement<sup>140</sup> ». Les modifications exigées par l'ARLA ne sont pas exhaustives<sup>140</sup>.

La décision de l'ARLA et le processus ayant mené à celle-ci ont toutefois été critiqués. Conformément au paragraphe 35(1) de la LPA, au moins quatre avis d'objection ont été envoyés à Santé Canada<sup>134, 162-164</sup>. Préparé par deux chercheuses rattachées à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'un de ces avis d'objection dénonce i) le manque d'exhaustivité de la revue de la littérature effectuée par l'ARLA; ii) la vétusté de la plupart des études consultées; iii) le manque d'arguments pour justifier le rejet de nombreuses études plus récentes; iv) l'omission de tenir compte de la forte hausse des ventes de glyphosate dans l'évaluation du risque; et v) l'omission de tenir compte systématiquement des additifs présents dans les préparations commerciales, pourtant considérés plus toxiques que le glyphosate<sup>134</sup>.

Préparé par une coalition d'organisations environnementales (Équiterre, Fondation David Suzuki, Association canadienne des médecins pour l'environnement, Environmental Defence et Prevent Cancer Now), un deuxième avis d'objection signale pour sa part que l'ARLA n'a pas tenu compte d'importantes preuves démontrant i) l'impact du glyphosate sur l'asclépiade et le déclin observé chez le papillon monarque; ii) son impact sur le microbiote des sols et celui colonisant l'intestin humain; iii) son rôle dans l'apparition de certaines maladies, dont le cancer; iv) son pouvoir chélateur qui contribue à l'appauvrissement des sols et à la mobilisation du cadmium, un métal lourd cancérigène et neurotoxique, dans les céréales; et v) l'inefficacité des bandes riveraines ou des zones tampons pour protéger l'environnement<sup>162</sup>.

En outre, ces deux avis d'objection soulignent que les modifications à l'étiquetage exigées par l'ARLA sont nettement insuffisantes pour assurer la protection adéquate de la santé humaine et de l'environnement<sup>134, 162, 164</sup>. La réévaluation étant lacunaire, la ministre ne peut pas déterminer que le glyphosate ne présente pas de risques inacceptables pour les humains et l'environnement, comme l'exige l'objectif premier de la LPA. Selon les groupes, la décision devrait être examinée par un comité d'examen indépendant établi par le ministre en vertu de la LPA<sup>161</sup>.

Suite à la classification du glyphosate comme « cancérigène probable pour l'humain » par le CIRC, environ 4000 requêtes en justice ont été déposées aux États-Unis par des personnes souffrant d'un lymphome non hodgkinien<sup>165</sup> - un cancer qui naît dans les lymphocytes -, contestant la position de Monsanto selon laquelle le glyphosate est sécuritaire et affirmant que l'entreprise a délibérément supprimé les preuves des risques liés à ses produits destinés à détruire les mauvaises herbes. La première procédure intentée contre Monsanto à se rendre en procès fut celle de Dewayne Johnson, un jardinier scolaire de 46 ans atteint d'un lymphome non hodgkinien incurable causant des lésions cutanées sur l'ensemble de son corps. En août 2018, un jugement historique voit le jour : le jury de la Cour supérieure de la Californie condamne Monsanto à payer près de 290 millions de dollars de dommages pour ne pas avoir informé de la dangerosité de son herbicide Roundup, un facteur ayant contribué au cancer du jardinier américain<sup>166</sup>, une condamnation que le géant de l'agro-chimie conteste. Ce procès fut l'occasion de rendre publics des documents montrant notamment la collusion directe entre EPA et Monsanto pour décourager une Agence fédérale d'effectuer l'évaluation des risques toxicologiques du glyphosate<sup>167</sup>.

En 2017, la Californie a placé le glyphosate sur la liste des produits cancérigènes<sup>168</sup>, exigeant que tout fabricant ayant connaissance du caractère cancérigène certain ou suspecté d'un produit l'indique sur l'emballage.

## Conclusion

Le glyphosate est l'herbicide le plus employé au monde<sup>8</sup>, une situation à laquelle les cultures GM tolérantes à ce produit ont grandement contribué depuis les deux dernières décennies<sup>5, 10</sup>. L'usage du glyphosate continue d'augmenter au Canada<sup>11, 15-19</sup> et au Québec<sup>20, 21</sup>.

L'usage généralisé du glyphosate a débouché sur le développement d'une résistance chez plusieurs espèces de mauvaises herbes<sup>24-28</sup>, ce qui réduit l'efficacité de cet herbicide, augmentant conséquemment les coûts de la gestion phytosanitaire<sup>30</sup> et les risques pour l'environnement. L'utilisation extensive du glyphosate contamine aussi les eaux de surface<sup>35, 36, 42-50</sup> et, dans une moindre mesure, des eaux souterraines<sup>35, 36, 38, 45, 50-54</sup>. Les concentrations mesurées de glyphosate et de son principal métabolite, l'AMPA, demeurent toutefois généralement faibles; les études consultées pour le Canada<sup>38, 42-46, 51-53</sup> et le Québec<sup>47, 48</sup> montrent que le taux de contamination ne dépasse pas les normes établies pour protéger la vie aquatique. La situation pourrait toutefois s'aggraver puisque les concentrations mesurées dans certains cours d'eau, au Québec par exemple<sup>48</sup>, sont en hausse depuis les dernières années. Or, certaines études considèrent que le glyphosate comporte des effets négatifs sur les écosystèmes et l'agriculture. Par exemple, il contribue à la destruction de l'asclépiade, principale source de nourriture pour la chenille du papillon monarque dont la population est en chute libre depuis le début des années 2000<sup>86</sup>, joue un rôle dans le déclin des populations d'abeilles domestiques<sup>96</sup>, et affecte les interactions entre les vers de terre et les mycorhizes<sup>87</sup>.

