

Santé environnement

Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale

Étude en air extérieur dans quatre sites
de l'Hérault en 2006

Sommaire

Abréviations	2	5.5. Exposition de la population	19
1. Contexte	3	5.6. Caractérisation quantitative des risques sanitaires	20
2. Objectif	4	6. Discussion	21
3. Données disponibles	5	6.1. Limites liées à des contraintes techniques ou opérationnelles	21
3.1. Contamination de l'air par les pesticides	5	6.2. Limites liées à un manque de connaissances scientifiques	21
3.2. Cartographie des cultures dominantes et de la pression phytosanitaire en Languedoc-Roussillon	5	7. Conclusion	23
3.3. Toxicologie des molécules et effets sanitaires	6	Références bibliographiques	24
4. Matériel et méthode	7	Annexe 1 - Le transfert des pesticides dans les différents milieux	25
4.1. Principe	7	Annexe 2 - Cartes de l'occupation simplifiée des sols et de la charge phytosanitaire organique en Languedoc-Roussillon	26
4.2. Zone et population d'étude	7	Annexe 3 - Cartographie des zones d'étude et des zones d'exposition	28
4.3. Périodes d'étude	9	Annexe 4 - Questionnaires d'enquête	32
4.4. Analyses d'air	9	Annexe 5 - Hiérarchisation des molécules à analyser	37
4.5. Saisie informatique et analyse des données	10	Annexe 6 - Liste des substances analysées	41
4.6. Budget et échéancier prévu	10	Annexe 7 - Photographie des stations de prélèvements	47
5. Résultats	11	Annexe 8 - Techniques d'analyse des pesticides dans l'air	48
5.1. Conditions météorologiques	11	Annexe 9 - Roses des vents pendant les campagnes de prélèvements d'air	51
5.2. Résultats des campagnes de prélèvements d'air	11	Annexe 10 - Tableaux synthétiques des épandages de pesticides	52
5.3. Enquêtes sur les épandages de pesticides	14		
5.4. Distribution des concentrations en pesticides selon les épandages	16		

Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale

Étude en air extérieur dans quatre sites de l'Hérault en 2006

Rédacteur

Christine Ricoux, Cellule interrégionale d'épidémiologie Languedoc-Roussillon

Relecteurs

- Florence Coignard, Institut de veille sanitaire
- Christine Lorente, Institut de veille sanitaire
- Georges Salines, Institut de veille sanitaire

Membres du groupe technique

- Laurence Chantoiseau, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales Languedoc-Roussillon
- Anne Fromage-Mariette, Air-Languedoc-Roussillon
- Joël Raymond, Direction régionale de l'environnement Languedoc-Roussillon
- Christine Ricoux, Cellule interrégionale d'épidémiologie Languedoc-Roussillon
- Bernadette Ruelle, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement de Montpellier
- Christine Villa, Service régional de protection des végétaux, Direction régionale de l'agriculture et de la forêt Languedoc-Roussillon

Ont également participé à cette étude

- Félix Bompy, élève Agro. M.
- Jean-Marc Brun, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement de Montpellier
- Christel Chevrier, Chambre régionale d'agriculture Languedoc-Roussillon
- Héloïse Hotton, Air-Languedoc-Roussillon
- Sylvain Labbe, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement de Montpellier
- Juliette Langlois, élève Agro. M.
- Bijan Mohammadi, université de Montpellier II en délégation à l'Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement de Montpellier
- Anne-Christine Le Gall, Institut national de l'environnement industriel et des risques
- Aurélien Gouzy, Institut national de l'environnement industriel et des risques
- Julie Portier, élève Agro. M.
- Véronique Rissons, Direction départementale des affaires sanitaires et sociales Languedoc-Roussillon
- Khadija Rizki, élève Agro. M.
- Carole Sinfort, Agro. M.

Remerciements à Elodie Fille, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales Languedoc-Roussillon, pour la partie cartographique.

Abréviations

Aasqa	Associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air
Cemagref	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
Cerpe	Cellule d'étude et de recherche sur la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
Cire	Cellule interrégionale d'épidémiologie
Ddass	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
Diren	Direction régionale de l'environnement
DJA	Dose journalière acceptable
DJE	Dose journalière d'exposition
Draf	Direction régionale de l'agriculture et de la forêt
Drass	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
FAO	Food and Agriculture Organisation
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
Inra	Institut national de recherche agronomique
InVS	Institut de veille sanitaire
IRIS	Integrated Risk Information System (US-EPA)
PRSE	Plan régional en santé environnement
QD	Quotient de danger
RIVM	Rijk Instituut Voor Volksgezondheid en Milieu
SNCF	Société nationale des chemins de fer
UIPP	Union des industries de la protection des plantes
US-EPA	Environmental Protection Agency (États-Unis)
VTR	Valeur toxicologique de référence

Tableau de conversion des unités utilisées

1 milligramme	1 mg	0,001 gramme	10^{-3} g
1 microgramme	1 µg	0,000001 gramme	10^{-6} g
1 nanogramme	1 ng	0,000000001 gramme	10^{-9} g
1 mètre cube	1 m ³	1 000 litres	10^3 L
1 mètre cube	1 m ³	1 000 000 centimètres cubes	10^6 cc

1. Contexte

Les pesticides – également appelés produits phytopharmaceutiques ou phytosanitaires lorsqu'ils sont utilisés pour la protection des végétaux – sont des préparations contenant une ou plusieurs substances chimiques (matières actives associées éventuellement à des adjuvants renforçant l'activité et la sécurité du produit). Ils incluent également leurs métabolites. Ils sont généralement classés par familles : insecticides, herbicides, fongicides, nématicides, acaricides, algicides, rodenticides, ainsi que les produits apparentés (notamment les régulateurs de croissance). Leur utilisation a pour but :

- la protection des végétaux ou produits végétaux contre les organismes nuisibles (insectes, champignons, etc.) ;
- la destruction des végétaux (en tout ou partie) importuns ;
- la prévention de la croissance indésirable de végétaux (en exerçant une action sur leur processus vital : régulateurs de croissance) ;
- la conservation des produits végétaux (produits appliqués sur les fruits et légumes pour freiner leur décomposition).

La France est le troisième utilisateur mondial de pesticides, après les États-Unis et le Japon. Ils sont en majorité employés pour des usages agricoles classiques (80 000 tonnes de pesticides épanchés en 2006 sur le plan national [1]. D'autres utilisateurs consomment également des pesticides, comme les collectivités locales chargées de l'entretien des espaces publics, les gestionnaires d'infrastructures de transport et de voies de communication et les particuliers. Ces consommations représentent environ 9 % du tonnage consommé. Seule une partie de la quantité de pesticides épanchés par la voie aérienne atteint réellement

la cible visée (mauvaise herbe, insecte ravageur, champignon, etc.). Le reste du produit – 30 % à 99,7 % selon les produits, les méthodes... – diffuse dans les différents compartiments de l'environnement : eau, air, sol (annexe 1) [2]. L'estimation quantitative de cette perte est difficile, dans la mesure où elle dépend de plusieurs paramètres : propriétés physico-chimiques de la molécule, mode d'application et paramètres extérieurs (météorologie, lieu, topographie). Environ 800 substances sont actuellement autorisées en France. Elles entrent dans la composition de plus de 8 000 produits commerciaux. Au cours des dernières années, 150 substances ont été retirées du marché dans le cadre communautaire de réévaluation.

Ces dernières années, la contamination des milieux par les pesticides a amené les pouvoirs publics et l'ensemble de la société à s'interroger sur les risques potentiels encourus par la population générale. Au-delà des problèmes de contamination de l'eau et des aliments, l'Institut de veille sanitaire (InVS) et les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) ont été sollicités sur l'exposition par voie aérienne des populations qui résident autour de surfaces agricoles traitées.

Par ailleurs, le Plan régional en santé environnement (PRSE), piloté en Languedoc-Roussillon par la Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (Drass), prévoit dans son action 36 d'organiser l'exploitation des données existantes pour estimer l'exposition de la population aux pesticides dans la région, toutes voies d'exposition retenues.

2. Objectif

L'objectif de cette étude consiste à estimer l'exposition par inhalation de la population générale aux pesticides dans la région Languedoc-Roussillon. Une évaluation des risques sanitaires est réalisée secondairement pour certaines molécules, dans les cas où une valeur toxicologique de référence existe pour la voie respiratoire.

Pour mener à bien cette étude, la Cire et la Drass ont mis en place en septembre 2005 un groupe technique composé des principaux acteurs institutionnels intervenant dans ce domaine dans la région : la Direction régionale de l'environnement (Diren), le service régional de

la protection des végétaux de la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt (Draf), l'Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (Cemagref) de Montpellier, l'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa) du Languedoc-Roussillon Air LR, la chambre régionale d'agriculture, la Drass et la Cire. Un partenariat avec l'École nationale supérieure d'agronomie de Montpellier (Agro M.), a permis d'envisager une aide logistique pour la réalisation de l'étude.

3. Données disponibles

3.1 CONTAMINATION DE L'AIR PAR LES PESTICIDES

3.1.1 Au niveau national

En France, peu de connaissances existent sur la contamination aérienne aux pesticides. En effet, alors que les teneurs en pesticides dans l'eau et les aliments font l'objet de contrôles réguliers, conformément à la réglementation, aucune norme n'est encore établie pour l'air. Une étude métrologique pilote a été mise en œuvre en 2004 par l'InVS [3], en collaboration avec trois réseaux de mesure de la qualité de l'air. Les objectifs de cette étude étaient d'estimer les concentrations en pesticides dans l'air ambiant, de connaître l'évolution des concentrations au cours du temps et de définir des pesticides traceurs, dans le but final de caractériser les expositions des populations vivant à proximité de zones traitées. Les concentrations aériennes des molécules les plus utilisées localement ont ainsi été mesurées sur trois sites, représentant des environnements variés, avec différents types de culture – et donc de produits utilisés – d'avril à octobre, principale période de traitement.

