



## Fiche n° 5

# Glyphosate : Impacts sur l'environnement

## Présentation

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

## Utilisations du glyphosate

Le glyphosate est un herbicide systémique à large spectre qui pénètre toute la plante. De même, il tuera toute plante qui n'a pas été modifiée génétiquement pour le tolérer. Le nom chimique du glyphosate est N- (phosphonométhyl) glycine et son principal effet est de bloquer un enzyme dont la plante a besoin pour fabriquer des acides aminés et des protéines<sup>1</sup>. Lorsque l'enzyme est bloqué, la plante meurt en quelques jours. Le glyphosate n'est jamais utilisé seul comme herbicide. Il est toujours mélangé avec d'autres ingrédients chimiques. On ajoute par exemple une classe de produits chimiques, appelés « agents tensioactifs », pour accroître la pénétration du glyphosate dans les cellules de la plante.

On ne peut utiliser sur des cultures, des herbicides à base de glyphosate pour contrôler les adventices, à moins que les plantes cultivées n'aient été modifiées génétiquement pour devenir tolérantes au glyphosate. Sinon, l'herbicide tuerait les adventices et les plantes cultivées. Le glyphosate n'en demeure pas moins fortement employé dans la culture de plantes non-GM et est autorisé en Europe pour des usages multiples et variés. On l'emploie sur les céréales, le colza, le maïs et le tournesol<sup>2</sup>, mais aussi pour contrôler les adventices dans les vignobles, les oliveraies et les vergers<sup>3</sup>. Le glyphosate est aussi autorisé sur les pâturages, en sylviculture et dans des écosystèmes sensibles. Les voies ferrées peuvent être désherbées avec du glyphosate et dans certains pays, il est même autorisé dans les rivières et les lacs. Si l'on rajoute à tous ces emplois, le fait qu'il est largement utilisé dans les parcs et espaces publics, dans les rues et les jardins, on peut résumer en concluant que le glyphosate peut être utilisé presque partout, que ce soit à la campagne, dans les grandes villes ou les villages.

Aucune plante tolérante à un herbicide (OGM agricole) n'a été jusqu'à présent autorisée à la

commercialisation dans l'Union européenne, mais la Commission examine actuellement les demandes d'autorisation pour 14 plantes tolérantes au glyphosate (10 concernent des variétés de maïs GM, les autres le coton, le soja et la betterave sucrière). Monsanto prétend que si ces plantes sont autorisées, cela entraînera une réduction de l'utilisation de pesticides<sup>4</sup>. Mais la réalité sur le terrain, dans les pays où les plantes tolérantes au glyphosate sont cultivées, démontre exactement le contraire. En se basant sur l'expérience des Etats-Unis, il a été calculé que l'introduction dans l'Union européenne de betterave à sucre, de maïs et de soja GM pourrait provoquer une augmentation de 800 % de la quantité de glyphosate utilisée en 2025, avec une consommation globale d'herbicides dépassant de 72 % les niveaux actuels<sup>5</sup>.

### Impacts sur la biodiversité

Les herbicides contenant du glyphosate sont utilisés pour contrôler des plantes considérées comme de mauvaises herbes ou pour éclaircir la végétation. Mais nombreux sont les invertébrés (insectes), animaux, micro-organismes et autres plantes qui peuvent être exposés à ces herbicides :

- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> par exemple lorsque des insectes volent dans la zone d'épandage ;
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> lorsque ces organismes mangent les plantes traitées ou des proies qui ont elles-mêmes mangé les plantes traitées ;
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> lorsque le nuage d'épandage est repoussé par le vent vers le bord du champ ou vers des zones sauvages à proximité des zones traitées ;
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> lorsque le glyphosate épandu dans des zones rurales ou urbaines est lessivé par la pluie et se retrouve dans les nappes d'eaux souterraines, les rivières et les eaux côtières ;
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> lorsque les retombées de glyphosate atteignent le sol, lorsque le glyphosate circule dans la plante et atteint les racines ou bien lorsqu'il est incorporé dans le sol lorsqu'une plante traitée meurt.

Ces organismes « non ciblés » peuvent être soumis aux effets toxiques directs de l'herbicide ou être indirectement affectés par des modifications des écosystèmes ou de leurs sources d'alimentation. Ces effets directs ou indirects peuvent être causés par le glyphosate, par les autres ingrédients que contiennent les herbicides à base de glyphosate ou par l'action combinée de ces différents produits chimiques.

En 2002, lorsque l'UE autorisa le glyphosate, l'évaluation de ses effets sur les organismes et les écosystèmes se cantonna à des études de toxicité en laboratoire qui utilisaient des doses élevées et un nombre limité d'espèces<sup>6</sup>. Cette façon de procéder fut critiquée, car elle accordait peu d'attention aux aspects environnementaux des effets toxiques, notamment aux conséquences pour d'autres espèces<sup>7</sup>. En outre, le choix des espèces utilisées se faisait non pas parce qu'elles étaient particulièrement importantes pour les écosystèmes agricoles, mais parce qu'elles pouvaient être facilement multipliées en laboratoire<sup>8</sup>. En 2012, après de nombreux ateliers et consultations d'experts, l'Autorité européenne de sécurité des aliments préconisait que des modélisations plus exhaustives étaient nécessaires pour mettre en évidence les effets des pesticides sur les espèces et les écosystèmes et que « *pour protéger la biodiversité, il était nécessaire d'évaluer les impacts au moins au niveau des bassins versants et des paysages* »<sup>9</sup>. Ce type d'évaluation n'a pas encore été mené pour le glyphosate.

Si les OGM agricoles tolérants au glyphosate sont introduits dans l'Union européenne, le glyphosate pourra être utilisé durant toute la durée de la saison des cultures. Cela aura pour conséquences une augmentation du nombre des espèces non-ciblées qui seront exposées ainsi qu'une exposition de ces espèces non ciblées pendant plusieurs stades au cours de leur cycle

de vie. Le nombre de stades de leur cycle de vie, exposés au glyphosate, augmentera aussi. D'autres herbicides risquent d'être utilisés pour combattre le développement rapide d'adventices résistantes au glyphosate, ce qui pourrait amener à l'utilisation sur les champs de cocktails de différents pesticides, comme cela est déjà le cas aux Etats-Unis<sup>10</sup>.

