

“L'air est **essentiel à chacun**
et mérite **l'attention de tous.**”

ETUDE

**Campagne de mesure hivernale
des pesticides à Mordelles,
du 14 novembre 2012 au 13
février 2013**



ORGANISME
DE MESURE, D'ÉTUDE
ET D'INFORMATION SUR
LA QUALITÉ DE L'AIR
EN BRETAGNE



Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8^{ème} étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr

Etude réalisée par Air Breizh
avec la participation du Conseil Régional et de Rennes Métropole

Diffusion

Air Breizh, en tant qu'organisme agréé pour la surveillance de la qualité de l'air, a pour obligation de communiquer ses résultats. Toutes ses publications sont accessibles sur www.airbreizh.asso.fr, dans la rubrique téléchargement.

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Ce rapport d'étude est la propriété d'Air Breizh. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans son autorisation écrite. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Contribution

Service Etudes	Service Technique	Validation
Cyprien LECLAIR	Joël GRALL Jean-luc PIET	Magali CORRON

Sommaire

I. Introduction	5
II. Les pesticides	6
III. Présentation de la campagne de mesure	9
IV. Liste des composés recherchés	12
V. Résultats 2012-2013.....	13
Références bibliographiques.....	15

Glossaire

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
AFNOR	Association Française de NORmalisation
CMR	Produits chimiques cancérigènes et/ou mutagènes et/ou toxiques pour la reproduction (CMR) : les produits chimiques ou les préparations peuvent présenter divers effets nocifs pour la santé humaine. Ils font l'objet de classements dans une catégorie dite "CMR", ces classements pouvant provenir de niveaux européens ou d'autres systèmes. Les substances ayant fait l'objet d'un classement européen harmonisé sont inscrites à l'annexe I de la directive 67/548/CEE qui correspond, en droit français, à l'annexe I de l'arrêté du 20 Avril 1994 modifié. Elle comporte, à ce jour, 259 substances classées et étiquetées CMR de catégorie 1 ou 2 (autres que les substances complexes dérivées du pétrole et du charbon)
CORPEP	Cellule d'Orientation Régionale pour la Protection des Eaux contre les Pesticides
DT50	La DT50 est la durée nécessaire à la dégradation de 50% de la quantité initiale de substance active dans le sol, l'eau ou l'air.
Féverole	Variété de fève fourragère
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques
Nématicide	Qui détruit les nématodes, qui peuvent être des parasites des plantes
ng/m ³	Nanogramme (10 ⁻⁹ g) par mètre cube
NH ₃	Ammoniac
NO ₂	Dioxyde d'azote
O ₃	Ozone
PM2.5	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 µm
PM10	Particules de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm
SAU	Surface Agricole utile
SFP	Surface Fourragère Principale comprenant les cultures fourragères et les surfaces toujours en herbe
SO ₂	Dioxyde de soufre
UIPP	Union des Industries de la Protection des Plantes
µm	micromètre

I. Introduction

La Bretagne a développé une agriculture intensive depuis les années soixante, se plaçant ainsi première région agricole française. Elle est, de ce fait, particulièrement touchée par la pollution d'origine agricole, notamment par les produits phytosanitaires qui sont régulièrement détectés dans l'air et dans les eaux bretonnes. Face à cette problématique, l'une des orientations prioritaires du Plan Régional pour la Qualité de l'Air est de mieux connaître l'exposition de la population aux polluants agricoles. Pour y répondre, Air Breizh mène des campagnes de mesures chaque année sur la région.

Après une première campagne d'apprentissage de la mesure, menée en 2002 sur une station expérimentale de la Chambre Régionale d'Agriculture, Air Breizh a réalisé, jusqu'en 2005, des campagnes de mesures des pesticides en zone urbaine (Rennes) et en zones agricoles (au Rheu, à Vezin-Le-Coquet et à Pontivy). De 2005 à 2010, des mesures ont été reconduites, en partenariat avec Rennes Métropole et le Conseil Régional, chaque année sur le même site de mesures situé à Mordelles (en zone périurbaine) afin d'étudier l'évolution pluriannuelle des pesticides dans l'air. Ces campagnes sont généralement menées au printemps et en été, saisons les plus "chargées" en terme de présence de pesticides dans l'air ambiant. Une vingtaine de composés ont été détectés en moyenne à chaque campagne de mesure, à des fréquences et des concentrations variables selon les composés. Certaines substances, bien qu'interdites depuis plusieurs années, peuvent également être retrouvées. En 2011, la réalisation de travaux sur le site habituellement utilisé à Mordelles n'a pas permis de réaliser des mesures de produits phytosanitaires.

L'objectif de cette nouvelle étude est de caractériser les niveaux en pesticides lors des deux saisons n'ayant pas encore fait l'objet d'investigation : l'automne et l'hiver. Bien que ces saisons ne soient à priori pas les plus propices à l'usage de pesticides, certaines activités spécifiques (stockage et conservation de fruits, culture hivernale, ...) peuvent engendrer leur utilisation et donc des émissions. D'autres facteurs, tels que le phénomène de volatilisation (émission de pesticides à partir des sols) ou la durée de vie dans l'atmosphère, peuvent également être à l'origine de la présence de certains pesticides dans l'atmosphère lors de ces périodes.

Ce rapport présente les résultats de la campagne 2012/2013 qui s'est déroulée du 14 novembre 2012 au 13 février 2013.

II. Les pesticides

III.1. Définition

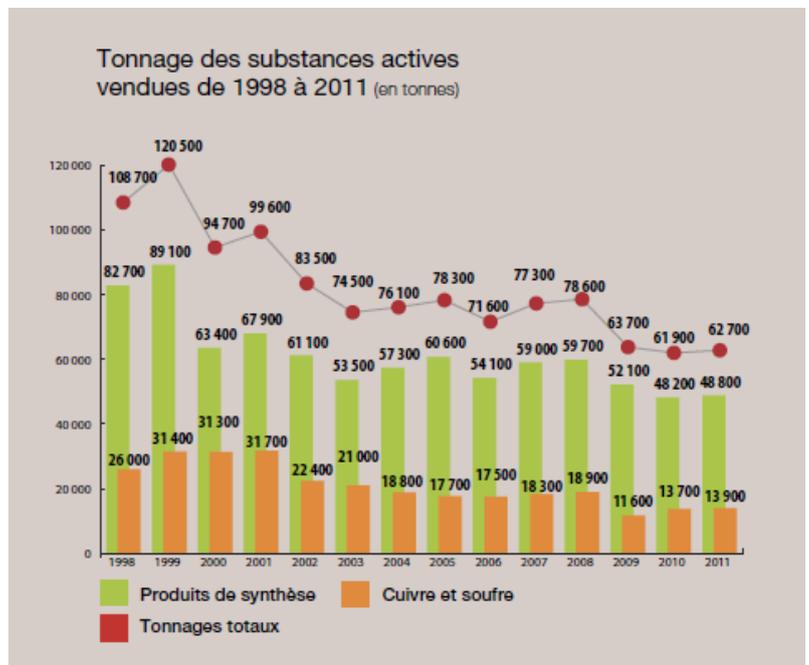
Le terme **pesticide** désigne généralement les substances actives ou les préparations contenant une ou plusieurs substances actives, utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes vivants jugés indésirables ou nuisibles pour les plantes et les animaux, par l'homme. Il s'agit, par définition, de produits toxiques d'origine chimique ou biologique [1].

