

POMMES DE TERRE : DES PESTICIDES À TOUT BOUT DE CHAMP

Résultats d'analyses effectuées sur des échantillons de sol et d'eau prélevés dans des champs de pommes de terre, et sur des échantillons de pommes de terre

Greenpeace France – octobre 2015

Résumé

Cette étude porte sur l'analyse d'échantillons de sol et d'eau de surface provenant de champs de pommes de terre français, et d'échantillons de pommes de terre de conservation d'origine France pour détecter la présence de résidus de pesticides et leurs éventuels métabolites.

10 échantillons de sol et d'eau de surface provenant de champs de pommes de terre conventionnels, dont les produits alimentent les rayons de la grande distribution, ont été prélevés en France au cours du mois de juillet 2015. Ces échantillons représentent un 'instantané' des substances présentes dans les milieux agricoles, dans les principales régions de production de pommes de terre, à un moment spécifique de la culture et du cycle de production des pommes de terre, à savoir la maturation, suite à la floraison.

13 échantillons de pommes de terre de conservation (1 kg chacun) ont été achetés dans des magasins des 6 principales enseignes de la grande distribution française : Leclerc, Carrefour, Auchan, Intermarché, Système U et Casino. Il s'agit de 12 échantillons de pommes de terre issues de l'agriculture conventionnelle ainsi que d'1 échantillon de pommes de terre issues de l'agriculture biologique, achetés entre le 24 août et le 10 septembre 2015, tous issus de la production d'origine France.

Tous les échantillons d'eau et de sol prélevés dans les champs de pommes de terre contenaient des niveaux détectables de substances actives de pesticides. Au total, 40 substances actives ont été détectées, dont deux sont probablement des métabolites, et nous avons retrouvé 104 résidus de pesticides, dont 64 % de fongicides, 17 % d'insecticides, 17 % d'herbicides et 1,9 % d'un nématicide. Les échantillons d'eau contenaient un nombre bien plus élevé de pesticides (18 substances actives différentes en moyenne dans chaque échantillon), tandis que les échantillons de sol contenaient en moyenne 2,8 substances actives pesticides.

Dans les échantillons de pommes de terre, les analyses ont révélé la présence de trois substances actives différentes : deux fongicides et un herbicide, utilisé également en tant qu'inhibiteur de la germination. 3 échantillons conventionnels ainsi que l'échantillon biologique ne présentaient aucun niveau détectable de pesticide. Dans les 9 autres échantillons, 11 résidus de pesticides ont été détectés au total.

Les résultats de cette étude montrent que les échantillons d'eau prélevés dans des champs de pommes de terre contiennent une grande variété de pesticides, les fongicides étant le type de substance active le plus fréquemment retrouvé.

Les animaux, notamment **les pollinisateurs, sont ainsi exposés aux pesticides présents dans les eaux de surface sous forme de cocktails pouvant contenir jusqu'à 26 substances différentes.** Bien que la plupart des études portent sur la toxicité de ces substances pour les abeilles domestiques, les insecticides fréquemment retrouvés lors de ces analyses (chlorpyrifos, imidaclopride, thiaméthoxame et clothianidine) sont tous connus pour avoir des effets létaux et sublétaux à différents niveaux d'exposition (Tirado et al, 2012). Il est très difficile d'évaluer les effets synergiques de ces substances, en particulier dans des conditions d'emploi réalistes dans les champs, où les niveaux et les voies d'exposition font l'objet d'une compréhension insuffisante.

Les résultats de cette étude montrent clairement que les espèces qui sont bénéfiques pour les cultures (en participant à la pollinisation ou en favorisant la lutte naturelle contre les parasites) sont exposées à des cocktails de pesticides, ainsi qu'à une grande variété d'autres substances toxiques, par le biais de multiples voies d'exposition et, dans certains cas, à des niveaux supérieurs à ceux signalés lors d'études antérieures. Cette étude présente des exemples de cas où ces niveaux d'exposition sont susceptibles d'avoir plusieurs effets sublétaux sur les principaux pollinisateurs. Les effets des cocktails de pesticides sur les autres insectes auxiliaires sont inconnus et intrinsèquement complexes à évaluer. Nous avons également retrouvé dans des échantillons d'eau de surface des métabolites de pesticides dont les effets toxiques n'ont jamais été évalués.

Il est essentiel d'améliorer notre compréhension de l'importance de la biodiversité fonctionnelle et de la présence d'habitat appropriés pour les pollinisateurs et d'autres organismes participant à la lutte naturelle contre les parasites, si l'on veut garantir la sécurité alimentaire dans un environnement en constante évolution. Cette étude met en évidence la nécessité de changer la façon dont nous gérons les rendements agricoles en adoptant des approches écologiques basées sur les écosystèmes, de façon à intégrer le rôle des pollinisateurs et d'autres espèces bénéfiques pour les cultures.

Les recommandations de Greenpeace

Les résultats de ces analyses effectuées sur des échantillons de sol et d'eau prélevés dans des champs de pommes de terre ainsi que sur des pommes de terre produites de manière conventionnelle et achetées auprès des principales enseignes de la grande distribution française apportent une nouvelle preuve de l'urgence d'en finir avec notre modèle agricole, accro aux produits chimiques. Il est nécessaire d'éliminer, de façon progressive, l'utilisation des pesticides. Pour cela, il faut abandonner notre système agricole industriel au profit de pratiques écologiques. Ce changement nous permettra de résoudre de façon efficace et globale les problèmes économiques et écologiques dont souffre actuellement le secteur de l'agriculture.

Pour aller dans ce sens, les efforts suivants devront être entrepris :

- **Briser le cercle vicieux de l'utilisation des pesticides à grande échelle.** Il est essentiel de favoriser la biodiversité fonctionnelle. Les mesures suivantes sont indispensables pour remplacer l'utilisation des pesticides dans l'agriculture :
 1. améliorer la gestion des sols ;
 2. adopter des méthodes de lutte antiparasitaires naturelles ;
 3. choisir des variétés résistantes adaptées aux conditions locales ;
 4. pour les cultures arables, mettre en place des schémas de rotation des cultures bien conçus ;
 5. diversifier les systèmes agricoles.