### Effets du glyphosate dans le sol

Les herbicides à base de glyphosate peuvent contaminer les sols des zones traitées et environnantes. Une fois dans le sol, les interactions entre le glyphosate et l'écosystème sol sont complexes et varient suivant la nature du sol. Le glyphosate est soluble dans l'eau<sup>11</sup>, mais il peut aussi se lier à des particules du sol sous certaines conditions<sup>12</sup>, en particulier dans des sols argileux. Il peut être rapidement lessivé dans des sols sablonneux, alors qu'il peut persister plus d'un an dans des sols à forte teneur en argile<sup>13</sup>. Même lorsqu'il est lié à des particules du sol, il peut être dissous plus tard dans l'eau du sol, en présence par exemple de phosphates<sup>14</sup>. Le glyphosate a la propriété de former des complexes chimiques avec des ions métalliques<sup>15</sup>, ce qui peut avoir des conséquences sur la disponibilité des éléments nutritifs du sol.

Il peut aussi être utilisé comme source d'énergie et élément nutritif par certains micro-organismes et donc favoriser leur multiplication, alors que simultanément, il peut être toxique pour d'autres espèces<sup>16 17</sup> et réduire ainsi leur population. On a constaté que certaines espèces de champignons qui provoquent des maladies chez les plantes, prolifèrent dans les sols traités au glyphosate<sup>18</sup>. En revanche, des populations de micro-organismes qui éliminent les champignons pathogènes déclinent dans les sols traités par ce même glyphosate<sup>19</sup>. La présence de glyphosate dans le sol peut changer l'équilibre bactériologique et l'équilibre entre champignons, donc altérer les fonctions éco-systémiques du sol et en fin de compte, la santé des plantes. Il a été prouvé que le glyphosate peut modifier l'absorption par les plantes agricoles, des minéraux essentiels<sup>20</sup>.

Bien que le glyphosate soit couramment utilisé en sylviculture, on a procédé à très peu d'études sur les impacts qu'il peut avoir sur les sols forestiers. Il est pourtant démontré qu'il peut persister dans les couches supérieures du sol des forêts jusqu'à 360 jours (à 16-18 % des niveaux d'origine)<sup>21</sup>, ce qui indique clairement la possibilité d'effets à long terme. Il est aussi possible que les traitements au glyphosate sur des écosystèmes naturels puissent reproduire la rupture de la fixation d'azote<sup>22</sup>, comme on a pu l'observer sur les variétés de soja GM tolérantes au glyphosate.

Des chercheurs argentins ont trouvé lors d'études en laboratoire que les herbicides contenant du glyphosate peuvent aussi avoir des effets toxiques sur les vers de terre, causant des lésions cellulaires et de l'ADN, à des niveaux « *proches des concentrations appliquées dans l'environnement* »<sup>23</sup>. Dans des études similaires, il avait été remarqué que les vers de terre évitaient les sols traités au glyphosate<sup>24</sup>, que le taux de croissance de certaines espèces de vers diminuait lors de l'application d'herbicides à base de glyphosate<sup>25 26</sup> et que l'éclosion de cocons était retardée<sup>27</sup>.

### Effets sur la vie sauvage dans les zones agricoles

Le glyphosate a un mode d'action qui fait que toute plante traitée va être soit endommagée, soit tuée. Le glyphosate fait partie des herbicides à haut risque pour les plantes non-cibles<sup>28</sup>. Une utilisation continue d'herbicides à base de glyphosate peut avoir un effet important sur le nombre et la diversité des espèces de plantes qui poussent au bord des champs. Plusieurs études portant sur la dérive des épandages aériens de glyphosate<sup>29 30</sup> ont montré que ce phénomène

affectait la croissance et la composition de la flore sauvage (entre 1 et 25 % comparés aux taux agricoles habituels).

Dans les zones agricoles, les adventices communes peuvent représenter une importante source de nourriture pour certaines espèces d'insectes, d'oiseaux et d'animaux. Elles sont source de nourriture et de nectar pour les insectes dont se nourrissent à leur tour les oiseaux. Elles jouent aussi un rôle vital comme nourriture d'hiver pour de nombreuses espèces d'oiseaux en déclin, comme l'alouette des champs et le bruant proyer<sup>31</sup>. Un grand nombre d'études sur les cultures d'OGM (appelées Evaluation au niveau des exploitations ou FSE en anglais) se déroulèrent au Royaume-Uni entre 1999 et 2003. Elles firent entre autres, le décompte des adventices et de leur production de graines dans des champs de betteraves à sucre non-GM cultivées intensivement, et les comparèrent aux chiffres des cultures de betteraves à sucre GM tolérantes au glyphosate<sup>32</sup>. Les résultats révélèrent une perte importante d'adventices et de leurs graines avec la betterave à sucre GM tolérante au glyphosate par rapport aux adventices des champs de betterave conventionnelle. Le comité consultatif scientifique du gouvernement mentionnait clairement l'importance des résultats et affirmait que « *si la betterave [GM tolérante au glyphosate] devait être cultivée avec les méthodes étudiées par la FSE, cela aurait des conséquences négatives sur les populations d'adventices agricoles, [ce qui] entraînerait probablement des impacts négatifs sur les organismes situés plus haut sur la chaîne trophique (oiseaux des champs), en comparaison avec les méthodes conventionnelles de culture de la betterave* »<sup>33</sup>.

Une étude de suivi avec modélisation concluait que les plantes GM tolérantes au glyphosate pourraient affecter différentes espèces, selon leurs besoins alimentaires et leurs cycles de vie. Les auteurs notaient que, dans les résultats de leur modèle, « *les alouettes des champs réagissaient peu à l'introduction du colza GM tolérant à un herbicide. En revanche, l'introduction de betterave à sucre GM tolérante à un herbicide avait de très graves conséquences, entraînant un déclin rapide des populations et l'extinction des alouettes des champs d'ici 20 ans. Pour le bruant zizi, le tableau était inversé : cette espèce réagissait peu à l'introduction de la betterave à sucre GM, mais était gravement affectée par l'utilisation de colza GM tolérant au glyphosate* »<sup>34</sup>.