Les trois régions ont été sélectionnées en raison de leurs spécificités agricoles : viticulture principalement en Aquitaine, grandes cultures (blé, maïs, colza, tournesol, etc.) en Poitou-Charentes et cultures diverses (arboriculture, viticulture, grandes cultures) dans la région Centre. Les analyses d'air ont été réalisées sur la base des listes des produits les plus utilisés en 2004 dans chacune des trois régions, de la faisabilité de la mesure et de la toxicité des molécules. Les résultats montrent, quel que soit le site de mesure, la présence d'un mélange de pesticides dans une large gamme de concentrations (teneurs comprises entre le seuil de détection, en général inférieur au ng/m^3 , et plusieurs centaines de ng/m^3). Sur le plan qualitatif, les concentrations observées dans chaque région présentent des profils différents et apparaissent comme une signature de l'activité agricole pendant la période de mesure. Des périodes d'exposition sont de plus observables, de même que la persistance d'un bruit de fond en dehors de tout traitement. Ces résultats confirment la grande quantité de pesticides utilisés en France, quels que soient la région ou le type de culture.

3.1.2 Au niveau régional

Sur le plan local, quelques mesures exploratoires de pesticides dans l'air ambiant ont été réalisées par l'Ineris à Montpellier, avec la collaboration du Cemagref et d'Air LR, en 2001 et en 2002 [4]. Des prélèvements ont été effectués en zone urbaine (Montpellier Sud) et sur une parcelle traitée (Montpellier Nord, domaine de Lavalette). Sur la parcelle de Montpellier Sud, du folpel a été détecté pendant plusieurs jours en fortes concentrations, ainsi que du krésoxim-méthyl (une seule journée). Ces deux composés sont des fongicides. La présence d'endosulfan- α a été constatée tout au long des mesures à des concentrations supérieures au bruit de fond en début de campagne. L'endosulfan- β a également été détecté, à des niveaux proches du

bruit de fond, de même que l'atrazine, le malathion, le parathion, le tebuconazole, la terbuthylazine et l'oxadiazon. Du lindane (insecticide interdit en France depuis 1998) a de plus été régulièrement repéré, à des concentrations corrélées à la température ambiante. Enfin, le chlorpyrifos (insecticide), présentait des concentrations significatives. Aucune corrélation n'a pu être établie entre les pesticides présentant les concentrations les plus élevées et les traitements effectués sur la parcelle de Montpellier Nord dans la mesure où les périodes de prélèvement et d'épandage ne coïncident pas. De plus, les deux sites sont séparés par plusieurs kilomètres.

3.1.3 Sur le plan de la recherche locale

Le Cemagref de Montpellier travaille, entre autres sujets d'étude, sur quatre axes de recherche liés à la contamination de l'air par les pesticides :

- la revolutilisation des produits phytosanitaires après application en collaboration avec l'équipe de l'Inra de Grignon ;
- la caractérisation de l'émission de pesticides et la limitation de la dérive ;
- le devenir des pesticides émis au-dessus d'une parcelle de vigne par modélisation des transferts dans l'air. Cette modélisation a pour objet la réalisation d'une cartographie du risque pour les populations installées en bordure des parcelles traitées par les produits phytosanitaires ;
- la mise au point d'appareils de traitement permettant de limiter la contamination de l'environnement par les pesticides.

3.2 CARTOGRAPHIE DES CULTURES DOMINANTES ET DE LA PRESSION PHYTOSANITAIRE EN LANGUEDOC-ROUSSILLON

Un diagnostic régional sur le risque de contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires en Languedoc-Roussillon a été effectué en novembre 2003 sous l'égide de la Cellule d'étude et de recherche sur la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires (Cerpe), co-animée par la DIREN et la DRAF/SRPV [5]. Le diagnostic, réalisé à partir de dires d'experts, permet d'obtenir des informations locales essentielles sur les cultures dominantes et la pression phytosanitaire par petites régions naturelles et agricoles en Languedoc-Roussillon (cartographie en annexe 2).

Des données concernant le milieu non agricole (Conseils généraux, communes, SNCF, Directions départementales de l'équipement, golfs, aéroports, Autoroutes du sud de la France, applicateurs agréés, Organisme national des forêts, Entente interdépartementale de démoustication Méditerranée) ont également été explorées, sans toutefois intégrer les traitements effectués par les particuliers ou d'autres utilisateurs (entretien des pistes de ski...).

3.3 TOXICOLOGIE DES MOLÉCULES ET EFFETS SANITAIRES

Les risques sanitaires liés à l'exposition de la population aux pesticides [6] peuvent être liés à des intoxications aiguës, impliquant plutôt des utilisateurs (absorption accidentelle du produit, contact cutané ou inhalation lors de la manipulation de produits ou lors de l'application du traitement). Les effets à long terme sont plus difficiles à apprécier dans la population générale. Les principaux effets sanitaires recensés concernent les cancers (hématologiques notamment), les troubles de

la reproduction (atteintes de la fertilité, malformations congénitales, avortements) et les troubles neurologiques (neuropathies périphériques, troubles neuro-comportementaux, maladies de Parkinson).

Des données d'ordre toxicologique manquent actuellement pour caractériser réellement les risques liés à l'inhalation, dans la mesure où les données existantes privilégient plutôt les expositions par ingestion. L'InVS a comme projet la recherche des valeurs toxicologiques de référence disponibles pour la voie d'exposition aérienne aux pesticides.

4. Matériel et méthode

4.1 PRINCIPE

Des analyses de pesticides dans l'air ont été réalisées dans quatre sites de la région Languedoc-Roussillon par Air LR. Des enquêtes environnementales ont été effectuées autour des sites de mesure auprès des utilisateurs de pesticides, agricoles et non agricoles. Le principe de l'étude est de mettre en relation les teneurs en pesticides mesurées dans l'air ambiant sur les sites retenus avec les utilisations de pesticides (quantités épandues, nature des molécules utilisées, périodes d'épandage, matériel utilisé).

Deux séries de mesures ont été réalisées par site d'étude, l'une en période hors traitement, l'autre pendant la période de traitement considérée comme maximale. Chaque série de mesures concerne un site "fixe" (placé en milieu agricole bien caractérisé), avec un prélèvement pendant trois semaines, et trois sites "mobiles" (placés en zones urbaine, périurbaine et rurale) répartis à plus d'un kilomètre autour du site fixe et bénéficiant au total de la même période de prélèvements que celui-ci, en échelonnant les mesures sur une semaine pour chaque site mobile.

L'exposition de la population par les pesticides est estimée pour la voie aérienne en fonction des données recueillies. De plus, l'application de la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires est prévue lorsque les données sont suffisantes. Cette démarche comporte quatre étapes standardisées :

- l'identification des dangers, recensant les substances émises dans l'environnement et leurs effets sanitaires ;
- la détermination des valeurs toxicologiques de référence (VTR). La VTR traduit la relation quantitative entre une dose d'exposition et la survenue d'un effet sanitaire. Elle est établie pour une voie et une durée d'exposition et est spécifique d'un effet donné. Dans le cas de toxiques sans effet de seuil (essentiellement les cancérigènes génotoxiques), une probabilité d'occurrence de l'effet sanitaire est associée ;
- l'estimation de l'exposition des populations à chacune des substances retenues ;
- la caractérisation quantitative des risques sanitaires, qui permet de calculer la possibilité d'observer un effet sanitaire.

4.2 ZONE ET POPULATION D'ÉTUDE

L'étude a été effectuée sur une zone d'étude restreinte dans laquelle des prélèvements atmosphériques de pesticides ont été réalisés et mis en relation avec des données quantitatives et qualitatives de matières actives épandues, ainsi qu'avec des populations exposées.

4.2.1 Implantation des sites de prélèvement

a) Contraintes de sélection des sites de prélèvement

En Languedoc-Roussillon, les cultures permanentes (viticulture et arboriculture) sont majoritaires devant les terres arables (céréales, oléagineux), comme l'illustre le diagnostic régional réalisé sous l'égide de la Cerpe en 2003 [5]. La zone d'étude restreinte a été située préférentiellement en secteur viticole, puisqu'il s'agit de la culture dominante dans la région (environ 293 000 ha en 2006), que les molécules utilisées sont connues et que les traitements sont généralement enregistrés pour avoir une traçabilité. De plus, les travaux de modélisation du Cemagref sont menés sur une parcelle de vigne.