- **Garantir la bonne mise en œuvre de la directive européenne sur l'utilisation durable des pesticides, à savoir en France le plan Ecophyto.** Conformément à la réglementation européenne, les États membres doivent adopter des mesures concrètes et des objectifs ambitieux visant à réduire substantiellement l'utilisation de pesticides.
- **Revoir les modalités réglementaires de l'évaluation des risques liés aux pesticides.** Il faut de toute urgence remédier aux imprécisions et incertitudes concernant les impacts sanitaires et environnementaux des pesticides.
 1. Les répercussions que l'exposition aux cocktails de produits chimiques peut entraîner sur la santé humaine et l'environnement doivent être analysées et surveillées. Il est indispensable de prendre en compte les résultats de ces analyses dans les dispositions réglementaires. En l'absence de données, le principe de précaution doit être strictement appliqué dans le cadre de la réglementation des pesticides.
 2. Les analyses doivent porter sur l'ensemble des formulations de pesticides, et non pas uniquement sur les substances actives.
 3. Il faut faciliter l'adaptation rapide des textes réglementaires, de façon par exemple à pouvoir prendre en compte de nouvelles données publiées après autorisation des produits. De plus, toutes les informations utilisées dans le cadre de la procédure d'autorisation doivent être publiées immédiatement et de façon systématique

Greenpeace demande aux États membres de l'Union européenne, et en particulier au gouvernement français, de prendre rapidement les mesures suivantes :

- **Mettre progressivement fin à l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse dans l'agriculture.**
Il faut interdire en priorité les pesticides cancérogènes, mutagènes et neurotoxiques, ainsi que ceux qui perturbent le système endocrinien ou sont toxiques pour la reproduction.
- **Soutenir et développer la recherche et le développement des alternatives non chimiques pour lutter contre les parasites, en particulier les pratiques agricoles écologiques.**
L'agriculture écologique allie compréhension de la nature et innovation scientifique. Elle est déjà pratiquée au quotidien par des milliers d'agriculteurs. Reposant sur les principes d'agro-écologie, ce système agricole et alimentaire protège la biodiversité, garantit des sols en bonne santé et une eau propre, favorise la lutte antiparasitaire sans produits chimiques et renforce la résilience de notre système alimentaire. De plus, l'agriculture écologique sert les intérêts des producteurs et des consommateurs, et non ceux des multinationales qui ont aujourd'hui la mainmise sur notre système de production alimentaire.

1. Matériel et méthodes

Échantillons d'eau et de sol prélevés dans des champs de pommes de terre

10 échantillons de sol et d'eaux de surface provenant de champs de pommes de terre ont été prélevés en France au cours du mois de juillet 2015. Ces échantillons, représentent un 'instantané' des substances présentes dans les milieux agricoles à un moment spécifique de la culture et du cycle de production des pommes de terre, à savoir la maturation, suite à la floraison.

Les échantillons ont été prélevés dans les 3 principales régions productrices de pommes de terre (Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne) toujours par paire : un échantillon d'eau et un échantillon de sol dans chaque champ. Les champs dans lesquels ont été effectués les prélèvements ont été choisis car les pommes de terre qu'ils produisent alimentent les rayons de la grande distribution.

Les 5 échantillons de sol ont été prélevés à l'aide de truelles en acier inoxydable, soigneusement nettoyées entre chaque lieu de prélèvement pour éviter des contaminations croisées. Chaque échantillon était composé de 3 prélèvements de 5 cm de sol, pris sur 3 sites séparés de 5 à 10 mètres, tous situés au moins à 5 mètres du bord de champ. Ces échantillons composites ont ensuite été placés dans des flacons de 500 ml fournis par le laboratoire effectuant les analyses.

Les 5 échantillons d'eau ont été prélevés dans des flaques situées dans des sillons dans les champs, à l'aide de flacons d'1 litre fournis par le laboratoire effectuant les analyses. L'ensemble des échantillons ont été prélevés sur 2 jours, et envoyés immédiatement au laboratoire, qui a procédé aux analyses dans les 2 semaines qui ont suivi la réception.

Tous les échantillons ont été analysés par un laboratoire indépendant en Allemagne, accrédité ISO/CEI 17025:2005, avec des méthodes d'analyses multi-résidus qui couvrent une grande variété de pesticides et leurs métabolites (600 substances dans les sols et 600 substances dans les eaux). La description détaillée des méthodes d'extraction et d'analyse est disponible (en anglais) en Annexe A. Lorsque des métabolites ont été détectés, ils ont été additionnés à la substance appliquée lorsqu'elle était également détectée.

Échantillons de pommes de terre vendues dans la grande distribution

13 échantillons de pommes de terre de conservation (1 kg chacun) ont été achetés dans des magasins des 6 principales enseignes de la grande distribution française : Leclerc, Carrefour, Auchan, Intermarché, Système U et Casino. Il s'agit de 12 échantillons de pommes de terre issues de l'agriculture conventionnelle de marque distributeur, ou à défaut en vrac, à raison de 2 échantillons par enseigne, ainsi que d'1 échantillon de pommes de terre issues de l'agriculture biologique. Les échantillons ont été achetés entre le 24 août et le 10 septembre 2015 et sont tous issus de la production d'origine France.

Toutes les pommes de terre étaient des pommes de terre de conservation cultivées pour la consommation humaine. Au total 8 variétés ont été achetées, les principales étant Annabelle et Chérie.

Aussitôt après leur achat, les échantillons de pommes de terre ont été envoyés au laboratoire en Allemagne, en conservant leur emballage d'origine (girsac, filet, sachet plastique, etc.).

Les analyses ont été effectuées par un laboratoire indépendant en Allemagne, au moyen du protocole analytique modifié QuEChERS (DIN EN 15662). Les pesticides ont été analysés avec les méthodes multi-résidus GC-MS/MS et LC-MS/MS, qui couvrent 500 substances différentes, avec une limite de détection (LD) de 3 µg/kg et une limite de quantification (LQ) de 10 µg/kg pour la plupart des composés. La description détaillée des méthodes d'analyse est disponible en Annexe B.