De la même manière, on a établi un lien (partiel) entre le déclin des populations de papillons monarques en Amérique du Nord depuis le milieu des années 90 et l'utilisation d'herbicides à base de glyphosate sur le maïs et le soja GM. Mais ce n'est pas dû directement à la toxicité de l'herbicide sur les papillons. En fait, les papillons monarques sont très dépendants d'une espèce végétale, l'herbe aux perruches ou herbe à la ouate (*Asclepias syriaca*) qui est leur principale source de nourriture. Dans ses conseils d'utilisation, Monsanto mentionne expressément le fait que son herbicide à base de glyphosate, le Roundup WeatherMAX « *supprimera et/ou contrôlera... l'herbe aux perruches, le chiendent officinal, etc.* »<sup>35</sup> (souligné par nous). L'herbe aux perruches a presque entièrement disparu dans les champs de plantes tolérantes au glyphosate<sup>36</sup>, et on estime que sur près de 100 millions d'ha de terres agricoles aux Etats-Unis, elle a quasiment été éradiquée à la suite de l'introduction de plantes tolérantes au glyphosate<sup>37</sup>. Bien qu'il ne soit pas directement toxique pour le papillon monarque, le glyphosate interrompt son cycle de vie au stade de chenille<sup>38</sup>.

### Glyphosate et eau

Les pesticides peuvent être lessivés par la pluie et se retrouver dans l'eau des fossés, des rivières et des cours d'eau (eaux de surface). Ils peuvent aussi s'écouler dans les sols et les couches rocheuses pour atteindre des sources d'eau souterraines, comme les aquifères (eaux souterraines). Les eaux souterraines fournissent souvent la principale source d'eau potable, alors

que les eaux de surfaces peuvent aussi alimenter des réservoirs artificiels. Dans le passé, Monsanto a affirmé que le glyphosate n'était pas vraiment un problème dans l'eau, car il « est parfois détecté dans les eaux de surface, mais historiquement, le glyphosate n'a pas été inclus dans les herbicides qui posent des problèmes pour l'approvisionnement en eau »<sup>39</sup>. La raison avancée est que « comme le glyphosate se lie étroitement avec la plupart des sols, sa capacité à circuler au travers des sols pour contaminer les eaux souterraines est faible »<sup>40</sup>.

Pourtant des recherches sur le long terme, menées au Danemark, ont montré que le glyphosate pouvait bien être lessivé à travers certains types de sols par la pluie, vers les systèmes de drainages et ensuite vers les rivières et les cours d'eau. Les taux de glyphosate atteignaient 31µg/litre et 4.7µg/litre dans les eaux de drainage des deux sites les plus vulnérables<sup>41</sup>. Le ruissellement urbain est aussi une des sources de la présence de glyphosate dans les cours d'eau et rivières. C'est la raison pour laquelle, son usage sur les surfaces en dur est interdit au Danemark et dans la moitié des zones urbaines de Suède<sup>42</sup>. Après des orages, les déversements provenant des égouts peuvent aussi provoquer la pollution des cours d'eau et rivières. Le contrôle des égouts de Copenhague et des déversements lors des orages<sup>43</sup> a permis de constater la présence permanente de glyphosate.

Des traces de glyphosate ont été détectées dans les eaux de surfaces, partout dans l'Union européenne. Les Sources européennes d'information environnementale sur le glyphosate (EGEIS) ont résumé les données concernant la surveillance des eaux de surface entre 1993 et 2009, dans 13 pays européens<sup>44</sup>. Cela concernait plus de 50 000 échantillons et on a trouvé du glyphosate dans 29 % d'entre eux. 50% des échantillons contenaient des résidus d'AMPA (produit de la dégradation du glyphosate). Ces résultats concordent avec d'autres études de surveillance dont certaines ont trouvé du glyphosate dans quasiment tous les échantillons testés (voir tableau).

### Résumé des données sur la présence de glyphosate dans les eaux de surface

Pays	Date	Présence de résidus de glyphosate et concentrations enregistrées	Source
Plusieurs	2005 (publication)	0,5-1,0 µg/l	OMS <sup>45</sup>
Etats-Unis	2002	36 % des échantillons, et jusqu'à 8,7 µg/l	Battaglin et al <sup>46</sup>
Canada	2002	22 % des échantillons et jusqu'à 6,07 µg/l	Humphries et al <sup>47</sup>
France	1999-2009	99 % des échantillons et jusqu'à 86 µg/l	Villeneuve et al <sup>48</sup>
Etats-Unis	2004-2008	La plupart des rivières 100 % et jusqu'à 430 µg/l après un orage	Coupe et al <sup>49</sup>
Allemagne	1998	Détecté dans deux rivières de la Ruhr, jusqu'à 0,59 µg/l	Skart et al <sup>50</sup>
Hongrie	2010-2011	Trouvé uniquement en 2010, jusqu'à 0,1 µg/l	Mortl et al <sup>51</sup>
Norvège	1995-1999	Jusqu'à 1 µg/l	Ludvigsen et al <sup>52</sup>

La contamination des eaux de surface par le glyphosate n'est pas sans importance pour la faune sauvage, mais des traces de glyphosate ont aussi été détectées à de faibles taux dans l'eau souterraine qui sert souvent de source d'eau potable. Le groupe EGEIS a fait un résumé de la surveillance des eaux souterraines entre 1993 et 2009, sur plus de 8 900 points de contrôle, et a trouvé qu'une faible proportion était contaminée par du glyphosate (1,3 %) avec 270 échantillons (0,7 %) dépassant le taux maximum pour l'eau potable (0,1 µg/litre)<sup>53</sup>. La surveillance de petits forages dans quatre comtés danois révéla la présence de glyphosate dans 8,8 % des puits analysés, dont 3,4 % dépassant le taux maximum pour l'eau potable. En France, le glyphosate représentait 2,9 % de tous les échantillons dépassant le taux limite pour l'eau potable dans les échantillons d'eau brute destinée à la consommation publique (2000-2002). Les résultats de la surveillance en Catalogne, dans le nord-est de l'Espagne, entre 2007 et 2010, confirmaient la présence de glyphosate dans 41 % des 140 échantillons d'eau souterraine avec un maximum de 2,5 µg/litre et une moyenne de 0,2 µg/litre<sup>54</sup>.