La bonne coopération des professionnels concernés, notamment agricoles, a été recherchée en préalable impératif à la sélection des sites d'étude. D'autre part, les sites de mesure devaient être compatibles avec les contraintes d'implantation des capteurs (alimentation électrique et sécurité).

b) Sélection des sites de prélèvement

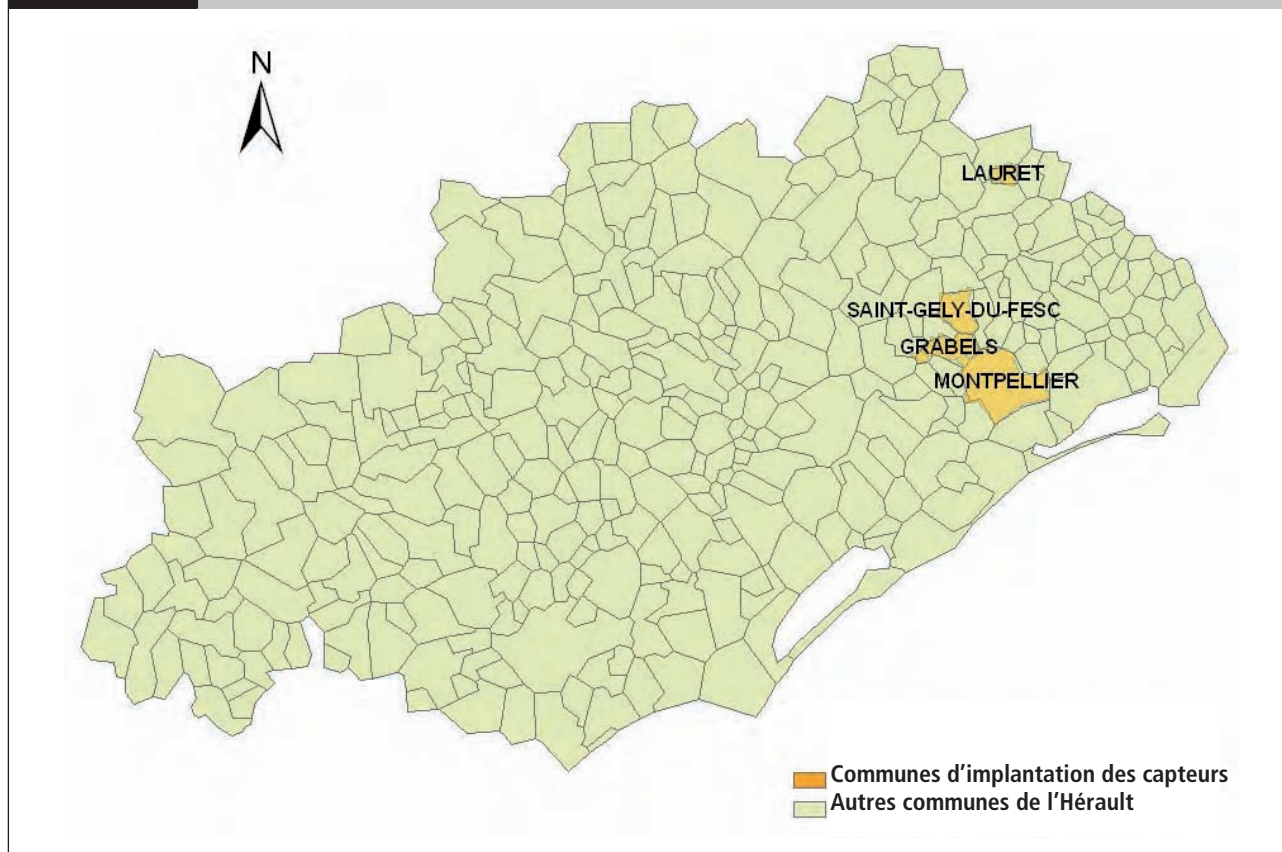
Le choix du site fixe s'est porté sur le domaine du Mas de Piquet, à Grabels, exploité par le lycée Agropolis. Ce site présente des avantages pour l'étude : exploitation de 15 ha de vignes sur 40 ha (10 ha de céréales et 15 ha de jachère), pratiques agricoles raisonnées (charte Terra Vitis), traçabilité des épandages, traitements limités aux seuls usages agricoles, exploitants autour du site peu nombreux, garantie des contraintes techniques nécessaires à l'implantation des capteurs... De plus, les responsables du lycée et de l'exploitation qui en dépend se sont montrés très réceptifs aux objectifs de l'étude.

Pour ce qui concerne les trois sites mobiles, la sélection a retenu (figure 1) :

- en zone urbaine : à Montpellier, au niveau du Près d'Arènes, environ à 10 km au sud-est du Mas de Piquet (un capteur Air LR déjà présent) ;
- en zone péri-urbaine : à Saint-Gély-du-Fesc, environ à 4 km au nord-ouest du domaine du Mas de Piquet (un capteur Air LR en centre-ville déjà présent) ;
- en zone rurale, dans le terroir du Pic Saint-Loup, une vingtaine de kilomètres environ au nord du Mas de Piquet. Il s'agit d'un viticulteur pratiquant une agriculture raisonnée en conversion biologique, résidant à Lauret. Il dispose d'un logiciel informatique assurant entre autres la traçabilité des épandages de pesticides. Son exploitation est entourée d'autres vignobles, souvent en agriculture biologique. Il est à noter que des difficultés ont été rencontrées pour trouver le dernier site de mesure, compte tenu des inquiétudes des viticulteurs sur le thème de l'étude.

FIGURE 1

COMMUNES D'IMPLANTATION DES SITES DE MESURES DANS LE DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT



Source: IGN 2002/BD CARTO®.

4.2.2 Délimitation et caractérisation des zones d'étude

L'acquisition de données sur les épandages effectués autour des sites de mesure est essentielle dans le cadre de l'étude. Les informations relatives aux épandages de pesticides réalisés pendant les périodes de mesure ont été recueillies auprès des utilisateurs, selon l'impact qu'ils peuvent avoir sur les prélèvements. Le périmètre pris en compte autour des sites de mesure dans lequel ont été réalisées les enquêtes environnementales a fait l'objet d'une recherche de délimitation précise.

a) Détermination des zones d'étude

Le Cemagref et l'université de Montpellier II sont en cours de développement d'un modèle de dispersion des pesticides dans l'air permettant de réaliser plusieurs scénarios d'épandage. Ce modèle a pour objectif la visualisation du déplacement des pesticides dans l'air et la cartographie des risques par rapport à des lieux sensibles (habitations...). Il s'agit d'une plate-forme de simulation à complexité réduite (temps de calcul courts) à l'échelle d'un domaine d'étude (initialement, un bassin versant). Elle se fonde sur la modification de la géométrie de l'espace par recalcul des distances en fonction de données météorologiques (vent), topographiques et des caractéristiques de la végétation. Le modèle prend également en compte le type de matériel d'épandage (estimation des pertes locales). Son principe de fonctionnement repose sur la saisie de quelques points topographiques et météorologiques, l'interpolation de ces données sur l'ensemble du domaine d'étude et le calcul de la concentration des pesticides dans l'air dans le domaine d'étude, à partir d'un point de mesure. Des cartes figurant les courbes d'isoconcentration de pesticides pour chacun des sites de mesure peuvent ainsi être fournies. L'origine des pesticides mesurés au point de prélèvement peut dans ces conditions être reconstituée.

Dans la mesure où ce modèle tient compte des données statistiques climatiques, notamment les directions dominantes et intensités moyennes de vent (les trois plus importants statistiquement sont pris en compte), ainsi que du relief, il avait été initialement prévu de l'utiliser pour définir le périmètre des zones d'études, dans lesquelles sont réalisées les enquêtes auprès des utilisateurs de pesticides. La délimitation de zones d'étude par le modèle de dispersion n'a pu malgré tout être retenue. En effet, les données météorologiques intégrées dans le modèle étaient uniquement celles du mois de janvier. Par ailleurs, la topographie n'a été prise en compte que dans le sens d'un retard à la diffusion des pesticides. Les résultats du modèle ne pouvant être validés, il a été convenu de revenir à une définition sommaire de zone d'étude, basée sur un cercle d'un rayon d'un kilomètre centré sur les capteurs (matérialisé en rouge sur les cartes en annexe 3).

b) Recensement des utilisateurs de pesticides

Les utilisateurs de pesticides ont été recensés dans les zones d'étude par la Drass et la Cire pour les utilisateurs non agricoles et par les étudiants de l'Agro M [7] pour les utilisateurs agricoles (viticulteurs exclusivement) :

- les cadastres des communes sur lesquelles se situent les zones d'étude (Montpellier, Lattes, Saint-Clément de Rivière, Grabels, Saint-Gély-du-Fesc, Claret et Lauret) ont été consultés en vue d'obtenir les coordonnées des propriétaires des parcelles concernées, puis, après contact avec ceux-ci, les coordonnées des exploitants agricoles des terres situées dans les quatre zones d'étude ;
- les utilisateurs non agricoles institutionnels, repérés comme susceptibles d'être concernés par l'étude ont été définis par les collectivités locales (Conseil général de l'Hérault, communes), les gestionnaires de réseaux (SNCF, Direction départementale de l'équipement, Autoroutes du sud de la France), les gestionnaires

d'espaces anthropisés (golfs, aéroport), les gestionnaires d'espaces naturels (Office national des forêts, l'Entente interdépartementale de démolition Méditerranée);

- il a été considéré par le groupe technique qu'une connaissance exhaustive des traitements effectués par les particuliers était impossible. Il a donc été convenu de réaliser une évaluation moyenne des pratiques des particuliers.

c) Organisation des enquêtes environnementales

Les enquêtes auprès des utilisateurs de pesticides, agricoles ou non, ont été réalisées après la seconde série de prélèvements afin de connaître la quantité et la nature des produits épanchés, ainsi que les périodes d'épandage. La finalité était d'avoir la connaissance la plus exacte possible de ces éléments pour les deux campagnes de mesure. Le questionnaire d'enquête a été adapté à partir d'un questionnaire élaboré dans le cadre du projet LIFE (AWARE), dont l'objectif est d'étudier comment l'optimisation des techniques d'application des produits phytosanitaires, du lavage au remplissage du pulvérisateur, peut permettre de limiter la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires. Les pratiques des agriculteurs sont analysées dans ce cadre par des enquêtes exhaustives. Le questionnaire, adapté par le groupe technique, a ensuite été décliné selon les trois catégories d'utilisateurs de pesticides étudiés ("agriculteurs", "institutions", "particuliers") (annexe 4).

Les élèves ingénieurs de l'Agro M. ont contribué au projet en effectuant les enquêtes d'utilisation des pesticides auprès des viticulteurs exploitant dans les zones d'étude, ainsi qu'auprès des particuliers. Pour ce qui concerne les particuliers, ils ont procédé à des sondages auprès de clients de jardinerie situées à proximité des zones d'étude,

les responsables de jardinerie et les distributeurs ne souhaitant pas divulguer leurs données relatives aux produits de vente. Les enquêtes environnementales pour les utilisations par les institutions ont été conduites par courrier de manière exhaustive par la Drass et la Cire, sans qu'il ait été toujours possible de distinguer les zones exactes d'épandage pour l'Hérault.