2. Résultats

A. Analyse des échantillons d'eau et de sol prélevés dans des champs de pommes de terre

Nous avons analysé 5 échantillons de sol et 5 échantillons d'eau prélevés dans des champs de pommes de terre français. Tous les échantillons contenaient des niveaux détectables de substances actives de pesticides. Au total, 40 substances actives ont été détectées, dont deux sont probablement des métabolites (l'ométhoate, qui est un métabolite du diméthoate, et la clothianidine, qui est un métabolite du thiaméthoxame). La clothianidine peut être utilisée en tant qu'insecticide, mais dans ce cas, sa présence à de faibles concentrations est probablement due à la dégradation du thiaméthoxame, qui présentait des concentrations élevées. Nous n'avons pas considéré le déséthylatrazine (métabolite de l'atrazine), l'éthofumesate (somme) et le pyrimicarbe (somme), en tant que substances actives car ils sont des métabolites de substances actives.

Tableau 1: Substances actives de pesticides détectées dans les échantillons d'eau et de sol

Substance active	Type	Seuil de détection dans l'eau (en µg/l)	Seuil de détection dans l'eau (en mg/kg)	Nombre de détections	Détection (en %)	Fourchette de concentration (en µg/l)	Fourchette de concentration (mg/kg)
Atrazine	H	0,05		1	10	0.057	
Déséthylatrazine	H	0,05		1	10	0.05	
Azoxystrobin	F	0,05	0,05	7	70	3,3-11	0,1-0,6
Benfluraline	H	0,1		1	10	0.16	
Bentazone	H	0,05		2	20	0,079-0,15	
Benthiavalicarbe isopropyl	F	0,05		1	10	0.21	
Boscalid	F	0,05		4	40	0,07-0,33	
Chlorantraniliprole	I	0,05		1	10	2,8	
Chloridazone	H	0,05		1	10	0.078	
Chlorpyriphos-éthyl	I	0,05	0,015	1	10		0,56
Clomazone	H	0,05		4	40	0,064-0,81	
Clothianidine	I	0,05		1	10	0.22	
Cyazofamid	F	0,05		4	40	0,055-2,1	
Cyproconazole	F	0,05		4	40	0,06-0,34	
Diméthoate	I	0,05		1	10	0.49	
Diméthoate + Ométhoate	I	0,05		1	10	0.49	
Dimétomorphe	F	0,05	0,05	4	40	11-55	0,39
Epoxiconazole	F	0,05		5	50	0,051-0,14	
Ethofumesate	H	0,05		2	20	0,12	
Ethofumesate (somme)	H	0,05		2	20	0,12	
Flonicamid	I	0,1		4	40	0,27-0,7	

Substance active	Type	Seuil de détection dans l'eau (en µg/l)	Seuil de détection dans l'eau (en mg/kg)	Nombre de détections	Détection (en %)	Fourchette de concentration (en µg/l)	Fourchette de concentration (mg/kg)
Fluopicolide	F	0,05		7	70	0,56-24	0,095
Flusilazole	F	0,05		1	10	0,079	
Fosthiazate	N	0,05		2	20	0,18-0,2	
Imidaclopride	I	0,05		4	40	0,058-0,21	
Mandipropamide	F	0,05	0,05	8	80	0,2-41	0,084-0,085
Métalaxyl	F	0,05		2	20	0,47-0,49	
Métamitrone	H	0,05		1	10	0,051	
Metconazole	F	0,05		1	10	0,06	
Métribuzine	H	0,05		5	50	0,08-1,5	
Oxadixyl	F	0,05		1	10	0,25	
Pencycuron	F	0,05		1	10	0,25	
Pendiméthaline	H	0,1		1	10	0,15	
Pyrimicarbe	I	0,05		1	10	0,06	
Pyrimicarbe (somme)	I	0,05		1	10	0,06	
Propamocarbe	F	0,05		5	50	0,12-1	
Propiconazole	F	0,05		2	20	0,076-0,11	
Pymétozine	I	0,05		3	30	0,057-4	
Pyraclostrobin	F	0,05	0,05	2	20	0,11	0,095
Tébuconazole	F	0,05		3	30	0,19-14	
Tétraconazole	F	0,05		1	10	0,24	
Thiaméthoxame	I	0,05		1	10	30	
Thiaméthoxame+ clothianidine	I+I	0,05		1	10	30,2	
Zoxamide	F	0,05		3	30	0,12-0,75	
F= fongicide							
H= herbicide							
I= insecticide							
N= nématicide							
Interdit en France et UE							

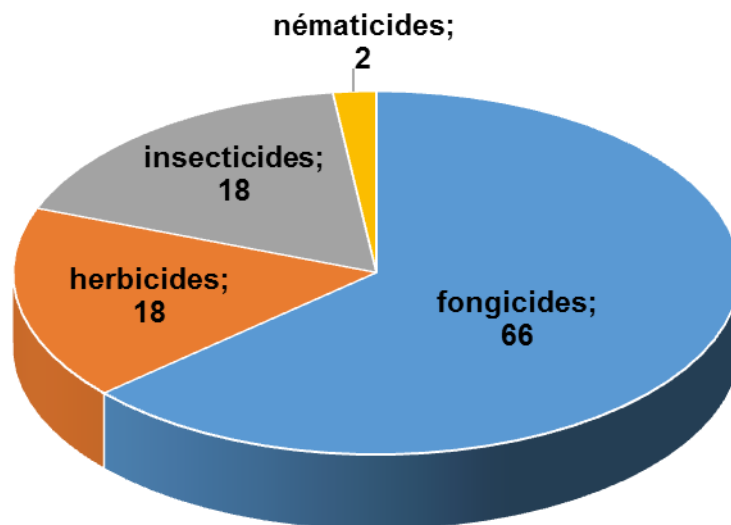
Dans chacun des cinq échantillons d'eau, cinq **fongicides** (l'azoxystrobine, l'époxiconazole, le fluopicolide, le mandipropamide et le propamocarbe) ont été retrouvés. Du mandipropamide a également été retrouvé dans trois échantillons du sol. Cette substance était donc présente dans 8 échantillons sur 10 prélevés. Les fongicides azoxystrobine et fluopicolide ont été détectés dans 7 échantillons sur 10.