Lorsqu'il est utilisé quelque part, le glyphosate est systématiquement détecté dans les eaux de surface et souterraines. En 2007 - et malgré ses déclarations antérieures comme quoi le glyphosate ne présentait aucun danger pour l'approvisionnement en eau -, Monsanto commandait des recherches auprès du Water Research Center (WRC) du Royaume-Uni sur l'« Elimination du glyphosate par traitement de l'eau »<sup>55</sup>, présentant des options de traitement pour s'assurer que l'eau potable respectait les concentrations maximales de glyphosate autorisées dans l'UE. Le coût de tels traitements de l'eau devra bien sûr être supporté par les compagnies de l'eau.

Si des plantes GM tolérantes au glyphosate sont autorisées dans l'Union européenne, la contamination des eaux de surface et souterraines ne peut qu'être encore plus répandue. Dans certains secteurs des Etats-Unis où des OGM agricoles tolérants au glyphosate sont cultivés, on a mesuré des taux allant jusqu'à 430 µg/litre dans les eaux de rivières ; le glyphosate a aussi été détecté dans l'air et la pluie durant la saison de culture<sup>56</sup>, et même dans l'eau de la fonte des neiges au printemps<sup>57</sup>.

### Impacts sur les amphibiens

Les populations et le nombre d'espèces d'amphibiens déclinent<sup>58</sup>, ce qui provoque, ces dernières années, de plus en plus d'inquiétude. Les amphibiens sont particulièrement vulnérables lorsqu'ils sont exposés à des herbicides, car ils peuvent absorber par l'intermédiaire de leur peau, des produits chimiques transportés dans l'eau, mais aussi les ingérer avec des aliments contaminés<sup>59</sup>. Des recherches ont été menées sur le glyphosate en tant que facteur possible du déclin des amphibiens<sup>60</sup>. Un certain nombre d'études ont ainsi révélé des résultats inquiétants quant aux effets que provoque l'exposition à des herbicides à base de glyphosate, sur la croissance et le développement des amphibiens.

Lors d'expérience en laboratoire, des embryons de grenouilles exposés à des dilutions d'herbicides à base de glyphosate présentaient des malformations faciales et crâniennes, ainsi qu'une diminution de la taille du corps, des têtes plus petites et des yeux défailants<sup>61</sup>. De la même manière, des grenouilles adultes exposées à des herbicides contenant du glyphosate présentaient une longueur tête-tronc réduite<sup>62</sup>. Il a été démontré que l'exposition à des herbicides contenant du glyphosate rallongeait la période larvaire de crapauds nord-américains<sup>63</sup> et modifiait l'activité d'un enzyme clé qui joue un rôle dans le système nerveux des têtards de la grenouille *Rhinella arenarum*<sup>64</sup>. Dans une autre étude, l'exposition provoquait des modifications de la forme des têtards, notamment un épaissement de la queue. Les scientifiques qui menaient l'étude

notaient que ces changements ressemblaient à ceux causés par la présence de prédateurs<sup>65</sup>.

Des expériences conduites en laboratoires et dans l'environnement, mais dans des conditions contrôlées, ont trouvé que le glyphosate provoque aussi une augmentation de la mortalité lors de la croissance des têtards<sup>66</sup>. Un essai sur des têtards nord-américains, mené dans des bassins artificiels, constatait des taux de mortalité allant jusqu'à 96-100 % lorsque le glyphosate était appliqué à la dose recommandée par le fabricant<sup>67</sup>. Dans une autre étude<sup>68</sup> analysant les impacts d'un herbicide contenant du glyphosate sur 13 espèces de grenouilles, crapauds, tritons et salamandres, il ressortait que la toxicité variait entre les groupes, les grenouilles et les crapauds étant plus sensibles que les salamandres. Pour les auteurs, les herbicides à base de glyphosate ont la capacité « *de provoquer une mortalité importante chez les amphibiens aux concentrations que l'on s'attend à trouver dans l'environnement* ».

Le glyphosate fut autorisé pour toute l'Union européenne en 2002, pourtant les conclusions de ces études montrent que son utilisation pourrait avoir de graves conséquences sur des espèces d'amphibiens déjà menacées. Comme le faisait remarquer un des chercheurs, « *notre compréhension des effets possibles des herbicides à base de glyphosate sur les amphibiens nous a amenés à passer d'une position où nous savions peu de choses et supposons qu'il n'y avait pas de risque, à une meilleure compréhension des concentrations et des conditions qui posent de graves risques* »<sup>69</sup>. Malgré tout cela, ni les autorités de contrôle des Etats-Unis<sup>70</sup>, ni celles de l'Union européenne<sup>71</sup> n'exigent de test direct de l'impact des préparations pesticides sur les amphibiens.

### Impacts sur les organismes aquatiques et marins

Des recherches ont aussi été menées sur les impacts que des herbicides à base de glyphosate peuvent avoir sur les organismes vivant des rivières, cours d'eau et eaux côtières. Les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes d'eau douce ou marins, car ils constituent la base des chaînes alimentaires. Lors d'expériences en laboratoire, la croissance et la composition des populations microbiennes originaires d'eaux marines, étaient perturbées à des taux de glyphosate comparables à ceux des ruissellements du sol<sup>72</sup>. Des effets similaires ont été notés sur les populations microbiennes des écosystèmes d'eau douce<sup>73</sup>. Une autre étude mettait en évidence le fait que la photosynthèse de cyanobactéries d'eau douce était inhibée par les herbicides à base de glyphosate<sup>74</sup>, tandis que des petits animaux aquatiques, appelés rotifères, subissaient une baisse de leur espérance de vie et de leur taux de reproduction. Leur développement durait plus longtemps et leurs populations globales baissaient<sup>75</sup>.

Des effets toxiques ont été observés à des échelons plus élevés des chaînes alimentaires. Les moules d'eau douce par exemple, sont extrêmement sensibles au glyphosate pur, aux agents tensio-actifs et au Roundup, herbicide à base de glyphosate<sup>76</sup>. Des carpes d'eau douce présentaient des modifications au niveau des cellules du foie et des mitochondries (situées dans les cellules), après avoir été exposées à du Roundup, à des niveaux de 20 à 40 fois moins élevés que les niveaux attendus de pratiques agricoles normales<sup>77</sup>. Une étude sur l'anguille européenne concluait que « *des concentrations de Roundup notables au regard de l'environnement peuvent poser des risques sanitaires pour les populations de poissons* »<sup>78</sup> et révélait que l'herbicide pouvait endommager l'ADN des poissons exposés.