Puisque les eaux de surface et souterraines servent souvent de sources d'eau potable<sup>58-61</sup>, la présence de glyphosate dans celles-ci demeure préoccupante. Or, bien qu'encore une fois, les concentrations rapportées<sup>66-76</sup> soient inférieures aux recommandations en vigueur dans les différents pays<sup>32, 63-65</sup>, les études consultées qui sont antérieures à l'essor des cultures GM peuvent sous-estimer les concentrations actuelles<sup>66</sup>. Par ailleurs, les fortes différences qui existent entre les recommandations pour l'eau potable émises par les différents pays — par exemple, la recommandation en vigueur aux États-Unis (700 µg/l<sup>63</sup>) est 7 000 fois plus permissive que celle qui est appliquée en Union européenne (0,1 µg/l<sup>65</sup>); sa valeur est par ailleurs très près de la RCQE en matière de protection de la vie aquatique, établie à 800 µg/l<sup>55</sup> — engendrent des incertitudes sur ce que serait un taux de contamination acceptable. En outre, des données montrent que la contribution du glyphosate au risque pour la santé est en hausse depuis les dernières années au Québec<sup>21, 55-57, 155-160</sup>.

Les préoccupations quant à la présence de glyphosate dans l'eau potable, à laquelle s'ajoute les résidus présents dans les aliments<sup>131</sup>, sont exacerbées par le fait que de nombreuses études lui prêtent de potentiels effets toxiques<sup>83, 94-104</sup>. Cependant, la reconnaissance de ces effets est vivement contestée, notamment en raison de facteurs méthodologiques — distinction entre les

concepts de danger et de risque<sup>128</sup>; prise en compte ou non des additifs présents dans les préparations commerciales de glyphosate<sup>133</sup>; et vétusté d'un important pan de la littérature scientifique prise en compte lors des évaluations toxicologiques<sup>133, 134</sup> —, mais également par la présence de conflits d'intérêts<sup>141, 143</sup> et l'utilisation de stratégies contraires à l'éthique<sup>144-149</sup> de la part de l'industrie des pesticides.

Les conséquences de ces débats, ayant atteint la sphère des médias populaires, ont des répercussions négatives sur le travail des comités scientifiques et des organes de réglementation nationaux et supranationaux chargés d'homologuer et de réglementer l'utilisation du glyphosate. La polémique entourant la question de la cancérogénicité du glyphosate illustre d'ailleurs très bien ce phénomène<sup>141</sup>. À l'instar de plusieurs autorités nationales et supranationales<sup>137-140</sup>, l'ARLA a récemment décidé de maintenir l'homologation du glyphosate. Cette décision suscite des critiques grandissantes de la part d'acteurs de la société civile, qui exhortent l'agence à mener une évaluation plus rigoureuse, transparente et impartiale<sup>134, 162-164</sup>.

L'ARLA n'est pas parvenue à considérer tous les risques posés par le glyphosate. Elle n'a pas tenu compte de l'effet du glyphosate sur l'asclépiade ni du déclin observé au sein de la population de papillons monarques ; de son impact sur les sols et les microbiotes intestinaux de l'humain, de son rôle dans l'émergence de diverses maladies dont le cancer, de sa capacité à se lier au métal ou de sa contribution à l'appauvrissement des sols et à la mobilité du cadmium – un métal lourd cancérigène et neurotoxique – dans les cultures, et enfin le manque de bande riveraine ou zone tampon pour protéger l'environnement. Les modifications des étiquetages exigées par l'ARLA n'ont pas permis d'assurer une protection adéquate de la santé humaine et environnementale.

## Références :

1. Tomlin, C. D. S. 2009. *The pesticide manual: A world compendium* (14<sup>e</sup> édition). Hampshire (Royaume-Uni) : British Crop Protection Council. p. 545-548.
2. Environmental Protection Agency (EPA). 1993. *R.E.D. Facts. Glyphosate*. Washington, D. C. (États-Unis) : EPA. Accessible au [www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/reregistration/fs\\_PC-417300\\_1-Sep-93.pdf](http://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-417300_1-Sep-93.pdf).
3. Anonyme. s. d. *L'histoire du Roundup*. Accessible au [www.roundup.ca/fr/l-histoire-du-roundup](http://www.roundup.ca/fr/l-histoire-du-roundup).
4. Cox., C. 2004. « Herbicide factsheet. Glyphosate ». *Journal of Pesticide Reform*, **24**(4) : 10-15.
5. Benbrook, C. M. 2016. « Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally ». *Environmental Sciences Europe*, **28**(3), doi : 10.1186/s12302-016-0070-0.
6. Nader, S., et coll. 2013. « Desiccation in dry edible beans with various herbicides ». *Canadian Journal of Plant Science*, **93**(5) : 871-877.
7. Jaskulski, D., et Jaskulska, I. 2014. « The effect of pre-harvest glyphosate application on grain quality and volunteer winter wheat ». *Romanian Agricultural Research*, **31** : 283-289.
8. Baylis, A. D. 2000. « Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects ». *Pesticide Management Science*, **56** : 299-308.
9. Williams, G. M., et coll. 2000. « Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans ». *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **31** : 117-165.
10. Benbrook, C. M. 2012. « Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. — the first sixteen years ». *Environmental Sciences Europe*, **24**(24), doi : 10.1186/s12302-016-0070-0.
11. Santé Canada. 2016. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2014*. Ottawa : gouvernement du Canada.
12. Mathieu, S., et Faucher, Y. 2016. *Nouvelle approche pour un meilleur choix d'herbicides*. Accessible au [www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Monteregie-Est/Meilleurchoix\\_herbicides\\_smathieu\\_dec\\_2016.pdf](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Monteregie-Est/Meilleurchoix_herbicides_smathieu_dec_2016.pdf).
13. Le nombre de préparations commerciales contenant du glyphosate qui ont été homologuées au Canada a été obtenu à partir d'un outil de recherche de Santé Canada accessible au [pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php](http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php). Pour obtenir ce nombre, nous avons spécifié les paramètres suivants dans la case intitulée *D'autres critères* : zone de recherche = « Matière active »; Opérateur = « Contenant »; Critères = glyphosate. Cette recherche a été lancée le 19 septembre 2017, et il est possible que le nombre obtenu soit différent si une recherche utilisant les mêmes paramètres est lancée ultérieurement.
14. Afin de connaître le nombre de produits fabriqués par les différentes entreprises agrochimiques, une recherche a été lancée sur l'outil en ligne de Santé Canada dont il est question à la note no 15. Pour obtenir les différents résultats, nous avons spécifié les paramètres suivants dans la case intitulée *D'autres critères* : zone de recherche = « Nom du titulaire »; Opérateur = « Contenant »; Critères = Monsanto, Dow AgroSciences et Syngenta. Cette recherche a été lancée le 19 septembre 2017, et il est possible que les nombres obtenus soient différents si une recherche utilisant les mêmes paramètres est lancée ultérieurement.
15. Santé Canada. s. d. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2009*. Ottawa : gouvernement du Canada.
16. Santé Canada. s. d. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2010*. Ottawa : gouvernement du Canada.
17. Santé Canada. s. d. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2011*. Ottawa : gouvernement du Canada.