Concernant les **herbicides**, de la métribuzine a été retrouvée dans tous les échantillons d'eau, soit dans 5 échantillons sur 10 au total, et du clomazone a été identifié dans 4 échantillons sur 10. D'autres fongicides ont également été retrouvés dans 4 échantillons : le boscalid, le cyazofamid, le cyproconazole et le diméthomorphe

Parmi les **insecticides**, les plus fréquemment détectés étaient l'imidaclopride et le flonicamid, retrouvés dans 4 échantillons d'eau.

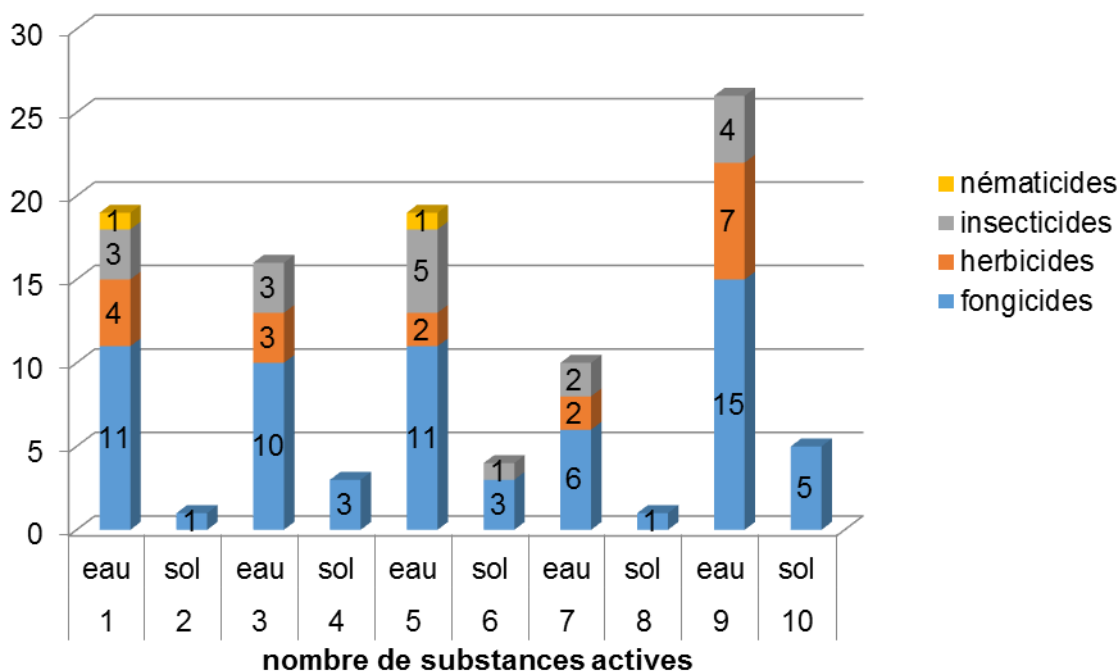
Au total, nous avons **retrouvé 104 résidus de pesticides**, dont 63,5 % de fongicides (n=66), 17,3 % d'insecticides (n=18), 17,3 % d'herbicides (n=18) et 1,9 % d'un nématicide (n=2). Deux échantillons contenaient du fosthiazate, un nématicide de la famille des organophosphorés.

Figure 1 : Types de pesticides détectés dans les échantillons d'eau et de sol prélevés dans les champs de pommes de terre.



Les échantillons d'eau contenaient un nombre bien plus élevé de pesticides (18 substances actives différentes en moyenne dans chaque échantillon) tandis que les échantillons de sol contenaient en moyenne 2,8 substances actives pesticides. Les fongicides étaient les plus fréquemment retrouvés. Les échantillons de sols ne contenaient que des fongicides, à l'exception d'un résidu de l'insecticide chlorpyriphos-éthyl.

Figure 2 : Nombre de substances actives pesticides détectées dans les échantillons d'eau et de sol prélevés dans les champs de pommes de terre



B. Analyses de pommes de terre achetées dans la grande distribution

12 échantillons de pommes de terre issues de l'agriculture conventionnelle ont été achetés, et 1 échantillon de pommes de terre issues de l'agriculture biologique, dans des magasins des 6 principales enseignes de la grande distribution. Les analyses ont révélé la présence de trois substances actives différentes : deux fongicides et un herbicide, utilisé également en tant qu'inhibiteur de la germination.

Trois échantillons conventionnels ainsi que l'échantillon biologique ne présentaient aucun niveau détectable de pesticide. Dans les 9 autres échantillons, 11 résidus de pesticides ont été détectés au total. Deux échantillons contenaient deux résidus, et sept échantillons contenaient un résidu. La concentration de l'ensemble des résidus identifiés était inférieure aux limites maximales pour les résidus (LMR) fixées par le [Règlement européen CE n°369/2005](#).

Du chlorprophame a été détecté dans la moitié des échantillons de pommes de terre conventionnelles (n=6), soit dans 46,2 % de l'ensemble des échantillons. Le chlorprophame est un herbicide, mais il est souvent utilisé comme inhibiteur de la germination ou régulateur de croissance dans la culture des pommes de terre, dans le but de préserver les produits après la récolte. Du fongicide propamocarbe a été détecté à trois reprises (23,1 %), et du fongicide azoxystrobine à deux reprises (15.4 %)

Tableau 2 : Pesticides détectés dans les échantillons de pommes de terre

	Azoxystrobin	Chlorprophame	Propamocarbe
Nombre d'échantillons	Fongicide, en mg/kg	Herbicide, en mg/kg	Fongicide, en mg/kg
1			
2			0,016
3			0,025
4			
5		0,013	
6			
7	0,010	0,055	
8		0,104	
9		0,021	
10			0,024
11	0,012	0,036	
12		0,011	
13 (biologique)			

3. Discussion

Qualité de l'eau

L'Union européenne (UE) fixe les limites de concentration de [33 substances prioritaires et de huit autres polluants](#) ([directive 2008/105/CE](#)) dans les eaux de surfaces. Parmi les différentes substances détectées dans les champs de pommes de terre, seule l'atrazine se trouve dans la [liste](#) de l'UE (norme de qualité environnementale en moyenne annuelle de 0,6 µg/l, et norme de qualité environnementale en concentration maximale admissible de 2 µg/l pour les eaux de surface intérieures et autres eaux de surface, soit des limites supérieures à la concentration de 0,057 µg/l retrouvée dans un échantillon). Plusieurs ONG reprochent à l'UE de ne pas inclure davantage de pesticides dans la liste des substances prioritaires, car ils sont en réalité le principal polluant aquatique.