4.2.3 Population d'étude

La population d'étude est celle qui vit dans et à proximité des zones d'étude. Elle est définie selon son lieu de vie (urbain, semi-rural, rural et en zone viticole).

4.3 PÉRIODES D'ÉTUDE

Deux périodes de mesure ont été choisies en fonction des périodes de traitement de la vigne : une période hors traitement, en janvier, et une seconde période, en juin, correspondant au maximum théorique de traitements utilisés en viticulture. Les prélèvements ont été réalisés par séries d'une semaine successivement sur chacun des trois sites "mobiles", le site "fixe" faisant l'objet d'un prélèvement continu pendant les trois semaines de mesure.

La première campagne de prélèvements de pesticides dans l'air s'est déroulée du 17 janvier au 7 février 2006. La seconde campagne a eu lieu du 5 au 26 juin 2006. Le tableau 1 précise les périodes d'échantillonnage propres à chaque site.

TABLEAU 1 PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE				
Période	Mas du Piquet	Prés d'Arènes	Saint-Gély-du-Fesc	Pic Saint-Loup
Période hors traitements				
17-24 janvier	4	4		
24-31 janvier	4		4	
31 janvier-7 février	4			4
Période de traitements				
5-12 juin	4	4		
12-19 juin	4		4	
19-26 juin	4			4

Au total, 12 prélèvements ont été réalisés sur les deux périodes de mesures (hors et pendant traitements). Deux prélèvements "blancs" (témoins non exposés) ont également été réalisés en janvier et juin.

4.4 ANALYSES D'AIR

4.4.1 Choix des substances à analyser

Une première liste de pesticides comportant dans un premier temps 78 substances a été proposée par le laboratoire d'analyse, via Air LR. Or, certaines matières actives utilisées en viticulture dans la région n'étaient pas comprises dans cette liste. Des propositions ont été faites par le groupe technique pour compléter la liste initiale et transmise pour avis à l'Ineris qui a mis au point un outil d'aide à la décision

permettant de déterminer les molécules susceptibles d'être retrouvées dans l'air sur la base des tonnages de matières actives utilisées (liste Siris de 1998) et des propriétés physico-chimiques de chaque molécule. La toxicité a été intégrée dans l'outil par le biais d'une exposition par voie orale, du fait du manque de disponibilité de données par la voie aérienne pour beaucoup de molécules et de la vocation généraliste de l'outil. Une réunion nationale présidée par l'Ineris s'est tenue le 13 janvier 2006 à Paris. Au cours de celle-ci, les experts, compte tenu des éléments dont ils disposaient, ont défini les substances à suivre prioritairement dans l'étude menée en Languedoc-Roussillon. Une hiérarchisation des molécules à analyser a ainsi été effectuée par l'Ineris. L'arbre de hiérarchisation qui en découle a permis de définir les molécules prioritaires, susceptibles d'être retrouvées dans l'air après traitement, lesquelles sont définies par les dix premières lignes de la hiérarchisation (annexe 5).

La hiérarchisation de l'Ineris a été interprétée par Air LR et une seconde liste, comportant trois molécules supplémentaires (aminotriazole, procymidone et endosulfan) a été élaborée par Air LR et transmise au laboratoire comme base des analyses à réaliser pour la première période d'étude. Cette liste de 81 molécules n'a pu être validée par les membres du groupe technique pour des raisons de délais. Les analyses ont été en conséquence effectuées en janvier 2006 sur la base de la seconde liste non consolidée.

Le groupe technique, après examen de la liste des 81 pesticides analysés en janvier et de l'arbre de hiérarchisation de l'Ineris, a décidé de la compléter en lui ajoutant 9 molécules :

- 7, du fait de la hiérarchisation de l'Ineris : paraquat, Dnoc, difenoconazole, ioxynil, oxadixyl, thiophanate méthyl, bifenthrine ;
- 2, compte tenu de leur toxicité par inhalation (organophosphorés) et de leur utilisation dans la région : chlorfenvinphos, fénitrothion.

Parmi ces 9 molécules, 4 ne sont pas dosables (Dnoc, ioxynil, paraquat (dichlorure), thiophanate méthyl). Les 5 autres ont pu être prises en compte. Dans la mesure où les 78 molécules initialement proposées par le laboratoire constituaient une base forfaitaire, il a paru plus simple de ne pas la remettre en cause, même si certaines molécules proposées ne semblaient pas pertinentes sur le plan de leur utilisation dans la région et/ou en viticulture. La liste validée (annexe 6) comprend donc 86 substances analysées lors de la seconde campagne de prélèvement au mois de juin. Un écart de 5 molécules analysées existe en conséquence entre la première et la seconde campagne de mesures. On ne s'intéresse dans cette étude qu'aux molécules organiques, en excluant de fait les substances minérales et biologiques.

4.4.2 Méthode de prélèvement et techniques analytiques

Les prélèvements d'air ont été assurés par Air LR, qui a sous-traité les analyses de pesticides au laboratoire Micropolluants technologie (Thionville). Les stations de prélèvements sont présentées en annexe 7.

Les prélèvements ont été effectués sur des filtres en fibres de quartz, pour la phase particulaire et sur des mousses de polyuréthane (PUF), pour la phase gazeuse (préleveurs de type Partisol fonctionnant en bas volume : débit de prélèvement = 1 m³/h). Les échantillons ont été transportés en glacière par Air LR depuis le site de mesure jusqu'à ses locaux où ils ont été stockés au congélateur. Ils ont ensuite été transmis par Air LR au laboratoire pour analyse globale des phases gazeuse et particulaire. Les dosages et identification des molécules ont été réalisés par couplage chromatographique en phase gazeuse et spectrométrie de masse et par chromatographie liquide en haute performance (annexe 8).

4.5 SAISIE INFORMATIQUE ET ANALYSE DES DONNÉES

La saisie et l'exploitation des données d'utilisation de pesticides et des résultats d'analyses d'air (ensemble des données d'exposition) ont été effectués sous Microsoft Excel. Les travaux de cartographie ont été réalisés à l'aide du système d'information géographique Arc View 9.1.

4.6 BUDGET ET ÉCHÉANCIER PRÉVU

4.6.1 Budget

La Drass a disposé en 2006 d'un budget de 10 000 € dans le cadre du PRSE. Ces crédits ont été dédiés aux prélèvements et analyses d'air, confiés à Air LR. Le coût forfaitaire du laboratoire pour une analyse (liste de 78 molécules) est de 360 € HT. À cette somme, s'ajoutent les coûts d'analyse pour les molécules supplémentaires analysées en janvier et en juin (entre 100 et 125 €) et une participation aux frais de développement de 475 €. Au total, les frais d'analyse se sont élevés à 5 740 €, auxquels s'ajoute la prestation d'Air LR. L'InVS a pris en charge à hauteur de 2 000 € la contribution financière apportée à l'Agro M. pour couvrir les frais induits par la participation des élèves ingénieurs.

4.6.2 Échéancier prévu en 2006

- Janvier : avis de l'Ineris sur la liste des molécules pertinentes à rechercher dans l'air ; début de la 1^{re} campagne de mesures sur les quatre sites.
- Février : validation de la liste définitive des molécules à analyser.
- Mars : résultats analytiques de la 1^{re} campagne de mesures.
- Juin : définition des zones d'étude autour des quatre sites de mesures ; 2^e campagne de mesures sur les quatre sites.
- Juillet : recensement des utilisateurs de pesticides dans les quatre zones d'étude ; mise au point du questionnaire d'enquête.
- Août : sélection des utilisateurs de pesticides enquêtés (par exhaustivité ou échantillonnage) ; résultats d'analyses de la 2^e campagne de mesure.
- Septembre : exploitation des résultats analytiques des deux campagnes de mesure.
- Septembre-novembre : enquêtes environnementales.
- Décembre : exploitation des enquêtes environnementales.
- Janvier-février 2007 : finalisation du rapport d'étude.

5. Résultats

5.1 CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les roses des vents correspondant aux deux campagnes de prélèvements d'air sont reportées en annexe 9.

5.1.1 Période hors traitement (janvier/février)

Les conditions de vent sur les zones d'étude ont été estimées à partir des vents mesurés par Air LR à Montpellier dans le quartier des Cévennes, hormis pour le Pic Saint-Loup, site sur lequel un relevé direct a été effectué au moment des mesures. Les vents relevés à Montpellier étaient principalement de secteur est, nord-est et sud-ouest pendant les trois semaines de mesures d'air, tandis que le vent observé au Pic Saint-Loup était de secteur Nord (troisième semaine de la campagne).

La seconde semaine de la campagne de prélèvements a été marquée par de fortes pluies à Montpellier (94 mm au total sur la semaine). Les deux autres semaines ont été sèches.

5.1.2 Période de traitements (juin)

Les origines de vents ont été relevées directement sur les sites de mesure pendant les trois semaines de la campagne de prélèvement. On note une bonne concordance avec ceux enregistrés au quartier des Cévennes à Montpellier. Pour le site de Prés d'Arènes (1^{re} semaine), les vents étaient de secteur sud et nord-est. Sur Saint-Gély-du-Fesc (2^e semaine), les vents étaient principalement d'origine sud et sud-est, avec un peu de tramontane (nord-ouest). Au Pic Saint-Loup (3^e semaine), la tramontane prédomine (vents d'origine nord et nord-ouest).

Sur l'ensemble de la période de mesure, le climat a été sec, hormis un léger épisode pluvieux observé durant la deuxième semaine.