18. Santé Canada. s. d. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2012*. Ottawa : gouvernement du Canada.
19. Santé Canada. s. d. *Rapport sur les ventes de produits antiparasitaires en 2013*. Ottawa : gouvernement du Canada.
20. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2017. *Bilan des ventes de pesticides au Québec — 2015. Annexe 1 : Ventes de pesticides de la production agricole végétale selon les groupes chimiques*. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2015/Annexes.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2015/Annexes.pdf).
21. Gorse, I., et Balg, C. 2012. *Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2009*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2009.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2009.pdf).
22. Entretien téléphonique avec David Girardville, agronome au Club agroenvironnemental du Suroît; 26 septembre 2017.
23. Les superficies destinées aux grandes cultures GM au Québec (maïs et soya) ont été obtenues à partir d'un outil de recherche de l'Institut de la statistique du Québec accessible au [www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/grandes-cultures/index.html](http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/grandes-cultures/index.html).
24. Powles, S. B. 2008. « Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt ». *Pest Management Science*, **64**(4) : 360-365.
25. Heap, I. 2014. « Global perspective of herbicide-resistant weeds ». *Pest Management Science*, **70**(9) : 1306-1315.
26. Heap, I. 2015. « Herbicide resistant weeds. A global perspective. Crop pest management short course ». In *2015 crop pest management short course and MCPR trade show proceedings* (Corvallis, Oregon, États-Unis, 9-10 décembre 2015). Accessible au [www.extension.umn.edu/agriculture/ag-professionals/cpm/2015/docs/2015-heap.pdf](http://www.extension.umn.edu/agriculture/ag-professionals/cpm/2015/docs/2015-heap.pdf).
27. Beckie, H. J. 2016. *State of weed resistance in Western Canada and future outlook*. Accessible au [www.saskwheatcommission.com/newspost/state-of-weed-resistance-in-western-canada-and-future-outlook/](http://www.saskwheatcommission.com/newspost/state-of-weed-resistance-in-western-canada-and-future-outlook/).
28. Heap, I. 2017. *International survey of herbicide resistant weeds. Weeds resistant to the herbicide glyphosate*. Accessible à [weedsience.org/summary/ResistByActive.aspx](http://weedsience.org/summary/ResistByActive.aspx).
29. Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP), 3 Octobre 2017. Bulletin d'information générale : Confirmation de la résistance de la moutarde des oiseaux (*Brassica Rapa L.*) au glyphosate [https://www.agrireseau.net/rap/documents/96227/general-bulletin-d\\_information-no-10-3-octobre-2017?s=1329&page=1](https://www.agrireseau.net/rap/documents/96227/general-bulletin-d_information-no-10-3-octobre-2017?s=1329&page=1)
30. Benbrook, C. M. 2004. *Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years*. Leopold Center Pubs and Papers. Ames (Iowa, États-Unis) : Université d'État de l'Iowa. Accessible à [lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1138&context=leopold\\_pubspapers](http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1138&context=leopold_pubspapers).
31. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). 2015. *Glyphosate. Projet de décision de réévaluation. PRVD2015-01*. Ottawa : Santé Canada. Accessible à [publications.gc.ca/collections/collection\\_2015/sc-hc/H113-27-2015-1-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2015/sc-hc/H113-27-2015-1-fra.pdf).
32. Santé Canada. 2017. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Tableau sommaire*. Ottawa : Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada. Accessible au [www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semb/alt\\_formats/pdf/pubs/water-eau/sum\\_guide-res\\_recom/sum\\_guide-res\\_recom-fra.pdf](http://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semb/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-fra.pdf).