D'un point de vue réglementaire, on distingue les pesticides utilisés principalement pour la protection des végétaux que l'on appelle **produits phytopharmaceutiques** ou **produits phytosanitaires** (Directive 91/414/CE [2]), des autres composés que l'on appelle **biocides** (définis notamment dans la directive 98/8/CE [3]), destinés à combattre les organismes nuisibles, par une action chimique ou biologique (désinfectants, insecticides dans les bâtiments d'élevage, produits répulsifs, produits de traitement du bois...).

III.2. Consommation

La France est le premier consommateur de pesticides en Europe, et l'un des premiers consommateurs au monde, après le Brésil, les Etats-Unis et le Japon.

Après une baisse significative observée en 2009, la quantité de pesticides vendue annuellement en France semble s'être stabilisée entre 2009 et 2011.



Quantité de pesticides vendus en France (UIPP [4])

D'après les données du recensement agricole 2010, la Bretagne réalise 12 % de la production brute standard nationale. A ce titre, elle est la première région agricole française.

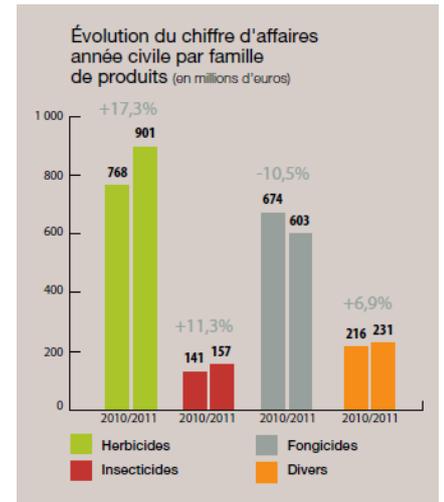
La Bretagne, qui a développé une agriculture intensive depuis les années soixante, est, de ce fait, particulièrement touchée par la pollution par les pesticides, qui sont régulièrement détectés dans l'air, les eaux de pluie, les eaux de surface et souterraines.

La nature des produits phytosanitaires utilisés dépend du type de cultures pratiquées. La Bretagne, première région française pour la production animale, a orienté ses productions végétales vers les fourrages. Ainsi, la surface fourragère principale représente 23% de sa surface agricole utile (SAU), le maïs représentant 81% des surfaces fourragères annuelles. Les céréales occupent, quant à elles, 32 % de la surface agricole utile (principalement le blé, le maïs grain et l'orge) [5].

Consommation en 2011 [4]

L'évolution des ventes de pesticides est variable d'une famille de composé à l'autre :

- Les ventes de fongicides sont en baisse de 10 %, en raison de la faible pression parasitaire notamment en vigne et céréales,
- Les ventes d'herbicides sont en hausse de 17 %, liées aux conditions météorologiques qui ont prévalu.
- Les ventes d'insecticides, en hausse de + 11 %, sont directement liées aux températures élevées favorables au développement des ravageurs notamment sur le colza (méligèthes), sur les céréales (pucerons, léma, cécidomyie) et sur la vigne (vers de la grappe).



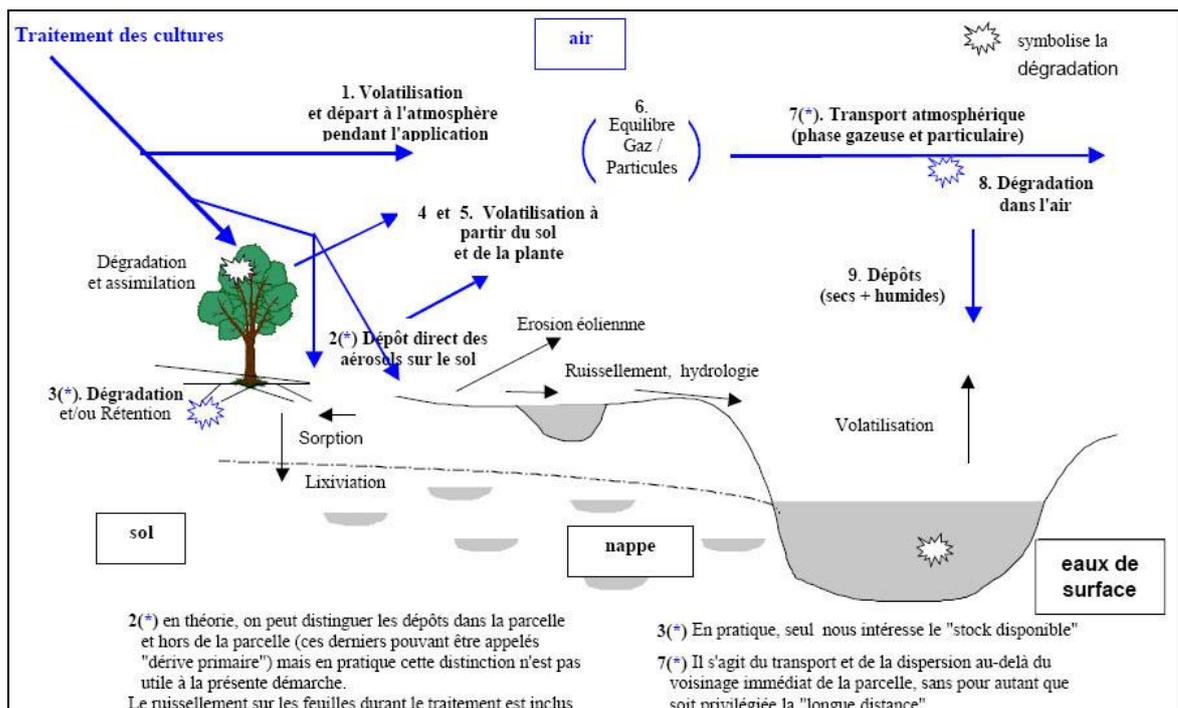
III.3. Contamination de l'atmosphère

La contamination de l'atmosphère par les pesticides a lieu dès l'application des produits et après traitement.

Au moment du traitement : Alors que seule une fraction de la quantité de pesticides pulvérisés atteint réellement la cible, une partie du produit passe dans l'atmosphère. Ce phénomène, appelé dérive, dépend principalement des conditions de pulvérisation, de la couverture végétale et des paramètres météorologiques [6].