Le code de la santé publique définit les dispositions réglementaires en matière d'eau potable, en application des directives européennes [98/83/CE](#) et [75/440/CEE](#). Il fixe à 0,10 µg/l la limite de concentration de chaque pesticide, et à 0,50 µg/l pour l'ensemble des pesticides pour l'eau potable. Concernant l'eau brute, il établit également à 2 µg/l la limite de concentration de chaque pesticides, et à 5 µg/l pour l'ensemble des substances détectées. Au-delà de ces limites, l'eau brute ne peut pas être utilisée pour produire de l'eau potable.

Etant donné que les cinq échantillons d'eau contenaient au moins un résidu de pesticide dans une concentration supérieure à 14 µg/l, et une concentration totale en pesticides supérieure à 28 µg/l, aucun des échantillons ne peut être considéré comme potable, ou même utilisé pour produire de l'eau potable. De plus, trois des échantillons contenaient une concentration totale en pesticides de 60 µg/l. Les concentrations les plus élevées retrouvées dans des échantillons concernaient les substances suivantes : le diméthomorphe (55 µg/l), le mandipropamide (41 µg/l) et le thiaméthoxame (30 µg/l). Au total, neuf résidus de substances actives présentaient une concentration supérieure à 10 µg/l.

Qualité des sols

L'Union européenne ne fixe aucune limite de concentration des pesticides dans le sol. Les normes de qualité environnementales doivent être établies au niveau des États membres. Cependant, la France n'a à ce jour adopté aucune réglementation visant à limiter la concentration des pesticides dans le sol.

Substances non autorisées

Quatre substances non autorisées au sein de l'Union européenne ont été détectées dans deux échantillons d'eau, chacun d'entre eux contenant deux substances actives interdites.

L'atrazine a été interdite il y a une dizaine d'années. Ce produit se dégradant lentement, sa présence ou celle de ses métabolites, peut être due à une utilisation antérieure. L'atrazine est un polluant aquatique bien connu, et ses effets délétères en tant que perturbateur endocrinien ont été largement documentés (Patisaul, 2009). Une étude réalisée par l'université de Berkeley a montré qu'en présence d'atrazine, même à de faibles niveaux de concentration proches de ceux mesurés par Greenpeace, la sexualité des grenouilles léopards mâles est gravement affectée : 10 % se sont transformés en femelles et 75 % ont été « chimiquement castrés », avec des taux de testostérone très faibles. Au total, entre 10 % et 92 % des mâles présentaient des anomalies gonadiques, notamment un développement retardé et de l'hermaphrodisme.

De l'ométhoate, une substance hautement toxique dont l'utilisation est interdite dans l'UE, a été détecté lors des analyses. Sa présence peut être due au diméthoate, un insecticide toxique pour les abeilles largement utilisé dans l'UE, dont l'ométhoate est un métabolite.

Du flusilazole a également été retrouvé dans un échantillon, alors que son interdiction a été décidée par l'Union européenne en 2013. Bien que certaines études affirment que la demi-vie de cette substance dans le sol n'est que de quelques jours (entre 5,5 et 13,4 jours dans des cultures de mandarines (Wang, 2013) et entre 12 et 14 jours dans les vignes (Chen, 2004)), le rapport d'évaluation de l'UE (EC, 2007) table sur un temps de dégradation plus long. Par conséquent, la présence de flusilazole peut être due à une utilisation antérieure.

Enfin, le fongicide oxadixyl n'est pas non plus autorisé dans l'UE. Cette substance étant persistante dans le sol (EFSA, 2012), sa présence pourrait être due à une utilisation antérieure. Cependant, au vu de la concentration mesurée par Greenpeace, une utilisation illégale n'est pas à écarter.

Substances actives nocives pour les abeilles

Les néonicotinoïdes comptent parmi les insecticides les plus utilisés ces dernières dizaines d'années. Parallèlement à cette utilisation accrue, leurs effets potentiels sur les pollinisateurs, en particulier sur les abeilles domestiques et les bourdons, ont fait l'objet de préoccupations croissantes. À la suite de l'évaluation menée par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) sur les risques liés à certains usages de trois néonicotinoïdes (la clothianidine, l'imidaclopride et le thiaméthoxame), l'Union européenne a restreint certaines utilisations de ces substances en avril 2013, pour une période de deux ans : traitement des semences, traitement des sols (en granules) et traitement foliaire sur les plantes et céréales attirant les abeilles. Les néonicotinoïdes sont connus pour avoir des effets nocifs pour les abeilles (Tirado et al., 2013) à des doses sublétales. Même à de faibles concentrations, ils peuvent perturber le comportement de butinage, le comportement alimentaire et les processus d'apprentissage des abeilles.

Quatre des cinq échantillons d'eau testés contenaient des néonicotinoïdes. De faibles concentrations d'imidaclopride ont été retrouvées dans les quatre échantillons concernés (entre 0,058 et 0,21 µg/l). Du thiaméthoxame et de la clothianidine, potentiellement en tant que produits de dégradation, ont été détectés dans un échantillon (concentration élevée de thiaméthoxame de 30 µg/l, et concentration de 0,22 µg/l de clothianidine).