33. Vereecken, H. 2005. « Mobility and leaching of glyphosate: a review ». *Pest Management Science*, **61** : 1139-1151.
34. Borggaard, O., K., et Gimsing, A. L. 2008. « Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review ». *Pest Management Science*, **64** : 441-456.
35. Horth, H. 2012. *Survey of glyphosate and AMPA in groundwaters and surface waters in Europe. Final report*. Monsanto Europe. Accessible au [www.glyphosate.eu/system/files/mc-files/jia\\_7.12\\_07\\_horth\\_2012.pdf](http://www.glyphosate.eu/system/files/mc-files/jia_7.12_07_horth_2012.pdf).
36. Battaglin, W. A., et coll. 2014. « Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation ». *Journal of the American Water Resources Association*, **50**(2) : 275-290.
37. Scribner, E. A., et coll. 2007. *Concentrations of glyphosate, its degradation product, aminomethylphosphonic acid, and glufosinate in ground- and surface water, rainfall, and soil samples collected in the United States, 2001-06. Scientific Investigation Report 2007-5122*. Reston (Virginie, États-Unis) : U.S. Geological Survey. Accessible à [pubs.usgs.gov/sir/2007/5122/pdf/SIR2007-5122.pdf](http://pubs.usgs.gov/sir/2007/5122/pdf/SIR2007-5122.pdf).
38. Van Stempvoort, D. R., et coll. 2016. « Glyphosate residues in rural groundwater, Nottawasaga River watershed, Ontario, Canada ». *Pest Management Science*, **72**(10) : 1862-1872.
39. Chang, F.-C., et coll. 2011. « Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, **30**(3) : 548-555.
40. Majewski, M. S., et coll. 2014. « Pesticides in Mississippi air and rain: A comparison between 1995 and 2007 ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, **33**(6) : 1283-1293.
41. Giesy, J. P., et coll. 2000. « Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide ». *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, **167** : 35-120.
42. Anderson, A.-M. 2005. *Overview of pesticide data in Alberta surface waters since 1995*. Edmonton : Alberta Environment, Environmental Monitoring and Evaluation Branch. Accessible à [aep.alberta.ca/water/programs-and-services/surface-water-quality-program/documents/PesticideDataAlbertaSurfaceWater-Nov2005.pdf](http://aep.alberta.ca/water/programs-and-services/surface-water-quality-program/documents/PesticideDataAlbertaSurfaceWater-Nov2005.pdf).
43. Environnement Canada. 2011. *Présence et concentrations des pesticides prioritaires dans certains écosystèmes canadiens*. Ottawa : gouvernement du Canada. Accessible au [www.ec.gc.ca/eaudouce-freshwater/5EEF7087-5907-4E79-8EFE-37E6541E6FCF/PresenceEtConcentrationsDesPesticidesPrioritairesAquatiquesCanadiens%20FINAL-s.pdf](http://www.ec.gc.ca/eaudouce-freshwater/5EEF7087-5907-4E79-8EFE-37E6541E6FCF/PresenceEtConcentrationsDesPesticidesPrioritairesAquatiquesCanadiens%20FINAL-s.pdf).
44. Byer, J. D., et coll. 2008. « Low cost monitoring of glyphosate in surface waters using the ELISA method: an evaluation ». *Environmental Science and Technology*, **42** : 6052-6057.
45. Struger, J., et coll. 2015. « Sources of aminomethylphosphonic acid (AMPA) in urban and rural catchments in Ontario, Canada: Glyphosate or phosphonates in wastewater? ». *Environmental Pollution*, **204** : 289-297.
46. Struger, J., et coll. 2008. « Occurrence of glyphosate in surface waters of Southern Ontario ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **80** : 378-384.
47. Trudeau, V., et coll. 2011. *Pesticides aux embouchures de tributaires du lac Saint-Pierre (2003-2008)*. Ottawa : Environnement Canada, Direction des sciences et de la technologie de l'eau. Accessible à [publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/ec/En84-82-2010-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/En84-82-2010-fra.pdf).
48. Giroux, I. 2015. *Présence de pesticides dans l'eau du Québec. Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya 2011 à 2014*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques; Direction du suivi de l'état de l'environnement. Accessible au

[www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais\\_soya/po\\_rtrait2011-2014/rapport2011-2014.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/po_rtrait2011-2014/rapport2011-2014.pdf).

49. Kolpin, D. W., et coll. 2006. « Urban contribution of glyphosate and its degradate AMPA to streams in the United States ». *Science of the Total Environment*, **354** : 191-197.
50. Ruiz-Toledo, J., et coll. 2014. « Occurrence of glyphosate in water bodies derived from intensive agriculture in a tropical region of Southern Mexico ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **93**(3) : 289-293.
51. Van Stempvoort, D. R., et coll. 2008. « Glyphosate in shallow groundwater ». In *61<sup>st</sup> Canadian Geotechnical Conference and 9<sup>th</sup> Joint CGS/IAH\_CNC Groundwater Conference* (Edmonton, 21-24 septembre 2008), sous la dir. de la Canadian Geotechnical Society, de l'International Association of Hydrogeologists (Canadian National Chapter), p. 1541-1547.
52. Van Stempvoort, D. R., et coll. 2014. « Residues of the herbicide glyphosate in riparian groundwater in urban catchments ». *Chemosphere*, **95** : 455-463.
53. Smith, N. J., et coll. 1996. « Levels of herbicide glyphosate in well water ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **57** : 759-765.
54. Rendón-von Osten, J., et Dzul-Caamal, R. 2017. « Glyphosate residues in groundwater, drinking water and urine of subsistence farmers from intensive agriculture localities: a survey in Hopelchén, Campeche, Mexico ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **14**(6) : 595, doi : 10.3390/ijerph14060595.
55. Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). 2012. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — Glyphosate*. Accessible à [cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/94](http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/94).
56. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2015. *Critères de qualité de l'eau de surface. Glyphosate*. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0263](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0263).
57. Samuel, O., et coll. 2012. *Indicateur de risque des pesticides du Québec (IRPeQ). Santé et environnement* (2<sup>e</sup> édition). Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ); ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP); et Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Accessible au [www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1504\\_IndicRisquesPesticides\\_2eEdition.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1504_IndicRisquesPesticides_2eEdition.pdf).
58. Mullen, K. 2012. *Information on Earth's water*. Westerville (Ohio, États-Unis) : The Groundwater Association. Accessible au [www.ngwa.org/Fundamentals/teachers/Pages/information-on-earth-water.aspx](http://www.ngwa.org/Fundamentals/teachers/Pages/information-on-earth-water.aspx).
59. Santé Canada. 2007. *Parlons d'eau. La qualité de l'eau potable au Canada*. Ottawa : gouvernement du Canada. Accessible au [www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt\\_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/drink-potab-fra.pdf](http://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/drink-potab-fra.pdf).
60. Robert, C., et Bolduc, A. 2012. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2005-2009*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs; Direction des politiques de l'eau. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan\\_2005-2009.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan_2005-2009.pdf).
61. Bolduc, A., et Robert, I. 2016. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2010-2014*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques; Direction de l'eau potable et des eaux souterraines. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf).
62. Organisation mondiale de la santé (OMS). 2011. *Guidelines for drinking-water quality* (4<sup>e</sup> édition). Genève : OMS. Accessible à [apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf).