Les interactions entre les poissons et leurs parasites peuvent être perturbées. Dans une étude, un ver parasite, le nématomorphe, présentait une capacité infectieuse réduite ainsi qu'une mortalité adulte plus élevée après une exposition à de très faibles concentrations de

glyphosate<sup>79</sup>. Une autre étude examinait les relations entre un herbicide à base de glyphosate et un parasite des poissons, le trématode. Les auteurs concluaient que les interactions entre les deux pouvaient signifier qu' « à des concentrations notables pour l'environnement... Le glyphosate pouvait augmenter le risque de maladies chez les poissons »<sup>80</sup>.

Il a aussi été prouvé que le glyphosate affecte l'activité d'un enzyme, l'acétylcholinestérase, qui joue un rôle vital dans l'activité du système nerveux. Si cet enzyme ne fonctionne pas correctement, les impulsions nerveuses ne sont pas arrêtées, ce qui provoque de graves problèmes de santé, voire même la mort<sup>81</sup>. Il a été mis en évidence que le glyphosate supprime l'activité d'un enzyme chez la moule *Perna perna*<sup>82</sup> et certains poissons<sup>83 84 85 86</sup>. Une étude plus complète des conséquences des effets observés lors de ces expériences n'a pas été poursuivie.

### Perturbation endocrinienne

On a procédé à des expériences en laboratoire où il a été constaté que, dans des lignées de cellules humaines et animales, des liens peuvent exister entre le glyphosate - et des formulations du Roundup - et des perturbations endocriniennes<sup>87 88 89 90 91</sup>, les effets apparaissant à des concentrations plus faibles que celles utilisées dans l'agriculture. Une étude argentine montrait que des doses très faibles d'herbicides à base de glyphosate (allant jusqu'à 0,02 % des concentrations utilisées lors des épandages agricoles) provoquaient des modifications du squelette de têtards, ainsi que d'autres effets sur leur développement comme une diminution de la taille du corps, des têtes plus petites et des yeux défailants<sup>92</sup>. Il n'a pas encore été établi si de tels effets pouvaient se produire sur la faune sauvage après épandage de glyphosate dans les champs. Aujourd'hui, le glyphosate n'est pas inscrit sur la liste des produits chimiques qui sont considérés comme des perturbateurs endocriniens confirmés<sup>93 94</sup>.

### Conclusions et demandes

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

### Les Amis de la Terre veulent savoir :

- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi les gens ont-ils du glyphosate dans leurs urines ? D'où provient-il ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi les autorités de contrôles n'ont-elles procédé à aucune recherche de résidus de glyphosate chez les humains ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi les aliments à destination humaine ou animale (comme le soja importé) et l'eau potable sont-ils si rarement analysés pour rechercher le glyphosate ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Quels sont les effets sur notre santé du glyphosate présent dans notre corps? Est-il certain que les résidus de glyphosate sont entièrement éliminés ? Et si ce n'est pas le cas, que se passe-t-il avec les résidus qui restent dans notre corps ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi n'y a-t-il eu aucune étude à long terme sur l'ingestion chronique ou répétée de glyphosate chez les humains ?



- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi les limites maximales de résidus (LMR) pour le glyphosate dans les aliments à destination humaine et animale ont-elles été constamment revues à la hausse ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Qui profite de l'utilisation accrue du glyphosate ?
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Pourquoi les autorités de contrôle sont-elles en train d'examiner des demandes d'autorisation pour des OGM agricoles tolérants au glyphosate en Europe ?

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

- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Que l'Union européenne et les gouvernements nationaux mettent immédiatement en place un programme de surveillance du glyphosate dans l'alimentation (humaine et animale), y compris dans les importations de plantes destinées à l'alimentation des animaux, notamment le soja GM ; que soit mise en place une surveillance des niveaux de glyphosate (et de l'AMPA, produit de dégradation du glyphosate) dans l'environnement, qui inclut les systèmes aquatiques et les sols ; que ces programmes de surveillances soient exhaustifs et les résultats accessibles au public sans délai.
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Que les gouvernements nationaux introduisent un programme de réduction du glyphosate ; qu'ils interdisent immédiatement la dessiccation (traitement des cultures juste avant la récolte) ; que tous les autres usages du glyphosate soient évalués d'ici 2015 ; que les limites maximales de résidus (LMR) soient réévaluées et qu'il ne soit plus procédé à de nouvelles augmentations de celles-ci.
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Qu'aucune plante modifiée génétiquement pour tolérer les glyphosate ne soit autorisée dans l'Union européenne.
- <sup>35</sup>/<sub>17</sub> Que toutes les entreprises de transformation alimentaire et tous les distributeurs demandent des produits sans glyphosate à leurs fournisseurs, afin de minimiser l'exposition de leurs clients aux résidus de glyphosate ; qu'ils étendent leur programme de surveillance des pesticides et incluent le glyphosate dans les contrôles de routine.