L'EFSA (2013b) a mis au point une méthode de calcul pour évaluer les risques potentiels pour les abeilles que présentent les pesticides contenus dans l'eau de guttation. Cette méthode consiste à comparer la DL50 aiguë par voie orale avec l'absorption de pesticides, à partir d'estimations d'absorption d'eau de guttation. L'EFSA (2013b) estime qu'une abeille effectue 46 vols par jour en moyenne pour s'approvisionner en eau. La quantité transportée à chaque vol dans les champs varie entre 30 et 58 µl, soit un total de 1,4 à 2,7 ml d'eau par jour. Bien que la majeure partie de cette eau ne soit pas directement absorbée par l'abeille, si l'on considère que ces vols représentent potentiellement une journée d'exposition à tous les contaminants présents, la concentration de pesticides dans l'eau de guttation peut présenter un risque important pour les abeilles, même si l'eau de guttation ne représente qu'un faible pourcentage de l'eau récoltée.

Ce calcul part de l'hypothèse selon laquelle la DL50 aiguë par voie orale du thiaméthoxame pour les abeilles est de 0,005 µg, selon les méthodes de calcul utilisées par l'EFSA (2013b) dans son étude. Une concentration de thiaméthoxame de 30 µg/l a été retrouvée dans un échantillon, ce qui signifie qu'une abeille devrait consommer

0,167 ml de cette eau pour ingérer la DL50 orale aiguë. Les abeilles transportant entre 1,4 et 2,7 ml d'eau par jour, une eau comportant 30 µg/l de thiaméthoxame est probablement très dangereuse pour les abeilles.

Deux insecticides de la famille des organophosphorés connus pour leur toxicité pour les abeilles ont aussi été détectés. Un échantillon d'eau contenait du diméthoate, une substance toxique pour les abeilles à une concentration de 0,49 µg/l. Un échantillon de sol, le seul contenant un insecticide, était contaminé par 0,56 mg/kg de chlorpyriphos-éthyl.

Substances associées à des impacts sanitaires

Un précédent rapport de Greenpeace intitulé *Santé : les pesticides sèment le trouble*, datant d'avril 2015 (Allsop M. et al, 2015) documente des impacts sanitaires pour certains pesticides retrouvés dans ces échantillons de sols et d'eau. Ces données sur la toxicité des substances sont pour la plupart liées à des expositions professionnelles ou tirées de modélisations animales.

- Azoxystrobine, fongicide retrouvé dans 7 échantillons

Une étude menée en Europe portant sur les résidus retrouvés dans les cheveux des travailleurs agricoles a dénombré pas moins de 33 substances différentes, notamment des herbicides et des fongicides. Les pesticides les plus fréquemment rencontrés étaient le pyriméthanil, le cyprodinil et l'azoxystrobine, ce qui correspondait aux types de cultures pratiquées et aux produits utilisés. (Allsop M. et al., 2015)

Ce fongicide de Syngenta est une source de contamination potentielle des eaux souterraines. Le Pesticide Action Network ([PAN](#)) considère qu'il est très toxique pour les organismes aquatiques et, d'après une autre [étude](#), il présente des risques pour les sources d'eau potable.

- Chlorpyriphos-éthyl, insecticide retrouvé dans 1 échantillon de sol

Les niveaux de pesticides, tels que le chlorpyriphos, détectés dans le sang du cordon ombilical de bébés nés à New York suggèrent qu'une forte exposition aux pesticides *in utero* pourrait nuire à la croissance du fœtus (Whyatt *et al.* 2004). [...] Rauh *et al.* (2011) décrivent l'exposition des femmes enceintes de New York au chlorpyriphos et les effets potentiels sur leurs enfants. Des échantillons de sang prélevés au niveau du cordon ombilical au moment de la naissance ont montré que l'exposition prénatale au chlorpyriphos *in utero* était statistiquement associée à un développement intellectuel moindre à l'âge de 7 ans. [...] Ces enfants ayant été exposés à des niveaux élevés de chlorpyriphos *in utero* présentaient plus de malformations de la structure cérébrale dans les régions du cerveau associées à certains processus cognitifs et comportementaux. Les modifications de la structure étaient visibles sur l'ensemble de la surface du cerveau, avec notamment un élargissement anormal de certaines zones et un rétrécissement d'autres zones. Les liens établis entre exposition prénatale au chlorpyriphos, modification de la structure cérébrale et déficits du développement cognitif suggèrent que ces effets neurotoxiques affectent les sujets à long terme et s'étendent sur toute l'enfance. De plus, ces découvertes concordent avec celles d'expériences réalisées en laboratoire qui suggèrent que des effets néfastes similaires sur les animaux pourraient être irréversibles (Rauh *et al.* 2012). (Allsop M et al., 2015)

- Imidaclopride, insecticide retrouvé dans 4 échantillons d'eau

Des études menées sur des cultures cellulaires et des animaux de laboratoire montrent que les néonicotinoïdes (et plus particulièrement l'imidaclopride) perturberaient le développement cérébral et les neurotransmissions chez l'homme (Kimura-Kuroda *et al.* 2012; Vale *et al.* 2012 (Kimura-Kuroda *et al.* 2012 ; Vale *et al.* 2012). (Allsop M et al., 2015)

- Pyrimicarbe, insecticide retrouvé dans 1 échantillon d'eau

L'agence de protection de l'environnement américaine ([EPA](#)) considère que cet insecticide développé par Syngenta, est probablement cancérigène pour l'être humain. Bretveld *et al.* (2008) ont mené une étude aux Pays-Bas sur des femmes travaillant dans des serres où de grandes quantités de pesticides tels que l'abamectine, l'imidaclopride, le méthiocarbe, la deltaméthrine (des substances actuellement autorisées par l'Union européenne) étaient utilisés régulièrement. Cette étude a montré que le risque de fausse couche était 4 fois plus élevé chez ces femmes. (Allsop M et al., 2015)

- Fosthiazate, insecticide retrouvé dans 2 échantillons d'eau

D'après l'[EPA](#), l'application de fosthiazate en bandes ou à la volée peut présenter des risques élevés pour les oiseaux, les mammifères et les pollinisateurs, dont les abeilles domestiques, ainsi que des risques chroniques pour les mammifères.

- Boscalid, fongicide retrouvé dans 4 échantillons d'eau

Du boscalid a été détecté dans quatre des cinq échantillons d'eau prélevés. L'utilisation de ce fongicide est [très répandue](#). Selon l'[EPA](#), les éléments disponibles indiquent qu'il est cancérigène.