Après traitement : Les pesticides sont transférés dans l'atmosphère par volatilisation (à partir du sol ou de la plante) ou érosion éolienne. L'importance de la volatilisation dépend des caractéristiques physico-chimiques des composés, des conditions météorologiques et environnementales [7].

Une fois dans l'atmosphère, les pesticides peuvent être transportés par des masses d'air, plus ou moins loin du lieu de traitement. Ils sont éliminés par des phénomènes de dépôts secs ou humides, ou des réactions de dégradation.



Voies contamination de l'atmosphère (Source INERIS [8])

III.4. Voies d'exposition

Les voies d'exposition aux pesticides sont l'ingestion, représentant 90 à 95% de l'exposition totale aux pesticides, l'inhalation, et le contact cutané.

Les utilisateurs de pesticides, notamment dans le milieu agricole, sont particulièrement exposés.

Il n'existe à ce jour aucune valeur limite réglementaire dans l'air ambiant, la réglementation ne spécifiant des seuils limites que pour les eaux de consommation humaine, ainsi que des teneurs maximales en résidus de pesticides dans les aliments.

III.5. Impacts sanitaires

Les risques d'intoxication les plus élevés apparaissent lors de la manipulation du produit (brûlures, troubles digestifs, effets neurotoxiques, décès....).

L'évaluation des effets toxiques à long terme est plus complexe. Mais de plus en plus d'études tendent à démontrer les liens entre l'exposition à certains pesticides et leurs effets sur la reproduction et le développement, effets neurologiques, troubles de la reproduction et du développement, cancers....

Afin d'appréhender, les risques liés à l'utilisation des produits phytosanitaires, il existe différentes classifications :

- Classification suivant les propriétés toxicologiques.

La classification suivant les propriétés toxicologiques concerne à la fois les effets aigus et chroniques des substances et préparations, que ces effets découlent d'une seule exposition ou d'expositions répétées ou prolongées. Ces substances sont classées très toxiques (T+), toxiques (T), nocives (Xn), irritantes (Xi), corrosives (C), sensibilisantes (Xn ou Xi, affecté de certaines phrases de risques).

Les phrases de risques associées à ces symboles précisent la nature du risque encouru. Elles se présentent sous la forme d'un R suivi d'un ou de plusieurs nombres correspondant à un risque particulier.

- Classification sur la base des effets spécifiques sur la santé (substances CMR)

- Substances cancérogènes (C) pouvant par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, produire le cancer ou en augmenter la fréquence.
- Substances mutagènes (M) pouvant par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, produire des défauts héréditaires ou en augmenter la fréquence.
- Substances reprotoxiques (R) ou toxiques pour la reproduction pouvant, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductrices.

Les substances de chaque groupe sont divisées en trois catégories :

- Catégorie 1 : existence d'une relation de cause à effet prouvée par des données épidémiologiques,
- Catégorie 2 : Forte présomption fondée sur des études appropriées sur l'animal ou d'autres informations appropriées,
- Catégorie 3 : Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles.

- Classification sur la base des effets sur l'environnement (Directive du 31 mai 1999)

La Directive 1999/45/CE du 31 mai 1999 instaure un classement environnemental des spécialités commerciales présentant ou pouvant présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (N : dangereux pour l'environnement).

L'annexe 1 reprend pour chacun des 36 pesticides détectés à Mordelles, entre 2005 et 2010, les différentes classifications.

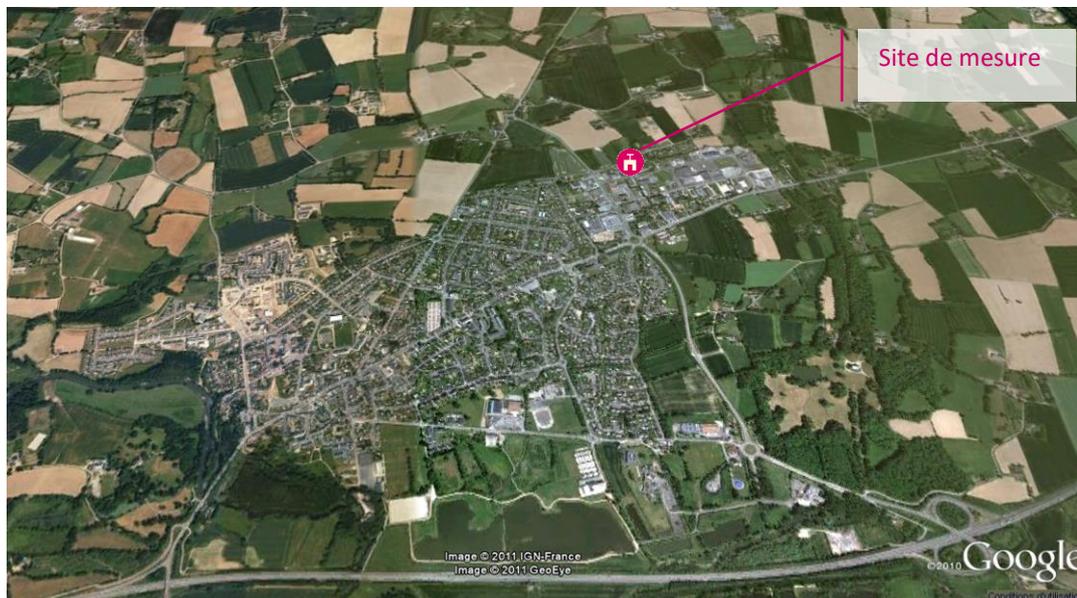
III. Présentation de la campagne de mesure

III.1. Description du site de mesure

Des campagnes de mesure de pesticides sont réalisées depuis 2005 à Mordelles, commune de Rennes Métropole, de 7 000 habitants, située à 13 kilomètres à l'ouest de Rennes.

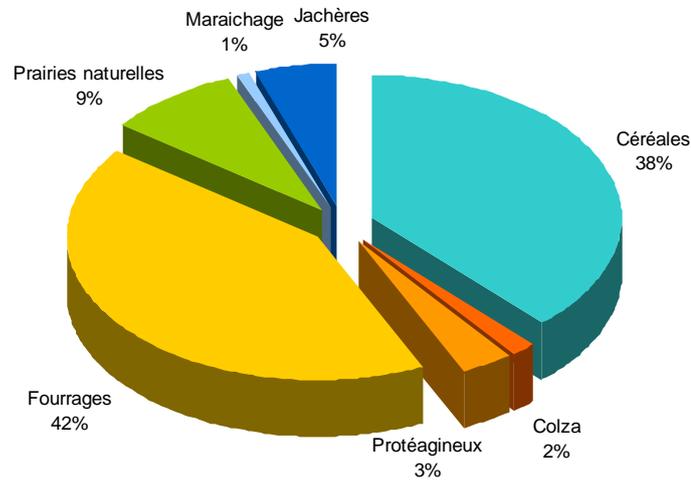
L'objectif de ces campagnes est d'évaluer les concentrations en pesticides dans l'air ambiant, dans une commune située à proximité de terrains agricoles, et d'étudier l'évolution pluriannuelle de ces concentrations.