5.2 RÉSULTATS DES CAMPAGNES DE PRÉLÈVEMENTS D'AIR

Les résultats analytiques [9] (en terme de masse totale de pesticides mesurés et pour chaque molécule) des deux périodes de mesure sont comparés par site d'étude, la période hors traitement constituant le bruit de fond. Il convient de rappeler que cinq molécules supplémentaires ont été recherchées pendant la période de traitements : difenoconazole, oxadixyl, bifenthrine, chlorfenvinphos, fénitrothion. Ainsi 81 molécules ont été recherchées en hiver et 86 en été.

Sur l'ensemble des deux campagnes de mesure, six molécules ont été mesurées dans les sites d'étude au-dessus du seuil de détection. Elles sont présentées dans les tableaux 2 et 3, avec les concentrations observées.

5.2.1 Période hors traitement (janvier/février)

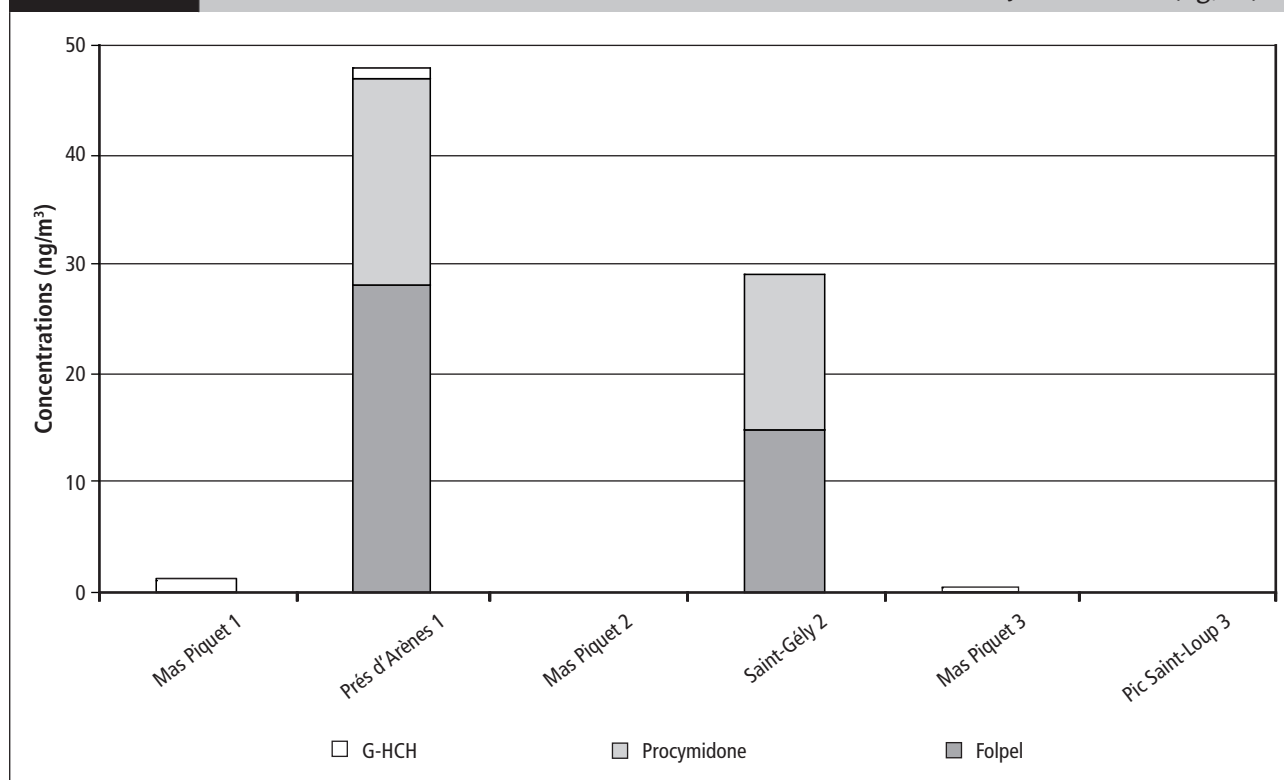
En janvier 2006, la présence de trois molécules a été observée, sur les 81 recherchées :

- le folpel, fongicide à large spectre utilisé essentiellement par les viticulteurs ;
- la procymidone, fongicide utilisé par les professionnels et les jardiniers sur de nombreuses cultures, dont la vigne ;
- le G-HCH (gamma-hexachlorocyclohexane), constituant à 99 % du lindane (insecticide organochloré), reste présent, malgré l'interdiction de son utilisation en 1998, à la fois pour les usages agricoles et comme produit biocide non agricole (désinfectants, insecticides, produits de traitement du bois) (décision de la Commission européenne du 20 décembre 2000). Le lindane est cependant encore utilisé pour certaines utilisations comme le traitement des poux. Il ne s'agissait pas d'une molécule utilisée en viticulture.

Deux des molécules (folpel et procymidone) ne sont mesurées que sur les stations urbaine (Prés d'Arènes, semaine 1) et semi-rurale (Saint-Gély-du-Fesc, semaine 2). L'isomère du lindane est retrouvé au Mas du Piquet (semaines 1 et 3) et au Prés d'Arènes (semaine 1)

TABLEAU 2 CONCENTRATIONS EN PESTICIDES OBSERVÉES PENDANT LA PÉRIODE HORS TRAITEMENT (ng/m ³)						
Pesticides	17-24 janvier (semaine 1)		24-31 janvier (semaine 2)		31 janvier-7 février (semaine 3)	
	Mas du Piquet	Prés d'Arènes	Mas du Piquet	Saint-Gély-du-Fesc	Mas du Piquet	Pic Saint-Loup
Folpel		28		15		
Procymidone		19		14		
G-HCH	1	0,9			0,3	

FIGURE 2

CONCENTRATIONS EN PESTICIDES OBSERVÉES PAR SITE DE MESURE EN JANVIER 2006 (ng/m³)

En terme quantitatif (figure 2), les teneurs maximales en pesticides sont mesurées dans la station montpelliéraine (Prés d'Arènes) durant la première semaine de mesures hivernales suivies par celles mesurées à Saint-Gély-du-Fesc en deuxième semaine de mesures.

5.2.2 Période de traitements (juin)

En juin 2006, la plupart des molécules sont observées durant la troisième semaine de mesures, le Mas du Piquet concentrant la majorité des molécules retrouvées :

- le flusilazole, fongicide utilisé en viticulture, arboriculture et en grandes cultures ;

- le chlorpyrifos éthyl, insecticide d'un large spectre utilisé principalement pour la lutte contre la cicadelle, vectrice de la flavescence dorée (lutte obligatoire) en viticulture, mais également sur d'autres cultures et par les jardiniers amateurs ;
- la propyzamide, herbicide à spectre large, employé en viticulture, grandes cultures, maraîchage, cultures ornementales, forêt ;
- le lindane (G-HCH).

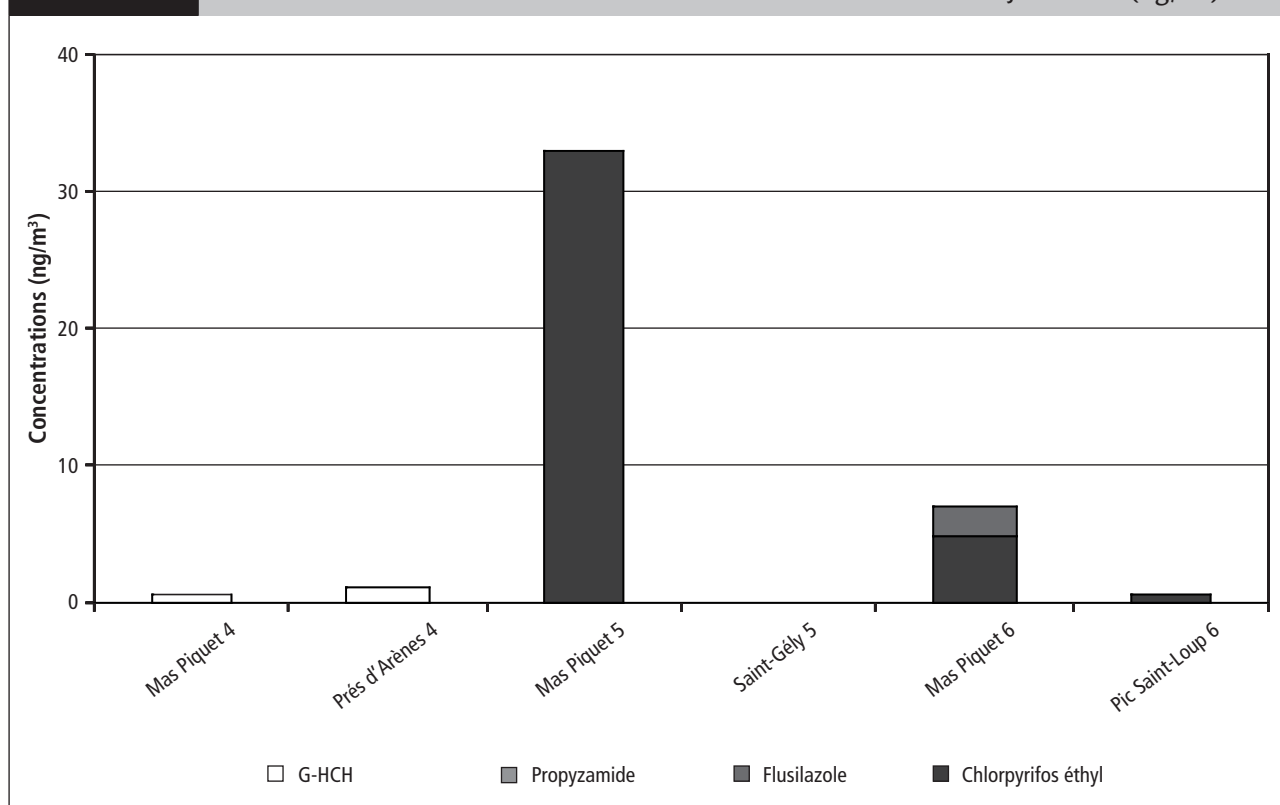
Le chlorpyrifos éthyl prédomine très largement dans les concentrations mesurées (figure 3).