Dans la moitié des échantillons de pommes de terre issues de l'agriculture conventionnelle (6 échantillons sur 12), du chlorprophame a été retrouvé. Cet herbicide a probablement été utilisé en tant qu'inhibiteur de la germination ; il est considéré comme susceptible de causer le cancer ([H351](#))

4. Conclusions

Les résultats de cette étude montrent que les échantillons d'eau prélevés dans des champs de pommes de terre contiennent une grande variété de pesticides, les fongicides étant le type de substances actives le plus fréquemment retrouvé. Au total, 40 substances différentes ont été détectées dans les cinq échantillons d'eau prélevés, avec une moyenne de 18 pesticides différents par échantillon. Les échantillons de sol contenaient moins de pesticides. Deux échantillons ne contenaient qu'une seule substance active, et huit substances actives différentes ont été isolées au total dans les cinq échantillons de sol analysés. Les échantillons de pommes de terre contenaient également moins de pesticides : deux fongicides et un herbicide potentiellement utilisé en tant qu'inhibiteur de la germination.

Dans le cadre de ces analyses, nous avons montré que les animaux, notamment les pollinisateurs, sont exposés aux pesticides présents dans les eaux de surface sous forme de cocktails pouvant contenir jusqu'à 26 substances différentes. Bien que la plupart des études portent sur la toxicité de ces substances pour les abeilles domestiques, les insecticides fréquemment retrouvés lors de ces analyses (chlorpyrifos, imidaclopride, thiaméthoxame et clothianidine) sont tous connus pour avoir des effets létaux et sublétaux à différents niveaux d'exposition (Tirado et al, 2012). Il est très difficile d'évaluer les effets synergiques de ces substances, en particulier dans des conditions d'emploi réalistes dans les champs, où les niveaux et les voies d'exposition font l'objet d'une compréhension insuffisante. Les fongicides étaient le type de pesticides le plus fréquemment retrouvé dans les échantillons, notamment à des concentrations élevées dans plusieurs échantillons d'eau.

Cette étude, fondée sur un échantillonnage de champs français de production conventionnelle de pommes de terre fournissant la grande distribution, et situés dans les principales régions productrices, apporte des éléments supplémentaires prouvant la présence d'une importante variété de pesticides. Dans les échantillons d'eau prélevés dans ces champs de pommes de terre, des pesticides ont été détectés sous la forme de cocktails complexes. Les échantillons de sol et de pommes de terre contenaient également des pesticides. Bien que les effets synergiques de certaines substances détectées soient établis (leurs effets combinés sont plus toxiques pour les pollinisateurs que chaque substance individuellement), il est impossible d'évaluer de façon empirique l'impact sur les abeilles domestiques de l'ensemble de toutes ces substances en raison du nombre exponentiel de combinaisons possibles. Ce constat est particulièrement vrai en ce qui concerne les conditions réelles de terrain : il existe de multiples voies d'exposition pour les insectes (et d'autres animaux) et d'autres facteurs de stress environnementaux dans les champs (Krupke et al., 2012).

En parallèle, un nombre croissant d'éléments plaident en faveur de stratégies alternatives pour la protection des plantes et la gestion des récoltes, reposant sur des pratiques agricoles écologiques. Les baisses de rendements qui résulteraient de la réduction des engrais chimiques et des pesticides sont atténuées par certaines pratiques telles que la diversification et la rotation des cultures, ainsi que par l'augmentation des taux de pollinisation (Ponisio et al., 2014). En outre, de plus en plus d'études soulignent le rôle joué par d'autres insectes auxiliaires (prédateurs à la fois spécialisés et généralistes) insistant sur l'importance de maintenir des rendements agricoles en adoptant une approche écosystémique qui favorise la biodiversité fonctionnelle (Pekár et al. 2015).

Les résultats de cette étude montrent clairement que les espèces qui sont bénéfiques pour les cultures (en participant à la pollinisation ou en favorisant la lutte naturelle contre les parasites) sont exposées à des cocktails de pesticides, ainsi qu'à une grande variété d'autres substances toxiques, par le biais de multiples voies d'exposition et, dans certains cas, à des niveaux supérieurs à ceux signalés lors d'études antérieures. Cette étude présente des exemples de cas où ces niveaux d'exposition sont susceptibles d'avoir plusieurs effets sublétaux sur les principaux pollinisateurs. Les effets des cocktails de pesticides sur les autres insectes auxiliaires sont inconnus et intrinsèquement complexes à évaluer. Nous avons également retrouvé dans des échantillons d'eau de surface des métabolites de pesticides dont les effets toxiques n'ont jamais été évalués.

Il est essentiel d'améliorer notre compréhension de l'importance de la biodiversité fonctionnelle et de la présence d'habitat appropriés pour les pollinisateurs et d'autres organismes participant à la lutte naturelle contre les parasites, si l'on veut garantir la sécurité alimentaire dans un environnement en constante évolution. Cette étude met en évidence la nécessité de changer la façon dont nous gérons les rendements agricoles en adoptant des approches écologiques basées sur les écosystèmes, de façon à intégrer le rôle des pollinisateurs et d'autres espèces bénéfiques pour les cultures.

Références

- Allsop M, Huxdorff C, Johnston P, Santillo D et Thompson K, 2015 : *Santé : les pesticides sèment le trouble*, 2015 ; http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/300718/rapport_sante_et_pesticides.pdf
- Chen Li et. al., Residue Dynamics of Flusilazole in Grape and Soil ; 2008; Agrochemicals; 2008-01; <http://www.fwxc.com/article-186325.html>
- European Commission, Review report for the active substance flusilazole, 2007; <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.ViewReview&id=176>