### Références

- <sup>1</sup> Hoagland RE & Duke SE (1982). Biochemical effects of glyphosate. In: *Biochemical Responses Induced by Herbicides*; Moreland DE, St. John JB & Hess FD (Eds.) ACS Symposium Series 181 pp. 175-205. American Chemical Society, Washington DC, USA.
- <sup>2</sup> Monsanto International and Monsanto Europe (2010) *The agronomic benefits of glyphosate in Europe- benefits of glyphosate per market use REVIEW* p 1-82
- <sup>3</sup> Monsanto International and Monsanto Europe (2010) *ibid*
- <sup>4</sup> Monsanto International and Monsanto Europe (2010) *ibid*
- <sup>5</sup> Benbrook CM (2012) *Glyphosate tolerant crops in the EU: a forecast of impacts on herbicide use*. Greenpeace International
- <sup>6</sup> European Commission (2002) *Review report for the active substance glyphosate* Document reference: Glyphosate 6511/VI/99-final
- <sup>7</sup> Galic N, Schmolke A, Forbes V, Baveco H & van den Brink PJ (2012) The role of ecological models in linking ecological risk assessment to ecosystem services in agro-ecosystems. *Science of the Total Environment* Vol 115 pp 93-100
- <sup>8</sup> Galic N, Schmolke A, Forbes V, Baveco H & van den Brink PJ (2012) *ibid*
- <sup>9</sup> Nienstedt KM *et al* (2012) Development of a framework based on an ecosystem services approach for deriving specific protection goals for environmental risk assessment of pesticides *Science of the Total Environment* Vol 415 pp 31-38
- <sup>10</sup> GM Freeze and Pesticides Action Network UK, 2012. GM Herbicide Tolerant Crops –Less Equals More
- <sup>11</sup> University of Hertfordshire, The Pesticide Properties Database.
- <sup>12</sup> Shushkova T, Ermakova I & Leontievsky A. 2009. Glyphosate bioavailability in the soil. *Biodegradation* 21: 403-410
- <sup>13</sup> Bergström L, Börjesson E & Stenström J (2011) Laboratory and Lysimeter Studies of Glyphosate and Aminomethylphosphonic Acid in a Sand and a Clay Soil *Journal of Environmental Quality* Vol 40 pp 98–108
- <sup>14</sup> Simonsen L, Fomsgard IS, Svensmark B & Splid NH. 2008. Fate and availability of glyphosate and AMPA in agricultural soil. *Journal of Environmental Science and Health Part B* 43: 365-375.
- Eker, S., Ozturk, L., Yazici, A., Erenoglu, B., Römheld, V., Cakmak, I., 2006. Foliarapplied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *J. Agric. Food Chem.* 54, 10019–10025.
- <sup>15</sup> Eker, S., Ozturk, L., Yazici, A., Erenoglu, B., Römheld, V., Cakmak, I., 2006. Foliarapplied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *J. Agric. Food Chem.* 54, 10019–10025.
- <sup>16</sup> Haney RL, Senseman SA, Hons FM & Zuberer DA. 2000. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. *Weed Science* 49: 89-93.
- <sup>17</sup> Wardle DA & Parkinson D. 1990. Effects of three herbicides on soil microbial biomass and activity. *Plant Science* 122: 21-28.
- <sup>18</sup> Zobiolo LHS, Kremer RJ, Oliveira RS, Constantin J. 2011b. Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans *Journal of Applied Microbiology*. 110: 118-127.
- <sup>19</sup> Kuklinsky-Sobral J, Araujo WL, Mendes R, Pizzirani-Kleiner AA & Azevedo JL. 2005. Isolation and characterization of endophytic bacteria from soybean (*Glycine max*) grown in soil treated with glyphosate herbicide. *Plant and Soil* 273: 91-99.
- <sup>20</sup> Zobiolo LHS, Kremer RJ, Oliveira RS, Constantin J. 2011a. Glyphosate affects chlorophyll, nodulation and nutrient accumulation of “second generation” glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.) *Pesticide Biochemistry and Physiology* 99: 53-60.
- <sup>21</sup> Feng J.C. and Thompson D.G., 1990. Fate of glyphosate in a Canadian forest watershed. 2. Persistence in foliage and soils. *Journal of Agriculture, Food and Chemistry* 38: 1118-1125.
- <sup>22</sup> Kremer RJ & Means NE. 2009. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *European Journal of Agronomy* 31: 153-161
- <sup>23</sup> Piola L., Fuchs J., Oneto M.L., Basack S., Kesten E., and Casabé N., 2013. Comparative toxicity of two glyphosate-based formulations to *Eisenia andrei* under laboratory conditions. *Chemosphere* S0045-6535: 01537-8. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.12.036.
- <sup>24</sup> Casabé N, Piola L, Fuchs J, Oneto ML, Pamparato L, Basack S, Giménez R, Massaro R, Papa JC & Kesten E. 2007: Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 232-239.
- <sup>25</sup> Springett AJ & Gray RAJ. 1992. Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. *Soil Biology and Biochemistry* 24: 1739-1744.
- <sup>26</sup> Yasmin S. and D’Souza D., 2007. “Effect of pesticides on the reproductive output of *Eisenia fetida*,” *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 79: 529–532
- <sup>27</sup> Casabé N, Piola L, Fuchs J, Oneto ML, Pamparato L, Basack S, Giménez R, Massaro R, Papa JC & Kesten E. 2007: Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils*

and Sediments, 7: 232-239

<sup>28</sup> Iowa University State Extension. 2003. Protecting Iowa's rare and endangered plants. <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1506.pdf>

<sup>29</sup> Perry NH, Chaney A & Wilcox A (1996) The effect of herbicide and fertiliser application on herbaceous field margin communities *Aspects of Applied Biology* Vol 44 pp 339-344

<sup>30</sup> Damgaard C, Strandberg B, Matthiassen SK & Kudsk P (2011) The combined effect of nitrogen and glyphosate on the competitive growth, survival and establishment of *Festuca ovina* and *Agrostis capillaris*. *Agriculture Ecosystems and Environment* Vol 142 pp 374–381

<sup>31</sup> Voříšek P., Jiguet F., Van Strien A., Škorpilová J., Klvaňová and Gregory R.D., 2010. European trends in farmland birds. *BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III*. <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb3/vorisek-et-al.pdf>

<sup>32</sup> Heard MS, Hawes C, Champion GT, Clark SJ, Firbank LG, Haughton AJ, Parish AM, Perry JN, Rothery P, Scott RJ, Skellern MP, Squire GR & Hill MO. 2003a. Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crop – I. Effects on abundance and diversity. *Philosophical Transactions of The Royal Society London B* 358: 1819-1832.

<sup>33</sup> ACRE. 2004. *Advice on the implications of the farm-scale evaluations of genetically modified herbicide tolerant crops*. [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20080727101330/http://www.defra.gov.uk/environment/acre/advice/pdf/acre\\_advice44.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20080727101330/http://www.defra.gov.uk/environment/acre/advice/pdf/acre_advice44.pdf)

<sup>34</sup> ACRE. 2004. *Advice on the implications of the farm-scale evaluations of genetically modified herbicide tolerant crops*. [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20080727101330/http://www.defra.gov.uk/environment/acre/advice/pdf/acre\\_advice44.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20080727101330/http://www.defra.gov.uk/environment/acre/advice/pdf/acre_advice44.pdf)

<sup>35</sup> Monsanto, 2011. Genuity® Roundup Ready 2 Yield® and Roundup Ready® Soybeans 2011 Technology Use Guide <http://www.monsanto.com/SiteCollectionDocuments/weed-management-documents/GENRR2Y-RR-soybeans.pdf>

<sup>36</sup> Hartzler, R.G. (2010) Reduction in common milkweed (*Asclepias syriaca*) occurrence in Iowa cropland from 1999 to 2009. *Crop Protection*, 29, 1542–1544.