TABLEAU 3

CONCENTRATIONS EN PESTICIDES OBSERVÉES PENDANT LA PÉRIODE DE TRAITEMENTS (ng/m³)

Pesticides	5-12 juin (semaine 4)		12-19 juin (semaine 5)		19-26 juin (semaine 6)	
	Mas du Piquet	Prés d'Arènes	Mas du Piquet	Saint-Gély-du-Fesc	Mas du Piquet	Pic Saint-Loup
G-HCH	0,6	1				
Chlorpyrifos éthyl			33		5	0,6
Flusilazole					2	
Propyzamide					0,1	

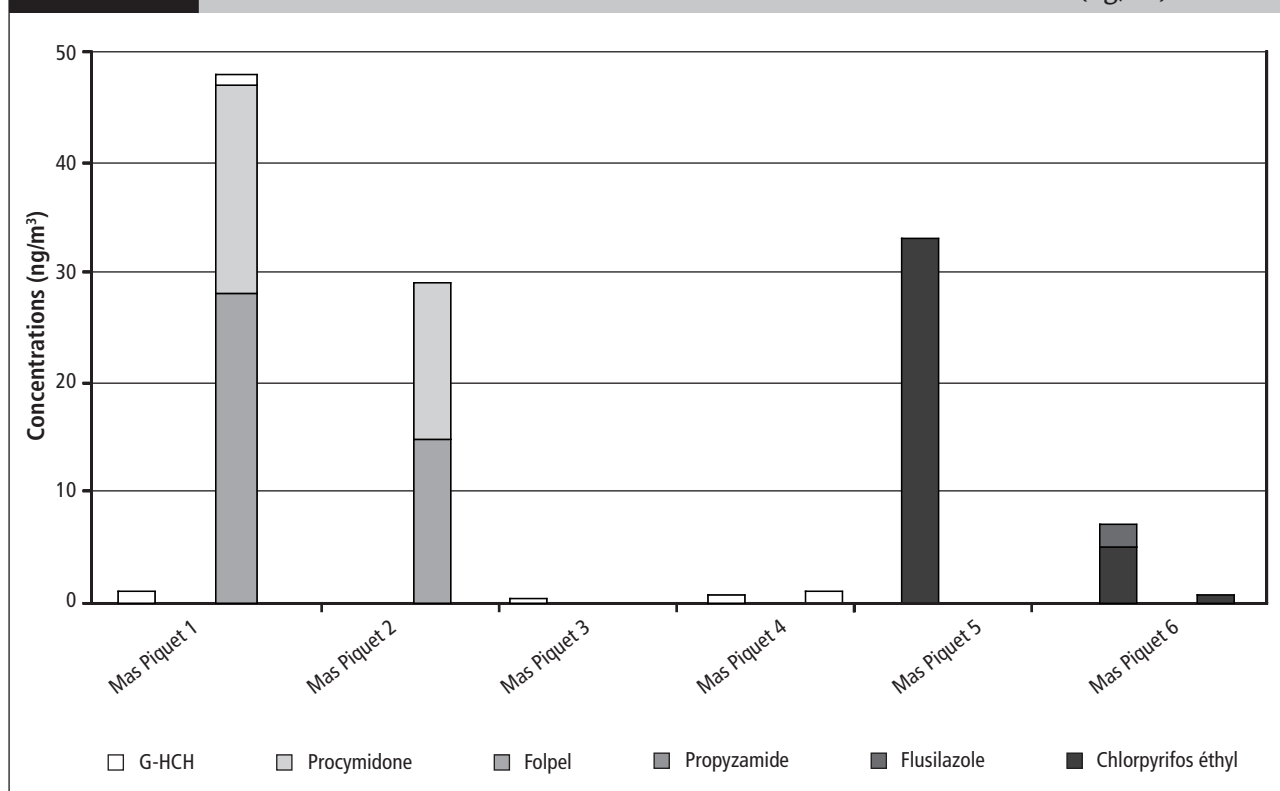
FIGURE 3

CONCENTRATIONS EN PESTICIDES OBSERVÉES PAR SITE DE MESURE EN JUIN 2006 (ng/m³)

5.2.3 Comparaison entre les deux périodes de mesure

Les concentrations en pesticides observées pendant les deux périodes de mesure sont comparées (figure 4).

FIGURE 4

CONCENTRATIONS EN PESTICIDES OBSERVÉES AU TOTAL PAR SITE DE MESURE (ng/m³)

La comparaison des teneurs en pesticides mesurées pendant les deux campagnes de prélèvements montre paradoxalement que les concentrations totales les plus importantes sont relevées pendant la période hors traitement (semaines 1 à 3) et en zones urbaine ou péri-urbaine. Les molécules en cause sont deux fongicides, le folpel et la procymidone, utilisés en viticulture (mais pas uniquement pour la procymidone). Durant la période de traitement, le chlorpyrifos éthyl prédomine largement. Il est observé en zone viticole. Enfin, le lindane, malgré son interdiction depuis une huitaine d'années, se distingue par une présence résiduelle pendant les périodes à la fois hors traitement et de traitement, en zone urbaine et péri-urbaine.

Parmi les molécules observées pendant la période de traitement en juin, ne figure aucune des substances ajoutées à la liste des molécules à analyser pour la seconde campagne de mesures. Il n'est pas possible de savoir si, *a contrario*, ces molécules auraient été observées hors période de traitement.

5.3 ENQUÊTES SUR LES ÉPANDAGES DE PESTICIDES

Les épandages de pesticides sont analysés par utilisateurs et selon les périodes de prélèvements d'air. La totalité des utilisations de pesticides recueillies est synthétisée en annexe 10 :

- des utilisateurs agricoles de pesticides ont été dénombrés dans les zones d'étude du Mas du Piquet (un seul exploitant : le lycée agricole) et du Pic Saint-Loup (quatre exploitants). Les zones d'étude ont été définies par des cercles d'un rayon d'un kilomètre autour des capteurs. Les enquêtes ont été réalisées auprès des cinq viticulteurs recensés dans ces zones ;
- les utilisateurs institutionnels ont été recensés au nombre de 10 : la SNCF, la DDE, le Conseil général de l'Hérault, les mairies de Montpellier et de Saint-Gély-du-Fesc, l'EID Méditerranée (à moins de 15 km du capteur de Prés d'Arènes, pour les épandages en zone littorale), l'ASF, le golf de Fontcaude (à 5 km du capteur du Mas de Piquet), l'aéroport de Montpellier (à 8 km du capteur de Prés d'Arènes) et l'ONF. Une seule institution n'a pas répondu à l'enquête (DDE). Le degré de finesse sur les zones et les dates exactes d'épandage de pesticides est relativement limité pour la plupart des utilisateurs institutionnels, les informations étant le plus souvent disponibles à l'échelle du département ;

- les particuliers ont été interrogés dans six jardineries et pépinières situées à proximité des zones d'étude (Montpellier, Lattes, Mauguio et Lauret). Au total, sur 119 personnes interrogées, 88 possédaient un jardin et 36 ont utilisé des pesticides, sans que les dates d'épandage soient connues avec précision. Les résultats des enquêtes les concernant seront donc traités à part.

Les enquêtes environnementales ont montré que la majorité des utilisateurs de pesticides (agriculteurs et institutions) respectent les doses prescrites, vérifient le bon fonctionnement de leurs appareils de pulvérisation et tiennent compte des conditions météorologiques (vitesse du vent, fortes chaleurs ou précipitations) lors des épandages. Les particuliers sont toutefois moins nombreux à prendre ces précautions.

Les tableaux 4 et 5 présentent les molécules épandues pendant les campagnes de prélèvements d'air par les utilisateurs institutionnels et agricoles, ainsi que leurs quantités.

5.3.1 Résultats pendant la période hors traitement (janvier/février)

La période hivernale a été choisie comme période de référence hors traitement, pour estimer les teneurs résiduelles en pesticides. Les traitements sont donc assez limités et ne sont recensés qu'en troisième semaine, au Mas du Piquet et au Pic Saint-Loup (utilisateurs agricoles de pesticides). Le glyphosate faisait partie des molécules à analyser, mais n'a pas pu l'être pour des raisons techniques (molécule non dosable). Il s'agit d'un herbicide à large spectre d'action de la famille des amino-phosphonates, classé en ligne 6 dans la hiérarchisation de l'Ineris. Les deux autres molécules épandues ne font pas partie de la liste des substances à analyser, elles n'ont donc pas été recherchées (de l'huile de colza a été épandue en semaine 1 par un utilisateur non agricole) :

- l'iprodione, fongicide de la famille des dicarboximides utilisé pour la culture du colza, des vergers et de la vigne, a été classé ligne 21 dans la hiérarchisation de l'Ineris ;
- le flazasulfuron, herbicide de la famille des sulfonilurées utilisé pour le désherbage des agrumes, des oliviers et de la vigne, mais également des espaces publics, non classé par l'Ineris.

TABLEAU 4	ÉPANDAGES DE PESTICIDES OBSERVÉS PENDANT LA PÉRIODE HORS TRAITEMENT (ET QUANTITÉS)		
	17-24 janvier (semaine 1)	24-31 janvier (semaine 2)	31 janvier-7 février (semaine 3)
Mas du Piquet		—	Iprodione ²
Prés d'Arènes	—		
Saint-Gély	Huile de colza ²	—	
Pic Saint-Loup			Flazasulfuron (0,6 kg) ¹ Glyphosate (4,7 kg) ¹

¹ Épandage par un viticulteur.

² Épandage par une institution.

NB : en italique : molécule non dosable.