Les prélèvements sont réalisés sur les terrains communaux du Centre Technique Municipal, au nord-est de la ville, à moins de cent mètres de champs cultivés, essentiellement des grandes cultures (blé, maïs, avoine...).



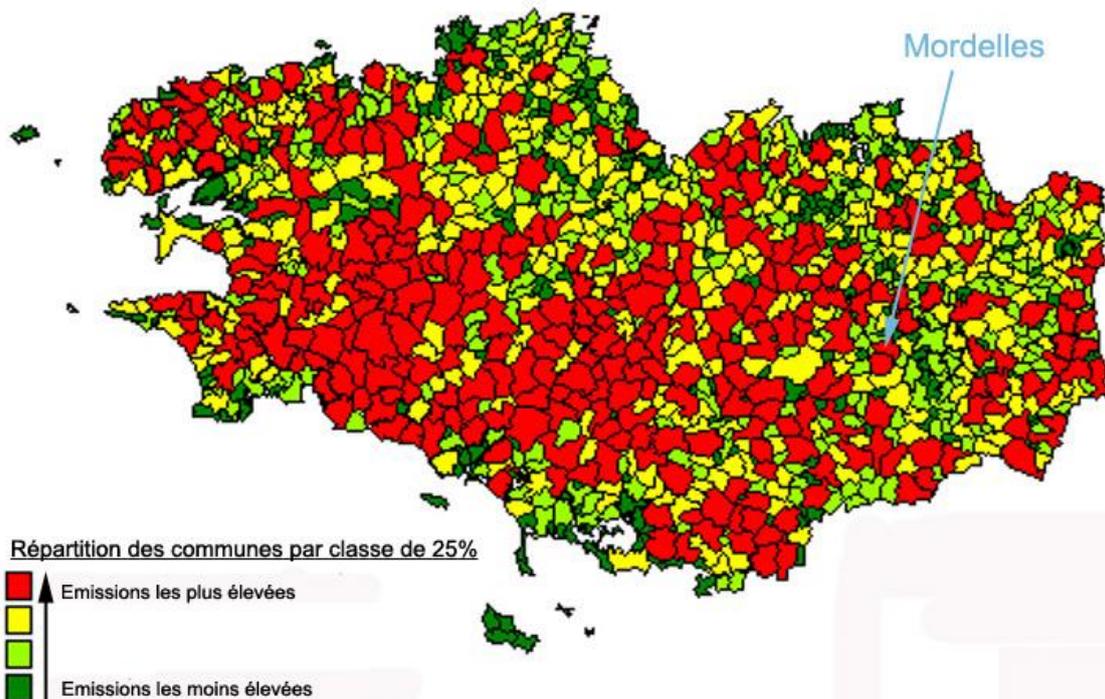
Implantation du site de mesure des pesticides à Mordelles en 2012-2013

En 2010, la surface agricole utile (SAU) du canton de Mordelles représente 6 342 ha. Elle est dominée par la culture des fourrages (42 %) et des céréales (38 %) dont le blé tendre représente 73 %, comme le montrent les résultats du Recensement Général Agricole de l'année 2010 (AGRESTE).



Répartition de la surface agricole utile par type de culture sur le canton de Mordelles (RGA 2010)

D'après le cadastre des émissions bretonnes réalisé par Air Breizh, la commune de Mordelles fait partie du quart des communes ayant les émissions de pesticides les plus élevées (204 kg en 2003, dont 182 kg dus aux herbicides).



Emissions de pesticides par commune en Bretagne en 2003 (source : Air Breizh)

III.2. Dates de campagne

Des mesures ont été réalisées de 14 novembre 2012 au 13 février 2013, à un rythme hebdomadaire.

III.3. Prélèvements

Les prélèvements hebdomadaires sont réalisés selon la norme AFNOR XP X43-058 [9], avec un Partisol 2000, préleveur à moyen débit de 1 m³/h.

Le Partisol 2000 est équipé d'une cartouche dans laquelle sont conditionnés un filtre en quartz de 47 mm de diamètre pour la collecte des pesticides en phase particulaire, et une mousse en polyuréthane de dimensions 25 x 75 mm pour le piégeage des pesticides en phase gazeuse. Les cartouches sont conditionnées par le laboratoire afin d'éviter toute contamination liée à leur manipulation.



Système utilisé pour prélever les pesticides dans l'air

III.4. Analyses

Les analyses sont réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie selon la norme AFNOR XP X43-059 [10].

Les supports de prélèvement (mousses et filtres) subissent une extraction commune. Les extraits sont purifiés, puis analysés par couplage Chromatographie Gazeuse et Spectrométrie de Masse en mode de scrutation d'ions spécifiques (GC/MSD) ou par couplage Chromatographie Liquide et double Spectrométrie de Masse (LC/MS/MS).

III.5. Qualité de la mesure

Conformément aux recommandations du LCSQA [11], un blanc terrain a été réalisé pour chaque série de 10 prélèvements.

La réalisation d'un blanc terrain consiste à emmener un filtre et une mousse dans leur emballage sur le site de prélèvement sans qu'il soit ouvert et exposé à l'air ambiant, dans les mêmes conditions de manipulation, de transport, de stockage et de transfert vers le laboratoire d'analyse que les filtres et mousses destinés aux prélèvements.

L'analyse du blanc terrain n'a montré aucune contamination de la part des substances recherchées.

IV. Liste des composés recherchés

Jusqu'en 2005, seuls les composés considérés « prioritaires » en Bretagne, de par leur utilisation régionale, leur toxicité, leur présence dans les eaux de pluie, leur rémanence..., étaient recherchés. Depuis 2006, en raison d'un manque probable d'exhaustivité, la liste des composés étudiés a été élargie à l'ensemble des composés analysables par le laboratoire, passant ainsi de 32 substances recherchées en 2005, à 167 substances en 2013 (62 insecticides, 53 fongicides, 46 herbicides et 5 métabolites).

La liste des composés recherchés, leurs actions et leur éventuelle date d'interdiction d'utilisation [12] figurent ci-dessous.