<sup>37</sup> Monarch Watch, 2008, Roundup Ready Crops and Resistant Weeds. Blog Thursday, January 17th, 2008 <http://monarchwatch.org/blog/2008/01/roundup-ready-crops-and-resistant-weeds/>

<sup>38</sup> Pleasants J.N. and Oberhauser K.S., 2012. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity* doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x

Brower, L.P., Taylor, O.R., Williams, E.H., Slayback, D.A., Zubieta R.R., and Rez I.M.R., 2011. Decline of monarch butterflies overwintering in Mexico: is the migratory phenomenon at risk? *Insect Conservation and Diversity* doi: 10.1111/j.1752-4598.2011.00142.x

<sup>39</sup> Monsanto, 2003 Backgrounder Glyphosate and water quality.

[http://www.monsanto.com/products/Documents/glyphosate-background-materials/gly\\_water\\_bkg.pdf](http://www.monsanto.com/products/Documents/glyphosate-background-materials/gly_water_bkg.pdf)

<sup>40</sup> Ibid

<sup>41</sup> Rosenbom AE, Brusch W, Juhler RK, Ernsten V, Gudmundsson L, Kjær J, Plauborg F, Grant R, Nyegaard P & Olsen P. 2010. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme Monitoring results May 1999–June 2009. *Geological Survey of Denmark and Greenland*, Ministry of Climate and Energy and Faculty of Agricultural Sciences.

<sup>42</sup> Kristoffersen P, Rask AM, Grundy AC, Franzen I, Kempenaar C, Raisio J, Schroeder H, Spijker J, Verschwele A & Zarina L. 2008. A review of pesticide policies and regulations for urban amenity areas in seven European countries. *Weed Research* 48(3) published on-line. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2008.00619.x/pdf>

<sup>43</sup>

<sup>44</sup> Horth H., 2010. EGEIS, Monitoring results for surface and groundwater.

<http://www.egeis.org/documents/11%20Detection%20in%20SW%20and%20GW%20draft%20v3.pdf>

<sup>45</sup> WHO. 2005. Glyphosate and AMPA in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality

<sup>46</sup> Battaglin WA, Kolpin DW, Scribner EA, Kuivila KM & Sandstrom MW. 2005. Glyphosate, other herbicides, and transformation products in Midwestern Streams, 2002. *Journal of the American Water Resources Association* 41: 323-332.

<sup>47</sup> Humphries D, Brytus G & Anderson AM. 2005. *Glyphosate residues in Alberta's atmospheric deposition, soils and surface waters*. Water Research Users Group Alberta Environment.

<sup>48</sup> Villeneuve A., Larroude S & Humbert JF., 2011. Herbicide contamination of freshwater ecosystems: impact on microbial communities. In: *Pesticides – Formulations, Effects, Fate*. Stoytcheva M. (Ed.) pp. 285-312, InTech, <http://www.intechopen.com/articles/show/title/herbicide-contamination-of-freshwater-ecosystems-impact-on-microbial-communities>

<sup>49</sup> Coupe RH, Kalkhoff SK, Capel PD and Gregoire C, 2011. "Fate and transport of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters of agricultural basin". *Pesticide Management Science*, 67, doi: 10.1002/ps.2212

- <sup>50</sup> Skark C., Zullei-Seibert N., Schottler U. & Schlett C. (1998) The occurrence of glyphosate in surface water. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 70 : 93-104
- <sup>51</sup> Mörtl M., Németh G., Juracek J., Darvas B., Kamp L, Rubio F. and Székács A., 2013. Determination of glyphosate residues in Hungarian water samples by immunoassay *Microchemical Journal* 107 :143–151
- <sup>52</sup> Ludvigsen G.H. and Lode O., 2001. Results from the agricultural and environmental monitoring program of pesticides in Norway 1995 – 1999. *Fresenius Environmental Bulletin*, 10, 470-474.
- <sup>53</sup> Horth H., 2010. Op cit
- <sup>54</sup> Sanchis J *et al* ,2012. Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402 :2335-2345
- <sup>55</sup> Water Research Centre, 2007 Removal of glyphosate by water treatment. WRC ref: UC7374 Available at <http://www.roundup.nl/userfiles/WRC-report-UC7374-July-2007-Removal-of-glyphosate-and-AMPA-by-water-treatment.pdf>
- <sup>56</sup> Chang F-C, Simcik MF and Capel P., 2011. Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate Aminomethylphosphonic acid in the atmosphere *Environmental Toxicology and Chemistry* 30 : 548–555
- <sup>57</sup> Battaglin W.A., Rice K.C., Focazio M.J., Salmons S. and Barry R.X., 2009. The occurrence of glyphosate, atrazine, and other pesticides in vernal pools and adjacent streams in Washington, DC, Maryland, Iowa, and Wyoming, 2005–2006. *Environmental Monitoring and Assessment* 155, 281-307.
- <sup>58</sup> Williams N. 2004. Fears grow for amphibians. *Current Biology* 14: 986-987.
- <sup>59</sup> Khan M.Z. and nelson., 2005. [Adverse Effects of some Selected Agrochemicals and Pharmaceuticals in Aquatic Environment with reference to Amphibians and Fish](http://www.jbaas.com/HTML/Previous%20Issues/Volume%20No.%201%20No.%201/Heading/H-5.html) journal of Basic and Applied Sciences 1: at <http://www.jbaas.com/HTML/Previous%20Issues/Volume%20No.%201%20No.%201/Heading/H-5.html>
- <sup>60</sup> Relyea RA. 2005c. The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications* 15: 1118–1124.
- <sup>61</sup> Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL & Carrasco AE. (2010) Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chemical Research in Toxicology* Vol 23 pp 1586-95
- <sup>62</sup> Paetoe L.J., Daniel M.J., Cue R.I., Pauli B.D., and Marcogliese D.J. (2012) Effects of herbicides and the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* on the health of post-metamorphic northern leopard frogs (*Lithobates pipiens*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* Vol 80 pp 372-80.
- <sup>63</sup> Williams BK & Semlitsch RD. (2010). Larval Responses of Three Midwestern Anurans to Chronic, Low-Dose Exposures of Four Herbicides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* Vol 58 pp 819-827.
- <sup>64</sup> Lajmaonovich RC, Attademo AM, Peltzer PM, Junges CM & Cabagna MC. (2011). Toxicity of four herbicide formulations with glyphosate on *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) tadpoles: B-esterases and glutathione S-transferase Inhibitors. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* Vol 60 pp 681-689
- <sup>65</sup> Reylea R.A. (2012) New effects of Roundup on amphibians: Predators reduce herbicide mortality; herbicides induce antipredator morphology. *Ecological Applications* Vol 22 pp 634–647
- <sup>66</sup> Relyea RA. 2005b. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15: 618–627.
- <sup>67</sup> Relyea RA. 2005c. The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications* 15: 1118–1124.
- <sup>68</sup> Reylea R.A and Jones D.K. (2009). The toxicity of Roundup Original MaxH to 13 species of larval amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry* Vol 29 pp 2004-2009.
- <sup>69</sup> Relyea, R. A. (2011). Amphibians are not ready for Roundup®. Pages 267-300 in J. Elliott, C. Bishop, and C. Morrissey, eds. *Wildlife Ecotoxicology—Forensic Approaches*. Springer.
- <sup>70</sup> Reylea R.A. (2011) Op cit.
- <sup>71</sup> European Commission, (2011) COMMISSION REGULATION (EU) No 544/2011 of 10 June 2011 implementing Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council as regards the data requirements for active substances
- <sup>72</sup> Stachowski-Haberkorn S, Becker B, Marie D, Haberkorn H, Coroller L & De la Broise D. (2008) Impact of Roundup on the marine microbial community, as shown by an in situ microcosm experiment. *Aquatic Toxicity* Vol 89 pp 232-241.
- <sup>73</sup> Pérez GL *et al* (2007) Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecological Applications* Vol 17 pp 2310-22
- <sup>74</sup> Vera M.S. *et al* (2012). Direct and indirect effects of the **glyphosate** formulation Glifosato Atanor® on freshwater microbial communities. *Ecotoxicology* Vol 21 pp 1805-16.
- <sup>75</sup> Vera M.S. *et al* (2012). *ibid*
- <sup>76</sup> Bringolf RB, Cope WG, Mosher S, Barnhart MC & Shea D. (2007). Acute and chronic toxicity of glyphosate