63. Office of the Federal Register. 2015. *Code of Federal Regulations. Title 40. Protection of environment. Parts 136 to 149*. Washington, D. C. (États-Unis) : U.S. Government Publishing Office. p. 470. Accessible au [www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2015-title40-vol23/pdf/CFR-2015-title40-vol23.pdf](http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2015-title40-vol23/pdf/CFR-2015-title40-vol23.pdf).
64. Gouvernement du Québec. 2017. *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. Québec : Éditeur officiel du Québec. Accessible à [legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/Q-2,%20R.%2040.pdf](http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/Q-2,%20R.%2040.pdf).
65. Conseil de l'Union européenne. 2015. *Directive 98/93 CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. 1998L0083 — FR — 27.10.2015 — 003.001 — 1*. Accessible à <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0083-20151027&from=EN>.
66. Environmental Protection Agency (EPA). 2002. *Occurrence summary and use support document for the six-year review of national primary drinking water regulations. EPA-815-D-02-006*. Washington, D. C. (États-Unis) : EPA. Accessible au [www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/815d02006.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/815d02006.pdf).
67. Robert, C., et Bolduc, A. 2012. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2005-2009*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs; Direction des politiques de l'eau. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan\\_2005-2009.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan_2005-2009.pdf).
68. Bolduc, A., et Robert, I. 2016. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2010-2014*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques; Direction de l'eau potable et des eaux souterraines. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf).
69. Ville de Montréal. s. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2009*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT\\_QUALITE\\_EAU\\_POTABLE\\_2009.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT_QUALITE_EAU_POTABLE_2009.PDF).
70. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2010*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT\\_QUALITE\\_EAU\\_POTABLE\\_2010.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT_QUALITE_EAU_POTABLE_2010.PDF).
71. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2011*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT\\_QUALITE\\_EAU\\_POTABLE\\_2011.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT_QUALITE_EAU_POTABLE_2011.PDF).
72. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2012*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT\\_QUALITE\\_EAU\\_2012.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/RAPPORT_QUALITE_EAU_2012.PDF).
73. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2013*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2013\\_RAPPORT\\_ANNUEL\\_RESEAU%20%2B%20USINES%20ATWATER%20%2B%20C.J.-DESBAILLETS.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2013_RAPPORT_ANNUEL_RESEAU%20%2B%20USINES%20ATWATER%20%2B%20C.J.-DESBAILLETS.PDF).
74. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2014*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2014%20RAPPORT%20A](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2014%20RAPPORT%20A)

[NNUEL%20\\_R%C9SEAU%20-USINES%20ATWATER-C.J.-DESBAILLETS.PDF.](#)

75. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2015*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2015\\_AR\\_Reseaux\\_Montreal\\_Usines\\_Atwater\\_CJDesBaillets.pdf](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2015_AR_Reseaux_Montreal_Usines_Atwater_CJDesBaillets.pdf).
76. Ville de Montréal. S. d. *Qualité de l'eau potable produite par les usines Atwater et Charles-J.-Des-Baillets et distribuée en réseau – 2016*. Montréal : Ville de Montréal, Division de l'expertise technique. Accessible à [ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2016\\_RAPPORT\\_ANNUEL\\_MONTREAL.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/EAU_FR/MEDIA/DOCUMENTS/2016_RAPPORT_ANNUEL_MONTREAL.PDF).
77. Richards, T. A., et coll. 2006. « Evolutionary origins of the eukaryotic shikimate pathway: Gene fusion, horizontal gene transfer, and endosymbiotic replacements ». *Eukaryotic Cell*, **5**(9) : 1517-1531.
78. Travlos, I., et coll. 2017. « Glyphosate efficacy of different salt formulations and adjuvant additives on various weeds ». *Agronomy*, **7**(3), doi : [10.3390/agronomy7030060](https://doi.org/10.3390/agronomy7030060).
79. Hess, F. D., et Foy, C. L. 2000. « Interaction of surfactants with plant cuticles ». *Weed Technology*, **14** : 807-813.
80. Benachour, N., et Séralini, G.-E. 2009. « Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells ». *Chemical Research in Toxicology*, **22** : 97-105.
81. Kim, Y. H., et coll. 2013. « Mixtures of glyphosate and surfactant TN20 accelerate cell death via mitochondrial damage-induced apoptosis and necrosis ». *Toxicology in Vitro*, **27** : 191-197.
82. Mariager, T. P., et coll. 2013. « Severe adverse effects related to dermal exposure to a glyphosate-surfactant herbicide ». *Clinical Toxicology (Philadelphia)*, **51** : 111-113.
83. Bradberry, S. M., et coll. 2004. « Glyphosate poisoning ». *Toxicological Reviews*, **23**(3) : 159-167.
84. Relyea, R. A. 2005. « The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians ». *Ecological Applications*, **15**(4) : 1118-1124.
85. Pérez, G. L., et coll. 2007. « Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: A mesocosm study ». *Ecological Applications*, **17**(8) : 2310-2322.
86. Pleasants, J. M., et Oberhauser, K. S. 2013. « Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population ». *Insect Conservation and Diversity*, **6** : 135-144.
87. Balbuena, M. S., et coll. 2015. « Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation ». *Journal of Experimental Biology*, **218** : 2799-2805.
88. Zaller, J. G., et coll. 2014. « Glyphosate herbicide affects belowground interactions between earthworms and symbiotic mycorrhizal fungi in a model ecosystem ». *Scientific Reports*, **4** : 5634, doi : [10.1038/srep05634](https://doi.org/10.1038/srep05634).
89. Williams, A. L., et coll. 2012 « Developmental and reproductive outcomes in humans and animals after glyphosate exposure: a critical analysis ». *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Reviews*, **15**(1) : 39-96.
90. Faria, M. A. 2015. « Glyphosate, neurological diseases — and the scientific method ». *Surgical Neurology International*, **6** : 132.
91. Greim, H., et coll. 2015. « Evaluation of carcinogenic potential of the herbicide glyphosate, drawing on tumor incidence data from fourteen chronic/carcinogenicity rodent studies ». *Critical Reviews in Toxicology*, **45**(3) : 185-208.
92. Niemann, L., et coll. 2015. « A critical review of glyphosate findings in human urine samples and comparison with the exposure of operators and consumers ». *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, **10**(1): 3-12.