- European Food Safety Authority, 2012: Modification of the existing MRLs for oxadixyl in parsley, celery and leek, EFSA Journal 2012;10(2):2565; http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2565.pdf
- European Food Safety Authority (2013a). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam. EFSA Journal 2013;11(1):3067. [68 pp.]
- European Food Safety Authority (2013b). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid EFSA Journal 11(1): 3068 55pp. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3068.pdf>
- Hayes T, K Haston, M Tsui, A Hoang, C Haeffele et A Vonk. 2002. Herbicides: Feminization of male frogs in the wild. Nature 419: 895-896. <http://www.nature.com/nature/journal/v419/n6910/full/419895a.html>
- Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G, Given K (2012): Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. PLoS ONE 7(1): e29268. doi:10.1371/journal.pone.0029268
- Patisaul H.: Atrazine acts in the brain to disrupt the hormones that trigger ovulation. Environmental Health News; Aug 20, 2009; <http://www.environmentalhealthnews.org/ehs/news/science/atrazine-acts-in-the-brain-to-disrupt-ovulation>
- Pekár S., Michalko R., Loverre P., Líznavá E, Černecká L. (2015) Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predators. Journal of Applied Ecology 52, 270-279. Online publication date: 1-Feb-2015. Read More: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/07-0012.1>
- Ponisio et al. 'Diversification practices reduce organic to conventional yield gap.' Proceedings of the Royal Society B
- Simon G, Huxdorff C, Santillo D and Johnston P. 2013. Dripping Poison, An analysis of neonicotinoid insecticides in the guttation fluid of growing maize plants; <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Agriculture/Dripping-Poison/>
Résumé en français : http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/266577/R%C3%A9sum%C3%A9_ea_u%20de%20guttation_FR_Final.pdf
- Tirado R., Simon G., Johnston P., 2013 Bees in Decline: A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01/2013: [46pp.] <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2013/04/JN446-Bees-in-Decline.pdf>
Résumé en français : http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/266577/Le%20declin%20des%20abeilles_20130425_BD.pdf
- Wang C et. al.: Dissipation dynamic and residue distribution of flusilazole in mandarin. 2013; Environ Monit Assess. Nov;185(11):9169-76. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23657738>

Annexe A : Analytical Methodologies for water and soil analyses

Pesticides in water/ GC

An internal standard was added to 200 ml of the water sample and filtered through a SPE cartridge, in order to adsorb the pesticides onto the cartridge. Immediately, the cartridge was washed three times with 300 µl acetone. After drying the solution, the residue was absorbed in 300 µl acetone and the internal standard for PBCs was added directly. The quantification resulted from recovery over two limits of quantification (0.1 – 1 µg/l). All solutions were measured by GC-MS and FPD.

Instrument: GC AGILENT 7890

column: 15 m FS-Kapillare HP-5MS /Ø 0.250 mm

Pesticides in water/ LC

2 ml of the water sample was filtered using a membrane filter. An internal standard and 50 µl methanol were added to 850 µl of the filtrate. The quantification resulted from recovery over two limits of quantification (0.1 – 1 µg/l). All solutions were measured by LC-MS/MS (ESI-Modus).

Instrument: AB Sciex 5000 Tandem Mass spectrometer

column: Synergi 4 µm Fusion-RP 80A, 100 x 2.0 mm

Acid pesticides in water/LC

2 ml of the water sample were filtered using a membrane filter. An internal standard and 50 µl methanol were added to 850 µl of the filtrate. The quantification resulted from recovery over two limits of quantification (0.1 – 1 µg/l). All solutions were measured by HPLC-MS/MS (ESI-Modus).

Instrument: AB Sciex 5000 Tandem Mass spectrometer

column: Gemini C6-Pehnyl 3 µm, 50 x 2.0 mm

Pesticides in soil/ GC

10 ml ethylacetate were added to 5 g of a dry, homogenized soil sample. For extraction, the sample was mixed for 30 minutes. After centrifugation for 2 minutes, the internal standard and the PCB standard were added directly to 1 ml of the clear extract.

Instrument: GC AGILENT 7890

column: 15 m FS-Kapillare HP-5MS /Ø 0,250 mm

Pesticides in soil/ LC

20 ml ethylacetate and an internal standard were added to 5 g of a dry, homogenized soil sample. For extraction, the sample was mixed for 60 minutes. 200 µl of the overlap were dried completely and 1 ml of methanol/ water (1:1) were added. The quantification was calculated from the recovery achieved of the internal standard.

Instrument: AB Sciex 5000 Tandem Mass spectrometer

column: Synergi 4 µm Fusion-RP 80A, 100 x 2.0 mm

Acid pesticides in soil/LC

5 g of a dry, homogenized soil sample were mixed with internal standard, 20 ml acetone and 500 µl concentrated hydrochloric acid. After mixing for 60 minutes and centrifugation for 2 minutes, 2 ml of the liquid extract were dried completely by using nitrogen. Afterwards, 500 µl methanol and 500 ml water were added to the residue which was measured by LC-MS/MS.

Instrument: AB Sciex 5000 Tandem Mass spectrometer

column: Gemini C6-Pehnyl 3 µm, 50 x 2.0 mm

Annexe B : Méthode d'analyse des échantillons de pommes de terre

En résumé, 10 ml d'acétonitrile (de qualité CLHP, VWR) ont été ajoutés aux échantillons de 10 g, ainsi qu'une solution standard interne (contenant de l'isoproturon-d6 pour les analyses LC-MS/MS et de l'anthracène-d10 pour les analyses GC-MS/MS). Après l'ajout de 4 g de sulfate de magnésium anhydre, d'1 g de chlorure de sodium, d'1 g de citrate trisodique dihydraté et de 0,5 g de citrate d'hydrogène disodique sesquihydraté, la préparation a été mélangée puis séparée en utilisant une centrifugeuse réfrigérée.

Ensuite, 7 ml du surnageant ont été transférés dans un tube contenant 1 g de sulfate de magnésium anhydre. Le tube a été brièvement secoué à la main puis son contenu centrifugé à nouveau. Une partie aliquote du surnageant a été retirée puis analysée par LC-MS/MS, après addition de 10 µl/ml de solution d'acide formique à 5 % par ml d'extrait en tant qu'agent de conservation des analytes.

300 mg d'un mélange adsorbant à base d'amines primaires et secondaires ont été ajoutés à la solution restante. Le mélange a été secoué puis centrifugé. Deux aliquotes du surnageant ont été transférées dans deux tubes puis analysées par GC-MS/MS, après addition de 10 µl/ml de solution d'acide formique à 5 % par ml d'extrait.