compounds to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea* (Unionidae). *Environmental Toxicology and Chemistry* 26: 2094-2100.

<sup>77</sup> Szarek J, Siwicki A, Andrzejewska A, Terech-Majewska E & Banaszkiwicz T. (2000). Effects of the herbicide Roundup on the ultrastructural pattern of hepatocytes in carp (*Cyprinus carpio*). *Marine Environmental Research* 50: 263-266.

<sup>78</sup> Guilherme S, Gaivao I, Santos MA & Pacheco M. 2009. Tissue specific DNA damage in the European eel (*Anguilla anguilla*) following a short-term exposure to a glyphosate-based herbicide. *Toxicological Letters* 189S:S212:Z15.

<sup>79</sup> Achiorino CL, Villalobos C & Ferrari L. (2008). Toxicity of the herbicide glyphosate to *Chordodes nobilii* (Gordiida, Nematomorpha). *Chemosphere* 71: 1816-22.

<sup>80</sup> Kelly DW, Poulin R, Tompkins DM & Townsend CR. (2010). Synergistic effects of glyphosate formulation and parasite infection on fish malformations and survival. *Journal of Applied Ecology* 47: 498–504.

<sup>81</sup> Grue CE, Gibert PL & Seeley ME. 1997. Neurophysiological and behavioral changes in nontarget wildlife exposed to organophosphate and carbamate pesticides: thermoregulation, food consumption and reproduction. *American Zoologist* 37: 369-388.

<sup>82</sup> Sandrini J.Z., Rola R.C., Lopes F.M., Buffon H.F., Freitas H.F. Freita M.M., Martins C.D., and da Rosa C.E. (2013). Effects of glyphosate on cholinesterase activity of the mussel *Perna perna* and the fish *Danio rerio* and *Jenynsia multidentata*: In vitro studies. *Aquatic Toxicology* 130-131: 171-173. doi: 10.1016/j.aquatox.2013.01.006.

<sup>83</sup> Menéndez-Helman R.J., Ferreyroa G.V., dos Santos Alfonso M. and Salibrán A., (2012). Glyphosate as an acetylcholinesterase inhibitor in *Cnesterodon decemmaculatus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88: 6-9.

<sup>84</sup> Cattaneo R., Clasen B., Loro V.L., de Menezes C.C., Pretto A., Baldisserotto B, Santi A., and de Avila L.A., 2011. Toxicological responses of *Cyprinus carpio* exposed to a commercial formulation containing glyphosate. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 87:597-602.

<sup>85</sup> Gluszcak L, Dos Santos Miron D, Crestani M, Da Fonseca MB, De Araújo Pedron F, Duarte MF & Vieira VLP. 2006. Effect of glyphosate herbicide on acetylcholinesterase activity and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 65: 237-241.

<sup>86</sup> Gluszcak L, Dos Santos Miron D, Moraes BS, Simões RR, Schetinger MRC, Morsch VM & Loro VL. 2007. Acute effects of glyphosate herbicide on metabolic and enzymatic parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*) *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 146: 519-524.

<sup>87</sup> Walsh, L.P., McCormick, C., Martin, C., Stocco, D.M., 2000. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ. Health Perspect.* 108, 769–776

<sup>88</sup> Romano, M.A., Romano, R.M., Santos, L.D., Wisniewski, P., Campos, D.A., de Souza, P.B., Viau, P., Bernardi, M.M., Nunes, M.T., de Oliveira, C.A., 2012. Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression. *Arch. Toxicol.* 86 (4), 663–673.

<sup>89</sup> Romano, R.M., Romano, M.A., Bernardi, M.M., Furtado, P.V., Oliveira, C.A., 2010. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. *Archive of Toxicology* 84:309-317

<sup>90</sup> Hokanson R, Fudge R, Chowdhary R & Busbee D. 2007. Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. *Human and Experimental Toxicology* 26: 747-52.

<sup>91</sup> Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M.C., Seralini, G.E., 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262, 184–191

<sup>92</sup> Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL & Carrasco AE. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chemical Research in Toxicology* 23: 1586-95.

<sup>93</sup> PAN Pesticides Database viewed 24/4/2013 [http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC39197](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC39197)

<sup>94</sup> University of Hertfordshire Pesticide properties Database <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>