93. Sorahan, T. 2015. « Multiple myeloma and glyphosate use: a re-analysis of US Agricultural Health Study (AHS) data ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **12** : 1548-1559.
94. Gasnier, C., et coll. 2009. « Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines ». *Toxicology*, **262** : 184-191.
95. Swanson, N. L., et coll. 2014. « Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America ». *Journal of Organic Systems*, **9**(2) : 6-37.
96. Richard, S., et coll. 2005. « Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase ». *Environmental Health Perspectives*, **113**(6) : 716-720.
97. De Roos, A., et coll. 2003. « Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men ». *Occupational and Environmental Medicine*, **60** : E11, doi :10.1136/oem.60.9.e11.
98. De Roos, A., et coll. 2005. « Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the Agricultural Health Study ». *Environmental Health Perspectives*, **113**(1) : 49-54.
99. Young, F., et coll. 2015. « Endocrine disruption and cytotoxicity of Glyphosate and Roundup in human Jar cells *in vitro* ». *Integrative Pharmacology, Toxicology and Genotoxicology*, **1**(2) : 71-77.
100. Mañas, F., et coll. 2009. « Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests ». *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **28**(1) : 37-41.
101. Chorfa, A., et coll. 2013. « Specific pesticide-dependent increases in  $\alpha$ -synuclein levels in human neuroblastoma (SH-SY5Y) and melanoma (SK-MEL-2) cell lines ». *Toxicological Sciences*, **133**(2) : 289-297.
102. Perterson Myers, J., et coll. 2016. « Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement ». *Environmental Health*, **15** : 19.
103. Thongprakaisang, S., et coll. 2013. « Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors ». *Food and Chemical Toxicology*, **59** : 129-136.
104. Rull, R. P., et coll. 2004. « Neural tube defects and maternal residential proximity to agricultural pesticide applications ». *Epidemiology*, **15**(4) : S188.
105. Mesnage, R., et coll. 2015. « Transcriptome profile analysis reflects rat liver and kidney damage following chronic ultra-low dose Roundup exposure ». *Environmental Health*, **14** : 70, doi : 10.1186/s12940-015-0056-1.
106. Romano, M. A., et coll. 2012. « Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression ». *Archives of Toxicology*, **86** : 663-673.
107. Clair, É., et coll. 2012. « A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cell *in vitro*, and testosterone decrease at lower levels ». *Toxicology in Vitro*, **26** : 269-279.
108. Guyton, K. Z., et coll. 2015. « Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate ». *The Lancet Oncology*, **16**(5) : 490-491.
109. Cattani, D., et coll. 2014. « Mechanisms underlying the neurotoxicity induced by glyphosate-based herbicide in immature rat hippocampus: involvement of glutamate excitotoxicity ». *Toxicology*, **320** : 34-45.
110. Krüger, M., et coll. 2013. « Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum* ». *Anaerobe*, **20** : 74-77.
111. Pandey, A., et Rudraiah, M. 2015. « Analysis of endocrine disruption effect of Roundup® in adrenal gland of male rats ». *Toxicology Reports*, **2** : 1075-1085.
112. Dellegrave, E., et coll. 2003. « The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup® in Wistar rats ». *Toxicology Letters*, **142** : 45-52.
113. Oliveira, A. G., et coll. 2007. « Effects of the herbicide Roundup on the epididymal region of

- drakes *Anas platyrhynchos* ». *Reproductive Toxicology*, **23** : 182-191.
114. Shehata, A. A., et coll. 2013. « The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota *in vitro* ». *Current Microbiology*, **66**(4) : 350-358.
  115. Paganelli, A., et coll. 2010. « Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling ». *Chemical Research in Toxicology*, **23** : 1586-1595.
  116. Sparling, D. W., et coll. 2006. « Toxicity of glyphosate as Glypro® and LI700 to red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) embryos and early hatchlings ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, **25**(10) : 2768-2774.
  117. Siroski, P. A., et coll. 2016. « Immunotoxicity of commercial-mixed glyphosate in broad snouted caiman (*Caiman latirostris*) ». *Chemico-Biological Interactions*, **244** : 64-70.
  118. Howe, C. M., et coll. 2004. « Toxicity of glyphosate-based pesticides to four North American frog species ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, **23**(8) : 1928-1938.
  119. Meza-Joya, F. L., et coll. 2013. « Toxic, cytotoxic, and genotoxic effects of a glyphosate formulation (Roundup®SL-Cosmoflux®411F) in the direct-developing frog *Eleutherodactylus johnstonei* ». *Environmental and Molecular Mutagenesis*, **54**(5) : 362-373.
  120. Clements, C., et coll. 1997. « Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (comet) assay ». *Environmental and Molecular Mutagenesis*, **29** : 277-288.
  121. Jiraungkoorskul, W., et coll. 2002. « Histopathological effects of Roundup, a glyphosate herbicide, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ». *Science Asia*, **28** : 121-127.
  122. Ma, J., et Li, X. 2015. « Alteration in the cytokine levels and histopathological damage in common carp induced by glyphosate ». *Chemosphere*, **128** : 293-298.
  123. Uren Webster, T. M., et coll. 2014. « Effects of glyphosate and its formulation, Roundup, on reproduction in zebrafish (*Danio rerio*) ». *Environmental Science and Technology*, **48** : 1271-1279.
  124. Çavaş, T., et Könen, S. 2007. « Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay ». *Mutagenesis*, **22** : 263-268.
  125. Cavalcante, D. G., et coll. 2008. « Genotoxic effects of Roundup on the fish *Prochilodus lineatus* ». *Mutation Research*, **655**(1-2) : 41-46.
  126. Roy, N. M., et coll. 2016. « Glyphosate induces neurotoxicity in zebrafish ». *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **42** : 45-54.
  127. Yusof, S., et coll. 2014. « Effect of glyphosate-based herbicide on early stages of Java medaka (*Oryzias javanicus*): A potential tropical test fish ». *Marine Pollution Bulletin*, **85**(2) : 494-498.
  128. Santé Canada, et Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST). 2008. *Risque ou danger? Aide-mémoire SIMDUT*. Ottawa : gouvernement du Canada. Accessible au [www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt\\_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/occup-travail/risk-risque/risk-risque-fra.pdf](http://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/occup-travail/risk-risque/risk-risque-fra.pdf).
  129. Environmental Protection Agency (EPA). 2009. Problem formulation for the ecological risk and drinking water exposure assessment in support of the registration review of glyphosate and its salts. Washington, D. C. (États-Unis) : EPA. Accessible au [www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=EPA-HQ-OPP-2009-0361-0007&contentType=pdf](http://www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=EPA-HQ-OPP-2009-0361-0007&contentType=pdf).
  130. Kier, L. D., et Kirkland, D. J. 2013. « Review of genotoxicity studies of glyphosate and glyphosate-based formulations ». *Critical Reviews in Toxicology*, **43**(4) : 283-315.
  131. Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2017. *Sauvegarder par la science : Dépistage du glyphosate en 2015-2016*. Ottawa :