	Substance recherchée	Action	Date d'interdiction d'utilisation en France		Substance recherchée	Action	Date d'interdiction d'utilisation en France		Substance recherchée	Action	Date d'interdiction d'utilisation en France
1	2,4'DDD	M		57	Diclofop méthy	H		113	Methomyl	I	21/02/2009
2	2,4-D	H		58	Dichlorvos	I	01/12/2008	114	Méthyl parathion	I	31/12/2003
3	2,4'DDE	M		59	Dicofof	I	30/03/2010	115	Metolachlore	H	31/12/2003
4	2,4'DDT	I	19/02/1971	60	Dieldrine	I	04/10/1992	116	Metrafenone	F	
5	4,4'DDD	I		61	Difenoconazole	F		117	Myclobutanil	F	
6	4,4'DDE	M		62	Diffufenicanil	H		118	Napropamide	H	
7	4,4'DDT	I	19/02/1971	63	Dimethenamide	H	22/06/2008	119	Norflurazon	H	01/01/2004
8	A HCH	I	01/07/1998	64	Diméthomorphe I-II	F		120	Oryzalin	H	
9	Acetamidpride	I		65	Dinocap	F	31/12/2009	121	Oxadiazon	H	
10	Acétochlors	H		66	Diphénylamine	F	30/05/2011	122	Oxadixyl	F	31/12/2003
11	Acionifen	H		67	Dithlanon	F		123	Oxydéméton-e-méthyl	I	20/11/2008
12	A-endosulfan	I	30/05/2007	68	Diuron	H	13/12/2008	124	Oxyfluorène	H	
13	Alachlore	H	18/06/2008	69	Dodine	F		125	Parathion éthy	I	30/09/2002
14	Allcarbe	I	31/12/2007	70	Endrine	I	04/10/1992	126	Pendiméthaline	H	
15	Aldrine	I	04/04/1994	71	Epoxyconazole	F		127	Permethrine	I	09/08/2011
16	Anthraquinone	I	21/02/2009	72	Estenalérate	I		128	Phosalone	I	22/06/2008
17	Atrazine	H	30/09/2003	73	Ethofumesate	H		129	Phosmet	I	
18	Atrazine Desisopropyl	M		74	Ethoprophos	I-N	30/09/2011	130	Phoxime	I	21/02/2009
19	Atrazine Desethyl	M		75	Fenhexamide	F		131	Pirimicarb	I	
20	Azinphos éthy	I	13/01/1996	76	Fenitrothion	I	20/11/2008	132	Procymidone	F	01/07/2008
21	Azinphos méthy	I	31/12/2007	77	Fenoxaprop-p-ethyl	H		133	Propachlore	H	18/03/2010
22	Azoxistrobine	F		78	Fenoxycarbe	I		134	Propargite	I	31/12/2011
23	Bendiocarb	I	31/12/2003	79	Fenpropiidine	F		135	Propazine	H	
24	B-endosulfan	I	30/05/2005	80	Fenproprymorphe	F		136	Propiconazole	F	
25	Benomyl	F	06/02/2004	81	Flpronil	I		137	Propryzamide	H	
26	B HCH	I	01/07/1998	82	Flazasulfuron	H		138	Proquinazid	F	
27	Bifenox	H		83	Florasulam	H		139	Prosulfocarb	H	
28	Bifenthrine	I		84	Fluazinam	F		140	Prosulfuron	H	
29	Bitertanol	F	30/12/2011	85	Fludioxonil	F		141	Pyrimethanil	F	
30	Boscalid	F		86	Flufenoxuron	F		142	Pyriproxyfene	I	
31	Bromacil	H	31/12/2007	87	Flurochloridone	H		143	Quinoxifene	F	
32	Bromopropylate	I	31/12/2003	88	Flusilazole	F		144	Simazine	H	30/09/2003
33	Bromuconazole	F	03/05/2010	89	Folpel	F		145	Siproxamine	F	
34	Bupirimate	F		90	Heptachlor	I	01/01/1988	146	Sulcotrione	H	
35	Captane	F		91	Hexaconazole	F	30/06/2008	147	Tau-fluvalinate I-II	I	
36	Carbaryl	I	20/11/2008	92	Hexythiazox	I		148	Tébuconazole	F	
37	Carbendazime	F	21/10/2009	93	Indoxacarb	F-I		149	Tebufenpyrad	I	
38	Carbofuran	I	13/12/2008	94	Ioxynil	H		150	Tebutame	H	30/09/2003
39	Chlordecone	I	01/02/1990	95	Iprodione	F		151	Terbufos	I	31/12/2008
40	Chlorfenvinphos	I	31/12/2007	96	Iprovalicarb	F		152	Terbutylazine	H	30/09/2003
41	Chlorothalonil	F		97	Isoproturon	H		153	Tetraconazole	F	01/04/2004
42	Chlorpyrifos-éthy	I		98	Isoxaflutol	H		154	Thiabendazole	F	
43	Chlorpyrifos méty	I		99	Krésoxim-méthyl	F		155	Thiaclopride	I	
44	Chlortoluron	H		100	Lambda-cyhalothrine	I		156	Thiodicarbe	I	20/11/2008
45	Ciclochordane	I	04/04/1994	101	Lénacile	H		157	Thiram	F	
46	Clopyralid	H		102	Lindane (G HCH)	I	agri : 01/07/98	158	Toicofos méthy	F	
47	Cyazofamide	F		103	Linuron	H		159	Tolyfluanide	F	01/12/2010
48	Cyfluthrine	I		104	Lufenuron	I	31/12/2011	160	Transchlordane	I	04/04/1994
49	Cymoxanil	F		105	Malathion	I	21/02/2009	161	Triallate	H	
50	Cyperméthrine	I		106	Mandipropamide	F		162	Triclopyr	H	
51	Cyproconazole	F		107	MCPA	H		163	Trifloxystobine	F	
52	Cyprodinil	F		108	MCPP	H		164	Trifluraline	H	31/12/2008
53	D HCH	I	01/07/1998	109	Mepaniprym	F		165	Triticonazole	F	
54	Deftaméthrine	I		110	Mercaptodiméthur (méthiocarb)	I		166	Vinchlorzoline	F	31/12/2007
55	Diazinon	I	01/09/2011	111	Metazachlore	H		167	Ziram	F	
56	Dichlobénil	H	18/03/2010	112	Méthidathion	I	31/12/2007				

V. Résultats 2012-2013

Du 14 novembre 2012 au 13 février 2013, 3 substances actives ont été détectées à Mordelles : la Diphénylamine, la Pendiméthaline et le Prosulfocarb.

Echantillon N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dates de prélèvement	14/11/12- 21/11/12	21/11/12- 28/11/12	28/11/12- 05/12/12	05/12/12- 12/12/12	12/12/12- 19/12/12	19/12/12- 26/12/12	26/12/12- 02/01/13	02/01/13- 09/01/13	09/01/13- 16/01/13	16/01/13- 23/01/13	23/01/13- 30/01/13	30/01/13- 06/02/13	06/02/13- 03/02/13
Semaine numéro	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6
[Diphénylamine]	0,36						0,21	0,23	0,33				
[Pendiméthaline]	0,21		0,14										
[Prosulfocarb]	2,10				0,28		0,12						
Somme des concentrations	2,67		0,14		0,28		0,33	0,23	0,33				
Nombre de substances détectées	3	0	1	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0

Les concentrations relevées sont comprises entre 0,12 et 2,1 ng/m³. C'est le Prosulfocarb qui possède la concentration maximale. Hormis cette concentration maximale, l'ensemble des autres concentrations rencontrées est inférieur à 1 ng/m³. Sur les 13 semaines de mesures, 6 échantillons ont été contaminés par au moins un pesticide, soit 46 % des échantillons et un seul échantillon a été contaminé par les 3 pesticides.