5.3.2 Résultats pendant la période de traitements (juin)

TABLEAU 5 ÉPANDAGES DE PESTICIDES OBSERVÉS PENDANT LA PÉRIODE DE TRAITEMENTS (ET QUANTITÉ)			
	5-12 juin (semaine 4)	12-19 juin (semaine 5)	19-26 juin (semaine 6)
Mas du Piquet	Soufre ¹ <i>Mancozèbe</i> ² Foséthyl Al ²	Cyfluthrine (0,5 kg) ¹ Chlorpyrifos méthyl (2,6 l) ¹ Chlorpyrifos éthyl (3,7 kg)¹ Deltaméthrine (0,75 g)¹	<i>Foséthyl Al</i> (11,5 kg) ¹ Metirame-zinc (5,7 kg) ¹ Flusilazole (0,04 kg)¹
Prés d'Arènes Saint-Gély Pic Saint-Loup	Soufre		Cymoxanil (7 kg) ¹ Soufre ¹ Dinocap (0,2 kg)¹ Mancozèbe (0,6 kg)¹
Institutions (localisation non précisée)		Bacillus thuriengensis ² Piperonyl butoxyl ² Téméphos ² Deltaméthrine²	---

¹ Épandage par un viticulteur.

² Épandage par une institution.

NB : en italique : molécule non analysable ; en gras : molécules recherchées dans l'air ; gras souligné : molécules mesurées dans l'air.

Au total, douze molécules organiques ont été épandues pendant la seconde campagne de prélèvements d'air. Une substance minérale (soufre) et une biologique (*Bacillus thuriengensis*) ont également été épandues pendant la période d'étude. Parmi les molécules organiques :

- 6 (50 %) ne font pas partie de la liste des molécules recherchées (4 insecticides, 2 fongicides):
 - cyfluthrine, insecticide de la famille des pyréthrinoïdes, classé ligne 17 dans la hiérarchisation de l'Ineris,
 - chlorpyrifos méthyl, insecticide organophosphoré, non classé par l'Ineris,
 - foséthyl aluminium, fongicide, classé ligne 22 dans la hiérarchisation de l'Ineris,
 - piperonyl butoxyde, insecticide de la famille des benzodioxoles, synergisant les pyréthrinoïdes, non classé par l'Ineris,
 - téméphos, insecticide organophosphoré, non classé par l'Ineris,
 - métirame zinc, fongicide de la famille des carbamates, classé ligne 20 par l'Ineris ;
- 3 (25 %) font partie de la liste, mais n'ont pas été retrouvées dans l'air (1 insecticide, 2 fongicides):
 - deltaméthrine, insecticide de la famille des pyréthrinoïdes,

- cymoxanil, fongicide de la famille des acétamides,
- dinocap, fongicide de la famille des dérivés du phénol ;

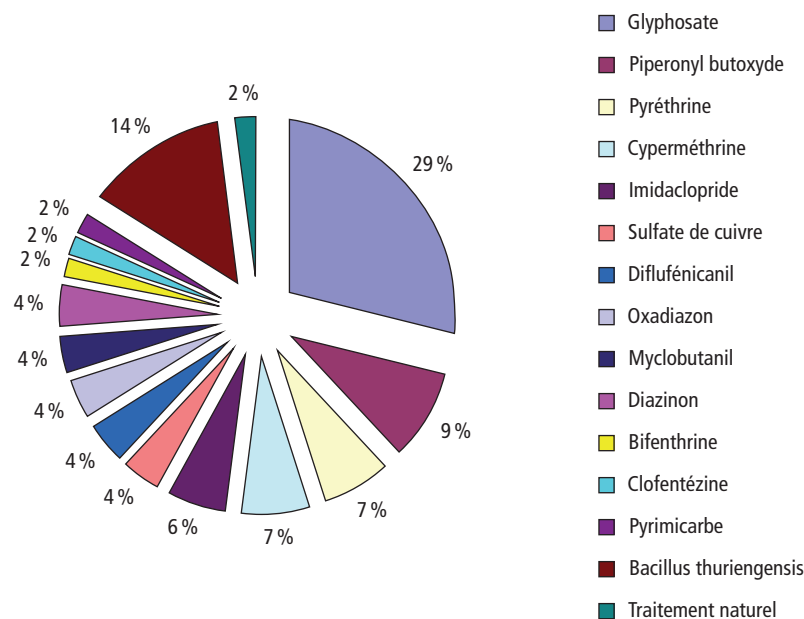
- 2 (17 %) font partie de la liste et ont été retrouvées dans l'air (1 insecticide, 1 fongicide):
 - chlorpyrifos éthyl, insecticide de la famille des organophosphorés,
 - flusilazole, fongicide de la famille des triazoles ;
- 1 (8 %) n'est pas analysable (fongicide):
 - mancozèbe, fongicide de la famille des dithiocarbamates, classé en ligne 5 par l'Ineris.

5.3.3 Enquêtes auprès des particuliers

Les enquêtes sur les épandages de pesticides effectuées auprès des particuliers ont montré que quatre matières actives utilisées sur treize étaient dans la liste des substances à rechercher dans l'air (cyperméthrine, diflufénicanil, diazinon et bifenthrine). La figure 5 indique la part d'utilisation de chaque substance utilisée par les particuliers. Il n'est pas possible de connaître les doses et les dates d'épandage des pesticides utilisés.

FIGURE 5

RÉPARTITION DE L'UTILISATION DE PESTICIDES PAR LES PARTICULIERS



Le glyphosate est utilisé par près de 30 % des particuliers. Il est donc particulièrement regrettable qu'il ne puisse être dosé, puisque sa mesure dans l'air pourrait apporter des enseignements intéressants.

5.4 DISTRIBUTION DES CONCENTRATIONS EN PESTICIDES SELON LES ÉPANDAGES

Les concentrations de pesticides mesurées dans l'air sont mises en perspective avec les pratiques agricoles observées dans les zones d'étude correspondant aux quatre sites de mesure (tableaux 6 et 7). Les données météorologiques relevées lors des prélèvements d'air sont prises en compte lors de cette analyse.

5.4.1 Mise en perspective pendant la période hors traitement (janvier/février)

Pesticides	MISE EN PERSPECTIVE DES CONCENTRATIONS DE PESTICIDES MESURÉES ET DES ÉPANDAGES (PÉRIODE HORS TRAITEMENT)					
	17-24 janvier (semaine 1)		24-31 janvier (semaine 2)		31 janvier-7 février (semaine 3)	
	Mesurés (ng/m ³)	Épandus	Mesurés (ng/m ³)	Épandus	Mesurés (ng/m ³)	Épandus
Mas du Piquet	G-HCH (1)	—	—	—	G-HCH (0,3)	<i>Iprodione</i> (16,6 kg)
Prés d'Arènes	Folpel (28) Procymidone (19) G-HCH (0,9)	—		—		—
Saint-Gély		—	Folpel (15) Procymidone (14)	—		—
Pic Saint-Loup		—		—	—	<i>Flazasulfuron</i> (0,6 kg) <i>Glyphosate</i> (4,7 kg)

NB: en italique : molécules non analysables ou non recherchées.

Il n'existe aucune concordance entre les molécules mesurées (2 fongicides et 1 insecticide) et les épandages de pesticides (3 fongicides et 2 herbicides) pendant la période hors traitement. Il convient de noter que la semaine 2 a été marquée par de fortes pluies à Montpellier. La présence de folpel et de procymidone en zone urbaine et semi-rurale ne peut s'expliquer par des épandages à proximité des sites de mesure puisque ces molécules sont plutôt utilisées sur les vignes au printemps et en été. Le cas du G-HCH (lindane) est encore plus particulier puisque son utilisation est interdite dans l'Union européenne depuis 1998. Il s'agit d'un produit très rémanent, dont la détection dans l'air peut provenir soit de sa volatilisation à partir de sols locaux antérieurement traités, soit de déplacements des masses d'air le transportant depuis les pays où son utilisation reste autorisée.

5.4.2 Mise en perspective pendant la période de traitements (juin)

Hormis le cas des molécules non recherchées ou non analysées, trois configurations se présentent :

- molécules épandues mais non mesurées : c'est le cas de la deltaméthrine (Mas du Piquet, semaine 5, localisation non précisée), du cymoxanil et du dinocap (Pic Saint-Loup, semaine 6). L'absence de détection des molécules peut s'expliquer par les quantités épandues, très faibles (inférieures au litre). Par ailleurs, les parcelles ayant fait l'objet des enquêtes ont pu se trouver hors de portée des capteurs, même si elles étaient situées dans la zone d'étude qui ne tient compte ni de la topographie ni des conditions de vent. Enfin, la présence dans l'air de ces molécules peut être très fugace ;

- molécules mesurées mais non épandues : le cas du G-HCH a été évoqué plus haut. La propyzamide (Mas du Piquet, semaine 6) n'a pas été épandue, ni dans la semaine où elle a été mesurée, ni dans les deux précédentes. Dans la mesure où il s'agit d'un herbicide à spectre large, employé non seulement en viticulture mais également en grandes cultures, maraîchage, cultures ornementales, ..., sa présence dans l'air peut provenir d'une zone extérieure à la zone d'étude. Elle est d'ailleurs détectée à une concentration très faible (0,1 ng/m³). Le chlorpyrifos éthyl (Pic Saint-Loup, semaine 6) est également mesuré à une concentration très faible (0,6 ng/m³). Il peut avoir été épandu soit la semaine précédente dans la zone d'étude, soit la même semaine en dehors de la zone d'étude ;
- molécules épandues et mesurées : il s'agit des deux seules concordances observées, qui concernent exclusivement le Mas du Piquet, lequel a bénéficié d'une période de mesures sur trois semaines en continu. Le chlorpyrifos éthyl a été épandu en semaine 5 et mesuré en semaines 5 et 6, à une concentration d'ailleurs nettement plus faible en semaine 6 (5 ng/m³ vs 33 ng/m³ en semaine 5). Le flusilazole a été épandu et mesuré en semaine 6.