- gouvernement du Canada. Accessible au [www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-food-aliments/STAGING/text-texte/chem\\_testing\\_report\\_2015-2016\\_glyphosate\\_srvt\\_rprt\\_1491855525292\\_fr\\_a.pdf](http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-food-aliments/STAGING/text-texte/chem_testing_report_2015-2016_glyphosate_srvt_rprt_1491855525292_fr_a.pdf).
132. Myers et coll. 2016. Environmental Health. « Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement ». Accessible au <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-016-0117-0>
  133. Vanderberg, L. N., et coll. 2017. « Is it time to reassess current safety standards for glyphosate-based herbicides? ». *Journal of Epidemiology and Community Health*, **71**(6) : 613-618.
  134. Vandelac, L., et Bacon, M.-H. 2017. *Avis d'objection à la décision de réévaluation RVD2017-01 sur le glyphosate*. Montréal : Université du Québec à Montréal.
  135. International Agency for Research on Cancer (IARC). 2016. *IARC monographs 112. Glyphosate*. Accessible à <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-10.pdf>
  136. Food and Agriculture Organization (FAO), et World Health Organization (WHO). 2016. *Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Summary Report*. Genève : United Nations. Accessible au [www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf?ua=1](http://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf?ua=1).
  137. European Food Safety Authority (EFSA). 2015. « Conclusion on pesticide peer review. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate ». *EFSA Journal*, **13**(11) : 4302, doi : 10.2903/j.efsa.2015.4302.
  138. Environmental Protection Agency (EPA). 2016. *Glyphosate issue paper: Evaluation of carcinogenic potential*. Washington, D. C. (États-Unis) : EPA, Office of Pesticide Programs. Accessible au [www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=EPA-HQ-OPP-2016-0385-0094&contentType=pdf](http://www.regulations.gov/contentStreamer?documentId=EPA-HQ-OPP-2016-0385-0094&contentType=pdf).
  139. European Chemical Agency (ECHA). 2017. *Glyphosate not classified as a carcinogen by ECHA*. Communiqué de presse. Accessible à <https://echa.europa.eu/fr/-/glyphosate-not-classified-as-a-carcinogen-by-echa>.
  140. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). 2015. *Glyphosate. Décision de réévaluation. RVD2015-01*. Ottawa : Santé Canada.
  141. The Lancet Oncology (éditorial). 2016. « When is a carcinogen not a carcinogen? ». *The Lancet Oncology*, **17**(6) : 681.
  142. Tarazona, J. V., et coll. 2017. « Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC ». *Archives of Toxicology*, **91** : 2723-2743.
  143. Christopher J. Portier, qui a siégé au comité du CIRC chargé d'évaluer le glyphosate, collabore avec l'Environmental Defense Fund selon les informations retrouvées sur le site web de l'organisation : [www.edf.org/people/senior-contributing-scientists](http://www.edf.org/people/senior-contributing-scientists). Selon certains, cette situation le placerait en conflit d'intérêts.
  144. Baptisés *Monsanto Papers*, différents documents déposés devant la cour fédérale de San Francisco ont mis en lumière les tentatives douteuses de Monsanto afin de blanchir le glyphosate. Ces documents peuvent être consultés par l'entremise du lien suivant : [baumhedlundlaw.com/pdf/monsanto-documents/](http://baumhedlundlaw.com/pdf/monsanto-documents/).
  145. Hakim, D. 2017. « Monsanto weed killer Roundup faces new doubts on safety in unsealed documents ». *The New York Times*, 14 mars 2017. Accessible au [www.nytimes.com/2017/03/14/business/monsanto-roundup-safety-lawsuit.html?\\_r=2](http://www.nytimes.com/2017/03/14/business/monsanto-roundup-safety-lawsuit.html?_r=2).
  146. Reed, G. 2017. *Monsanto's four tactics for undermining glyphosate science review*. Union of Concerned Scientists. Accessible à [blog.ucsusa.org/genna-reed/monsantos-four-tactics-for-undermining-glyphosate-science-review](http://blog.ucsusa.org/genna-reed/monsantos-four-tactics-for-undermining-glyphosate-science-review).