L'échantillon N° 1, prélevé entre le 14 le 21 novembre 2012, possède à la fois le plus grand nombre de pesticides détectés dans un échantillon et la concentration maximale.

Les propriétés physico-chimiques des molécules détectées aux cours des campagnes figurent dans le tableau ci-dessous [13] :

Substances	Usage	Formule brute	Constante d'Henry Pa.m ³ /mol	DT 50* aux champs	DT 50* dans l'air
Diphénylamine	Fongicide	C ₁₂ H ₁₁ N	3,2.10 ⁻¹	-	-
Pendiméthaline	Herbicide	C ₁₃ H ₁₉ N ₃ O ₄	8,7.10 ⁻²	27 -155 jours	12 heures
Prosulfocarb	Herbicide	C ₁₄ H ₂₁ NOS	1,5.10 ⁻²	6,5 – 13 jours	3,9 heures

* DT 50 (ou demi-vie d'un composé) : temps nécessaire pour que 50 % de la masse d'un composé disparaissent à la suite de transformations.

L'étude de la constante de Henry (H), rapport de la pression de vapeur à la solubilité permet d'appréhender la volatilité d'une substance.

Les substances ayant :

- H supérieure ou égales à 2,5.10⁻⁵ Pa.m³.mol⁻¹ seront considérées comme volatile.
- H inférieure à 2,5.10⁻⁵ Pa.m³.mol⁻¹ seront considérées comme non volatile.

Sans surprise, les 3 substances retrouvées dans l'air à Mordelles en 2012/2013 sont considérées comme volatiles, avec des constantes d'Henry nettement supérieures à 2,5.10⁻⁵ Pa.m³/mol.

- Pendiméthaline (herbicide)

La pendiméthaline est un herbicide de la famille des toluidines à large spectre dont l'action inhibe la germination ou le développement des jeunes plantules des mauvaises herbes. Il est largement utilisé dans le monde agricole notamment sur les grandes cultures de céréales (blé, pois, maïs, tournesol, ...), de céréales d'hiver (blé d'hiver, orge d'hiver, seigle d'hiver, ...), et de légumes (carottes, choux, poireaux, ...). Le désherbage à l'aide de la pendiméthaline s'effectue principalement lors de la « pré-levée » c'est-à-dire avant l'apparition des plantules de la plante cultivée. Les périodes d'utilisation de la pendiméthaline sont donc de février à juin pour les cultures printanières et estivales et d'octobre à novembre pour les cultures hivernales.

Durant la campagne de mesure, 2 échantillons ont été contaminés, présentant des concentrations peu élevées (0,14 et 0,21 ng/m³). Ces échantillons ont été contaminés au mois de novembre, ce qui correspond à la période « classique » d'utilisation de ce pesticide pour les cultures hivernales. De même, cette molécule est principalement utilisée sur des cultures de céréales d'hiver particulièrement abondantes à proximité du site de mesure. Il est fort probable que les concentrations mesurées en Pendiméthaline au cours de cette étude soient issues de l'utilisation de ce produit sur des cultures avoisinantes.

- Prosulfocarbe (herbicide)

Le prosulfocarbe est un herbicide à action racinaire et foliaire de la famille chimique des thiocarbamates. Il est principalement utilisé sur les cultures de céréales d'hiver et de légumes (carottes, pommes de terre, oignon, ...). Le prosulfocarbe s'applique préférentiellement au stade de la « pré-levée » mais peut également être utilisé en post-levée. La période d'utilisation du prosulfocarbe s'étend principalement d'octobre à décembre.

Durant la campagne de mesure, 3 échantillons ont été contaminés, présentant des concentrations plus variées avec, en particulier, la concentration maximale mesurée au cours de cette étude (de 0,12 à 2,10 ng/m³). Comme pour la Pendiméthaline, la période (octobre/décembre) et le type d'utilisation de ce pesticide (céréales d'hiver) laissent à penser que les concentrations mesurées au cours de cette étude sont, également, issues de l'utilisation de ce produit sur des cultures avoisinantes.

- Diphénylamine

La diphénylamine est un fongicide de la famille des amines dont l'action inhibe la résistance des agents pathogènes de types : *Gloeosporium*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Monilia*, ... Elle est principalement utilisée dans le cadre de traitement post-récolte des cultures fruitières (agrumes, pommes, poires, ...). La période d'utilisation de la diphénylamine correspond à la période de stockage/entreposage des pommes et des poires, c'est-à-dire principalement d'octobre à mars.

L'autorisation de mise sur le marché de cette substance a été retirée par le ministère chargé de l'agriculture le 18 mars 2010, avec une date limite d'écoulement des stocks fixée au 31 mai 2011. Cependant, suite à la difficulté des producteurs de fruits pour remplacer ce produit, le ministère de l'agriculture a récemment délivré une autorisation temporaire de mise sur le marché des produits phytosanitaires utilisant cette molécule pour la période allant du 8 octobre 2012 au 4 février 2013.

Durant la campagne de mesure, 4 échantillons ont été contaminés, présentant des concentrations peu élevées (de 0,21 et 0,36 ng/m³). Ces concentrations ont toutes été mesurées durant la nouvelle période d'autorisation d'utilisation de ce pesticide.

Références bibliographiques

- [1] LAMIOT F. 2001. « Les pesticides dans l'air ambiant ». Pollution atmosphérique. N° 170. 237-246.
- [2] Directive 91/414/CEE du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques. Journal officiel des Communautés européennes. N° L 230 du 19/08/1991.
- [3] Directive 98/8/CE du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides. Journal officiel des Communautés européennes. N° L 123 du 24/04/1998.
- [4] Union des Industries de la Protection des Plantes, Rapport d'activité 2011
- [5] Agreste Bretagne, Statistique Agricole Annuelle 2010, 16p.
- [6] Barneaud A. 2002. « Eléments d'évaluation de l'exposition des habitants du vignoble nantais aux pesticides dans l'atmosphère ». Mémoire de fin d'études. Formation d'Ingénieurs du Génie Sanitaire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 12-16
- [7] BEDOS C., CELLIER P., CALVAT R., BARRIUSO E., GABRIELLE B. 2002. Mass transfer of pesticides into the atmosphere by volatilisation from soil and plants : overview. Agronomie. N° 22. 21-33
- [8] INERIS. 2005. « Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation. Synthèse du comité de pilotage ». Rapport d'étude INERIS-DRC/MECO-CGR-143/2005-AGo.
- [9] AFNOR, 2007. Norme XP X43-058 Air ambiant - Dosage des substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant - Prélèvement actif
- [10] AFNOR, 2007. Norme XP X43-059 Air ambiant - Dosage de substances phytosanitaires (pesticides) dans l'air ambiant - Préparation des supports de collecte - Analyse par méthodes chromatographiques
- [11] LCSQA, 2004 : Pesticides dans l'air ambiant : Bilan de la méthodologie de prélèvement – Rapport d'étude n°8 DRC – 04 – 55269 – AIRE – n°1012/FMr
- [12] <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>
- [13] ANSES - AGRITOX : base de données sur les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement, les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques. www.dive.afssa.fr/agritox/index.php, consulté le 25/10/11

Annexe 1 : Classification et usages des 37 molécules détectées à Mordelles depuis 2005

Le tableau suivant présente l'ensemble des composés détectés à Mordelles depuis 2005, leurs principales utilisations, leur date éventuelle d'interdiction et leur classement.

Légende

X : composé détecté 0 : composé non retrouvé NR : composé non recherché
 nd : donnée non disponible H : herbicide F : fongicide
 I : insecticide N : nématicide M : métabolite

Substance détectée	Action	Principales utilisations de la substance seule ou en association ¹	Utilisation seul ou en en association	Classement de la substance active seule	Date d'interdiction d'utilisation en France
4,4'DDD	M				DDT : 1973
4,4'DDE	M				DDT : 1973
Acétochlore	H	Maïs	En association avec le dichlormide	Xn – N – R20 – R37/38 – R43 – R50/53	
Aclonifen	H	<u>Grandes cultures</u> : féverole, pois, tournesol, lentille, pomme de terre <u>Cultures légumières</u> : ail, échalote, oignon, carotte, poireau... <u>Cultures porte-graine mineures</u>	Seul ou en association (aminotriazole, flurtamone)	N – R50/53	
Alachlore	H	Maïs, soja	Seul	Xn – N – R22 – R40 – R43 – R50/53 (C3)	18/06/08
Carbofuran	I	<u>Grandes cultures</u> : betterave, crucifères oléagineuses, maïs, soja, tournesol <u>Cultures légumières</u> : ail, chou, haricot, échalote, oignons, poireaux... <u>Végétaux d'ornement</u> : cultures florales, arbres et arbustes d'ornement cultures diverses	Seul ou en association avec le flutriafol	T+ - N – R26/28 – R50/53	13/12/08
Chlorothalonil	F	<u>Grandes cultures</u> : blé, orge, féveroles, pois, pommes de terres <u>Cultures légumières</u> : ail, asperge, carotte, chou, concombres, courgettes, échalote, oignons, poireaux, pois, tomates... <u>Cultures fruitières</u> : vignes, fraisiers <u>Végétaux d'ornement</u> : cultures florales, arbres et arbustes d'ornement	Seul ou en association (carbendazime, cymoxanil, folpel, méfenoxam, tétraconazole, cyproconazole, flutriafol, propamocarbe HCl, pyriméthanil)	T+ - N – R26 – R37 – R40 – R41 – R43 – R50/53 (C3)	21/02/09
Chlorpyrifos ethyl	I	Toutes cultures	Seul ou en association (cyperméthrine, diméthoate, zetacyperméthrine)	T – N – R25 – R50/53	
Cymoxanil	F	<u>Grandes cultures</u> : féveroles, pois, pommes de terres <u>Cultures légumières</u> : pois, laitue, tomates... cultures mineures : betterave porte-graine... <u>Cultures fruitières</u> : vignes	En association (chlorothalonil, folpel, cuivre, famoxadone, mancozèbe, métiram-zinc, propinèbe, fosétyl-Al, méfenoxam, fludioxonil)	Xn – N – R22 – R43 – R50/53	

¹ Sources : Index phytosanitaire ACTA 2008

Cyproconazole	F	<p><u>Grandes cultures</u> : avoine, betterave, blé, crucifères oléagineuses, orge, pois, seigle, triticale</p> <p><u>Cultures légumières</u> : bette, betterave, pois</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : vigne, arbres fruitiers</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : arbres et arbustes d'ornement, gazon</p>	Seul ou en association (captane, azoxistrobine, chlorothalonil, propiconazole, cyprodinil, quinoxyfène, trifloxystrobine)	Xn – N – R22 – R50/53 – R63 (R3)	
Cyprodinil	F	<p><u>Grandes cultures</u> : blé, triticale, orge, pois</p> <p><u>Cultures légumières</u> : haricot, laitue, scarole frisée</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : vigne, arbres fruitiers</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : arbres et arbustes d'ornement, cultures florales</p>	Seul ou en association (anthraquinone, cyproconazole, fenpropidine, fludioxonil, propiconazole, tébuconazole)	Xi – N – R43 – R50/53	
Désisopropylatrazine	M	Métabolite de l'atrazine			Atrazine : 30/09/03
Diazinon	I	<p><u>Grandes cultures</u> : betterave</p> <p><u>Cultures légumières</u> : asperge</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : vigne, arbres fruitiers</p>	Seul	Xn – N – R22 – R50/53	01/12/08
Dichlobénil	H	Vignes, cassissier, lavandin, rosier, arbres et arbustes d'ornement (espaces verts, pépinières), dégagement de forêt, allée de parc, jardins, trottoir	Seul	Xn – N – R21 – R51/53	18/03/10
Diméthénamide	H	Maïs, gazon	Seul	Xn – R22 – R43 – R50	22/06/08
A-endosulfan	I	<p>Toutes cultures</p> <p><u>Grandes cultures</u> : céréales, crucifères oléagineuses, pois, féverole, pommes de terre</p> <p><u>Cultures légumières</u> : artichaut, asperge, betterave, carotte, courgette, concombre, chou, laitue, navet, radis, ...</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : arbres fruitiers, fraisiers</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : rosiers</p>	Seul ou en association (deltaméthrine, diéthion, thiométon)	N – T – R24/25 – R36 – R50 – R53	30/05/07
Epoxiconazole	F	<p><u>Grandes cultures</u> : Avoine, betterave, blé, maïs, orge, seigle, triticale...</p>	Seul ou en association (boscalid, fenpropimorphe, krésoxim-méthyl, pyraclostrobine)	Xn – N – R40 – R51/53 – R62 – R63 (C3, R3)	
Ethoprophos	I-N	Toutes cultures	Seul	T+ - N – R25 – R26/27 – R43 – R50/53	
Fenpropidine	F	Blé, orge, betterave, cultures porte-graine mineures	Seul ou en association (cyprodinil, difénoconazole, propiconazole)	Xn – N – R22- R36 – R43 – R50/53	