147. Waldman, P., et coll. 2017. « Monsanto was its own ghoswriter for some safety reviews ». *Bloomberg Businessweek*, 9 août 2017. Accessible au [www.bloomberg.com/news/articles/2017-08-09/monsanto-was-its-own-ghostwriter-for-some-safety-reviews](http://www.bloomberg.com/news/articles/2017-08-09/monsanto-was-its-own-ghostwriter-for-some-safety-reviews).
148. Harmsen, V. 2017. « EU weed-killer evidence "written by Monsanto" ». *EUobserver*, 2 mai 2017. Accessible à [euobserver.com/environment/137741](http://euobserver.com/environment/137741).
149. Foucart, S., et Horel, S. 2017. « "Monsanto papers", désinformation organisée autour du glyphosate ». *Le Monde*, 4 octobre 2017. Accessible au [www.lemonde.fr/planete/article/2017/10/04/monsanto-papers-desinformation-organisee-autour-du-glyphosate\\_5195771\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2017/10/04/monsanto-papers-desinformation-organisee-autour-du-glyphosate_5195771_3244.html).
150. Williams, G. M., et coll. 2016. « A review of the carcinogenic potential of glyphosate by four independent expert panels and comparison to the IARC assessment ». *Critical Reviews in Toxicology*, **46**(suppl. 1) : 3-20.
151. Solomon, K. R. 2016. « Glyphosate in the general population and in applicators: a critical review of studies on exposure ». *Critical Reviews in Toxicology*, **46**(suppl. 1) : 21-27.
152. Acquavella, J., et coll. 2016. « Glyphosate epidemiology expert panel review: a weight of evidence systemic review of the relationship between glyphosate exposure and non-Hodgkin's lymphoma or multiple myeloma ». *Critical Reviews in Toxicology*, **46**(suppl. 1) : 28-43.
153. Williams, G. M., et coll. 2016. « Glyphosate rodent carcinogenicity bioassay expert panel review ». *Critical Reviews in Toxicology*, **46**(suppl. 1) : 44-55.
154. Brusick, D., et coll. 2016. « Genotoxicity expert panel review: weight of evidence evaluation of the genotoxicity of glyphosate, glyphosate-based formulations, and aminomethylphosphonic acid ». *Critical Reviews in Toxicology*, **46**(suppl. 1) : 56-74.
155. Gorse, I., et Rivard, L. 2011. Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2008. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2008.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2008.pdf).
156. Gorse, I., et Balg, C. 2013. Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2010. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). Accessible au .
157. Gorse, I., et Balg, C. 2014. *Bilan des ventes de pesticides au Québec — Année 2011*. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement, et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC); Direction des politiques agricoles et des pesticides. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2011.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2011.pdf).
158. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). s. d. *Bilan des ventes de pesticides au Québec — 2012. Indicateurs de risque du secteur agricole*. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2012/indicateurs-risque-agricole.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2012/indicateurs-risque-agricole.pdf).
159. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). *Bilan des ventes de pesticides au Québec — 2014. Indicateurs de risque du secteur agricole*. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2014/indicateurs-risque-agricole.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2014/indicateurs-risque-agricole.pdf).
160. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). *Bilan des ventes de pesticides au Québec — 2015. Indicateurs de risque du secteur agricole*. Accessible au [www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2015/indicateurs-risque-agricole.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/2015/indicateurs-risque-agricole.pdf).
161. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). 2010. *Plan de travail du*

*programme de réévaluation pour le glyphosate.*  
*Note de réévaluation. REV2010-02.* Ottawa :  
Santé Canada. Accessible à  
[publications.gc.ca/collections/collection\\_2010/arla-  
-pmra/H113-5-2010-2-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/arla-pmra/H113-5-2010-2-fra.pdf).

162. Équiterre, et coll. 2017. *Final notice of objection to re-evaluation decision RVD2017-01, glyphosate, April 28 2017.* Accessible à  
[equiterre.org/sites/fichiers/notice\\_of\\_objection\\_-\\_  
\\_glyphosate\\_-\\_final\\_submitted\\_july\\_24\\_2017.pdf](http://equiterre.org/sites/fichiers/notice_of_objection_-_glyphosate_-_final_submitted_july_24_2017.pdf).
163. RightOnCanada. 2017. *Re-registration of glyphosate by the Pesticide Management Regulatory Agency (PMRA).* Accessible à  
[equiterre.org/sites/fichiers/k.\\_ruff\\_glyosphate-  
letter-to-philpott-june-2017-2.pdf](http://equiterre.org/sites/fichiers/k._ruff_glyosphate-letter-to-philpott-june-2017-2.pdf).
164. Safe Food Matters. 2017. *Notice of objection.*  
Accessible à  
[equiterre.org/sites/fichiers/avis\\_food\\_matters.pdf](http://equiterre.org/sites/fichiers/avis_food_matters.pdf).
165. U.S. Right To Know, *The Monsanto Papers: Roundup (Glyphosate) Cancer Case Key Documents and Analysis*, 23 Août 2018.  
Accessible à  
[https://usrtk.org/pesticides/mdl-monsanto-  
glyphosate-cancer-case-key-documents-analysis/](https://usrtk.org/pesticides/mdl-monsanto-glyphosate-cancer-case-key-documents-analysis/)
166. Radio-Canada, *Une victoire juridique contre Monsanto qui ouvre la porte à d'autres*, Jacaudrey Charbonneau, 11 Août 2018. Accessible à  
[https://ici.radio-  
canada.ca/nouvelle/1117600/monsanto-proces-  
victoire-dewayne-johnson-cancer-roundup](https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1117600/monsanto-proces-victoire-dewayne-johnson-cancer-roundup)
167. Journal of Public Health Policy, *Roundup litigation discovery documents: implications for public health and journal ethics*, Sheldon Krinsky, Carey Guilam, Août 2018. Accessible à  
[https://link.springer.com/article/10.1057/s4127  
1-018-0134-z](https://link.springer.com/article/10.1057/s41271-018-0134-z)
168. Reuters, *California to list herbicide as cancer-causing ; Monsanto vows fight*, Karl Plume, Juin 2017. Accessible à  
[https://www.reuters.com/article/us-usa-  
glyphosate-california-idUSKBN19H2K](https://www.reuters.com/article/us-usa-glyphosate-california-idUSKBN19H2K)