Fenpropimorphe	F	<u>Grandes cultures</u> : blé, betterave, orge, tournesol, avoine, seigle, triticale	Seul ou en association (azoxystrobine, époxiconazole, flusilazole, krésoxim-méthyl, pyraclostrobine, quinoxyfène)	Xn – N – R22 – R38 – R51/53 - R63 (R3)	
Flusilazole	F	<u>Grandes cultures</u> : betterave, blé, orge, colza, maïs, tournesol <u>Cultures fruitières</u> : vignes, arbres fruitiers	Seul ou en association (carbendazime, fenpropimorphe)	T – N – R22 – R40 – R51/53 – R61 (R2)	
Folpel	F	<u>Grandes cultures</u> : blé, orge, pois, pomme de terre <u>Cultures légumières</u> : tomate, laitue, <u>Cultures fruitières</u> : vignes, arbres fruitiers	Seul ou en association (azoxystrobine, béalaxyl, chlorothalonil, cymoxanil, cuivre, mancozèbe, famoxadone, fénamidone, manèbe, méfénoxam, propiconazole, thiophanate-méthyl, fosétyl-AI)	Xn – N – R20 – R36 – R40 – R43 – R50 (C3)	
Hexaconazole	F	<u>Grandes cultures</u> : avoine, blé, orge, pois, seigle, triticale <u>Cultures légumières</u> : ail, asperge, poireau, chou, concombre, courgette, pois, melon.. <u>Cultures fruitières</u> : vigne, fraisières, arbres fruitiers	Seul ou en association (azoxystrobine, chlorothalonil, fenpropidine)	N - Xi - R43 - R51 - R53	30/06/08
Kresoxim-méthyl	F	<u>Grandes cultures</u> : betterave, avoine, blé, orge, seigle, triticale, <u>Cultures porte-graine mineures</u> <u>Cultures légumières</u> : melon. <u>Cultures fruitières</u> : vigne, arbres fruitiers <u>Végétaux d'ornement</u> arbres et arbustes d'ornement, cultures florales	Seul ou en association (boscalid, époxiconazole, fenpropimorphe, pyraclostrobine)	Xn – N – R40 – R50/53 (C3)	
Lénacile	H	Betterave fourragère et industrielle, épinard, plantes à parfum, aromatiques et médicinales	Seul ou en association avec le linuron	Exemptée de classement	
Lindane	I	Cultures fruitières, horticoles et de plein champ Industrie du bois Hygiène antiparasitaire		T - N R23/24/25 - R36/38- R50/53	Agriculture 1998 Traitement du bois 2006 Traitement antiparasitaire déc 2007
Métolachlore	H	Métolachlore interdit S-métolachlore utilisé sur maïs, pomme de terre, haricot, betterave, tournesol, courgettes, potiron	S-métolachlore utilisé seul ou en association (bénoxacor, mésotrione)	Métolachlore : nd S-métolachlore Xi - N - R43 - R50 - R53	Substance interdite depuis le 30/12/03 S-métolachlore autorisé

Pendiméthaline	H	<p><u>Grandes cultures</u> : blé, orge, seigle, triticale, féverole, pois, maïs, soja, sorgho, tournesol</p> <p><u>Cultures légumières</u> : ail, chou-fleur, échalote, oignon, poireau, tomate, carotte, pois, salsifis....</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : arbres fruitiers, vignes,</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : arbres et arbustes ornementaux, gazon, muguet</p> <p><u>Cultures diverses</u> : Plantes à parfum, aromatiques et médicinales</p>	Seul ou en association (alachlore, dimethenamide, diuron, imazamox, oxyfluorène, picolinafen)	Xi - N - R43 - R50/53	
Phosmet	I	Arbres fruitiers, pomme de terre	Seul	Xn - R21/22	
Phoxime	I	Toutes cultures	Seul	Xn - R22	21/02/09
Propachlore	H	Choux, échalote, oignon, poireau, sorgho	Seul	Xn - R22 - R36 - R43	18/03/10
Spiroxamine	F	<p><u>Grandes cultures</u> : avoine, blé, orge, seigle</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : vignes</p>	Seul ou en association avec la spiroxamine	Xn - N - R20/21/22 - R38 - R43 - R50/53	
Tébuconazole	F	<p><u>Grandes cultures</u> : avoine, blé, crucifères oléagineuses, orge, seigle, triticale, féverole, légumineuses fourragères, lin, pois</p> <p><u>Cultures légumières</u> : ail, asperge, chou-fleur, chou, céleri, poireau</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : arbres fruitiers, vignes,</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : gazon</p> <p><u>Cultures porte-graine mineures</u></p>	Seul ou en association (fludioxonil, anthraquinone, cyprodinil, imidaclopride, triazoxide, bromuconazole, carbendazime, prochloraze, propiconazole, spiroxamine, triadiménol)	Xn - R22	
Tébutame	H	Colza	En association avec la clomazone		31/12/03
Tétraconazole	F	Blé, orge, avoine, seigle, triticale, vigne, pommier, betterave fourragères et industrielle	Seul ou en association (chlorothalonil, prochloraze)	Xn - N - R22 - R48/22 - R51/53	
Trifluraline	H	<p><u>Grandes cultures</u> : avoine, seigle, blé, orge, pois, féverole, Colza, soja, tournesol</p> <p><u>Cultures légumières</u> : chou, ail,</p> <p><u>Végétaux d'ornement</u> : arbres et arbustes d'ornement, cultures florales</p> <p><u>Cultures diverses</u> : plantes à parfum, aromatiques et médicinales</p>	Seul ou en association (clomazone, linuron, isoxaben)	Xi - N - R36 - R43 - R50/53	31/12/08
Vinchlozoline	F	<p><u>Grandes cultures</u> : crucifères oléagineuses, féverole, pois, tournesol, soja</p> <p><u>Cultures légumières</u> : aubergines, cornichon, courgettes, poivron, ail, chicorée, fraisiers, haricot, laitue</p> <p><u>Cultures fruitières</u> : arbres fruitiers, vignes</p>	Seul ou en association avec le carbendazime	N - Xn - R40 - R43 - R50 - R53 - R62 - R63	31/12/07

R20	Nocif par inhalation.
R21	Nocif par contact avec la peau
R22	Nocif en cas d'ingestion.
R25	Toxique en cas d'ingestion.
R26	Très toxique par inhalation.
R36	Irritant pour les yeux.
R37	Irritant pour les voies respiratoires.
R38	Irritant pour la peau.
R40	Effet cancérigène suspecté : preuves insuffisantes.
R41	Risque de lésions oculaires graves.
R43	Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.
R50	Très toxique pour les organismes aquatiques.
R51	Toxique pour les organismes aquatiques.
R53	Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
R61	Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant
R62	Risque possible d'altération de la fertilité.
R63	Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.
R20/21/22	Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
R21/22	Nocif par contact avec la peau et par ingestion.
R23/24/25	Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
R24/25	Toxique par contact avec la peau et par ingestion.
R26/27	Très toxique par inhalation et par contact avec la peau
R26/28	Très toxique par inhalation et par ingestion
R36/38	Irritant pour les yeux et la peau
R37/38	Irritant pour les voies respiratoires et la peau.
R48/22	Nocif : risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion
R50/53	Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
R51/53	Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.