La durée de vie des molécules est également un facteur important à prendre en compte. Cet élément dépend des propriétés intrinsèques de la molécule, mais également des conditions climatiques (pluie, ensoleillement, vent...) qui la dégradent plus ou moins rapidement en métabolites. Les techniques de pulvérisation et les conditions météorologiques au moment des épandages jouent également un rôle sans doute très important dans la détection des molécules dans l'air.

TABLEAU 7 MISE EN PERSPECTIVE DES CONCENTRATIONS DE PESTICIDES MESURÉES ET DES ÉPANDAGES (PÉRIODE DE TRAITEMENTS)						
Pesticides	5-12 juin (semaine 4)		12-19 juin (semaine 5)		19-26 juin (semaine 6)	
	Mesurés (ng/m ³)	Épandus	Mesurés (ng/m ³)	Épandus	Mesurés (ng/m ³)	Épandus
Mas du Piquet	G-HCH (0,6)	<i>Mancozèbe</i> (417,1 kg) <i>Foséthyl Al</i> (250 kg)	Chlorpyrifos éthyl (33)	<i>Cifluthrine</i> (0,5 kg) <i>Chlorpyrifos méthyl</i> (2,6 l) Chlorpyrifos éthyl (3,7 kg) <i>Deltaméthrine</i> (0,75 g)	Chlorpyrifos éthyl (5) Flusilazole (2) <i>Propyzamide</i> (0,1)	<i>Foséthyl Al</i> (11,5 kg) <i>Metirame-zinc</i> (5,7 kg) Flusilazole (0,04 kg)
Prés d'Arènes	G-HCH (1)	—		—		—
Saint-Gély		—	—	—		—
Pic Saint-Loup		—		—	<i>Chlorpyrifos éthyl</i> (0,6)	<i>Cymoxanil</i> (7 kg) <i>Dinocap</i> (0,2 kg) <i>Mancozèbe</i> (0,6 kg)
Institutions (localisation non précisée)				<i>Piperonyl Butoxyde</i> <i>Téméphos</i> <i>Deltaméthrine</i>		

NB : en italique : molécules non analysables ou non recherchées ; en gras : molécules épandues et mesurées dans l'air.

5.4.3 Comparaison avec les autres études disponibles

a) Étude nationale

L'Institut de veille sanitaire a mené une étude visant à estimer les concentrations aériennes de certaines substances actives épandues dans trois communes rurales situées en Aquitaine, région Centre et Poitou-Charentes à partir d'un protocole commun [3]. Cette étude a été réalisée en 2004, en partenariat avec les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air des régions concernées. Les résultats (tableau 8) montrent que :

- en Aquitaine (région viticole), seize produits phytosanitaires ont été fréquemment détectés et quantifiés, sur 26 recherchés. Environ 75 % des fongicides recherchés sont retrouvés, alors qu'on ne détecte que 30 % des herbicides. La période de mesure s'étend de juillet à septembre 2004 ;
- en région Centre (cultures diverses), 13 pesticides sur 33 ont été détectés au moins une fois. Les mesures ont été réalisées de juillet à novembre 2004 ;
- en Poitou-Charentes (grandes cultures), 25 substances sur les 40 recherchées ont été détectées. Les prélèvements d'air ont été effectués d'avril à octobre 2004.

TABLEAU 8 FRÉQUENCES DE DÉTECTION ET CONCENTRATIONS MÉDIANES EN PESTICIDES DANS L'AIR EN AQUITAINE, CENTRE ET POITOU-CHARENTES (PRÉLÈVEMENTS HEBDOMADAIRES). ÉTUDE INVS, 2004								
Aquitaine			Centre			Poitou-Charentes		
Juillet-septembre			Juillet-novembre			Avril-octobre		
Molécules	Fréq.	Méd. (ng/m ³)	Molécules	Fréq.	Méd. (ng/m ³)	Molécules	Fréq.	Méd. (ng/m ³)
Folpel	100 %	37,64	Trifluraline	94 %	1,24	Trifluraline	96 %	1,46
Chlorpyrifos éthyl	100 %	1,82	Lindane	83 %	0,25	Lindane	96 %	0,2
Terbutylazine	100 %	0,15	Oxadiazon	83 %	0,68	Pendiméthaline	96 %	0,37
Chlorothalonil	100 %	0,38	Tolyfluamide	56 %	5,57	Endosulfan	87 %	0,21
<i>Métalaxyl</i>	100 %	0,35	Chlorpyrifos éthyl	39 %	0,32	Folpel	83 %	0,26
Endosulfan α	100 %	0,23	Endosulfan α	39 %	0,36	Tolyfluamide	70 %	0,03
Vinchlozoline	89 %	0,31	Pendiméthaline	39 %	0,50	Alachlore	70 %	0,12
<i>Fenhexamide</i>	67 %	0,55	Métazalachlore	28 %	0,32	Chlorothalonil	61 %	0,09
Tébuconazole	67 %	0,16	Chlorothalonil	22 %	0,48	Acétonifon	57 %	0,1
Krésoxim méthyl	56 %	0,24	Folpel	11 %	4,43	<i>Acétolachlore</i>	52 %	0,03
<i>Iprodione</i>	44 %	0,06	Captane	6 %	1,31	Cyprodinil	43 %	0
Flusilazole	33 %	0,07	Diazinon	6 %	0,49	<i>Flurochloridone</i>	43 %	0
Azoxystrobine	22 %	0,21	Phosmet	6 %	0,58	Flusilazole	35 %	0
<i>Triadimenol</i>	33 %	0,18				Métolachlore	35 %	0
Alachlore	22 %	0,05				Atrazine	30 %	0
						Diméthénamide	30 %	0
						Epoxiconazole	26 %	0
						Terbutylazine	22 %	0
						Métazalachlore	17 %	0
						Tébutame	13 %	0
						Tébuconazole	9 %	0

NB : en italique : molécules non recherchées en Languedoc-Roussillon ; en gras : molécules détectées en Languedoc-Roussillon.

Ces résultats peuvent être comparés à ceux obtenus en Languedoc-Roussillon lors de la seconde campagne de prélèvements en juin, période d'étude la plus proche des plages de mesures effectuées dans les trois régions françaises :

- le folpel est retrouvé dans les trois régions, mais pas en Languedoc-Roussillon en été. Il ne l'est qu'en hiver et en zone urbaine ou semi-rurale à des concentrations voisines de celles observées en Aquitaine (zone rurale). De plus, aucun épandage de folpel n'a été recensé en juin dans les zones d'étude ;
- le chlorpyrifos éthyl, détecté en Aquitaine et région Centre, deux régions comportant de la vigne, l'est également en Languedoc-Roussillon, à des teneurs équivalentes à celles de l'Aquitaine (0,6 à 33 ng/m³ en Languedoc-Roussillon vs concentration maximale = 42,3 ng/m³ en Aquitaine) ;

- le flusilazole est mesuré en Aquitaine, à des concentrations toutefois beaucoup plus faibles qu'en Languedoc-Roussillon (0,07 vs 2 ng/m³) ;
- la détection de lindane est une constante présente à la fois dans les trois régions françaises et en Languedoc-Roussillon. Les teneurs sont équivalentes ;
- des molécules non recherchées en Languedoc-Roussillon ont été détectées à des fréquences non négligeables dans d'autres régions. C'est le cas du métalaxyl, du fenhexamide, de l'iprodione et du triadimenol en Aquitaine et de l'acétolachlore et du flurochloridone en Poitou-Charentes. L'iprodione, notamment, a été épandu dans la zone d'étude du Mas du Piquet en janvier.

Si l'on compare les résultats du Languedoc-Roussillon avec ceux de l'Aquitaine uniquement, en tant que région viticole, on constate que plusieurs molécules n'ont pas été détectées en Languedoc-Roussillon, alors qu'elles l'ont été à des fréquences supérieures à 90 % en Aquitaine (terbutylazine, chlorothalonil, endosulfan- α , vinchlozoline). La durée de l'étude effectuée en Aquitaine, s'étendant sur quatre mois, explique probablement ces fréquences de détection plus élevées.

b) Étude régionale

Des prélèvements ont été effectués en zone urbaine (Montpellier) par l'Ineris avec la collaboration du Cemagref et d'Air LR, en juin 2002 [4]. Le folpel et le chlorpyrifos éthyl présentaient des concentrations significatives pendant plusieurs jours, ainsi que du krésoxim-méthyl (une seule journée). La présence d'endosulfan- α a été constatée tout au long des mesures à des concentrations supérieures au bruit de fond en début de campagne. L'endosulfan- β a également été détecté, à des niveaux proches du bruit de fond, de même que l'atrazine, le malathion, le parathion, le tebuconazole, la terbuthylazine et l'oxadiazon. Du lindane a de plus été régulièrement repéré, à des concentrations relativement élevées.

5.5 EXPOSITION DE LA POPULATION

5.5.1 Principe

L'exposition de la population vivant dans ou à proximité des zones d'étude est estimée pour chacune des molécules détectées, par le calcul de la dose journalière d'exposition (DJE), les immissions (concentrations dans l'air au niveau du sol) étant fournies par les concentrations moyennes de pesticides mesurées lors des deux campagnes de prélèvements. L'estimation des expositions ne tient compte que de la voie aérienne et n'intègre pas les autres voies d'exposition.

5.5.2 Calcul de la dose journalière d'exposition (DJE)

a) Scénarios d'exposition

L'exposition de la population d'étude est comparée selon son lieu de vie (rural, semi-rural et urbain), sans tenir compte de la fraction de temps passée en intérieur et en extérieur, dans la mesure où les concentrations de pesticides à l'intérieur des habitations ne sont pas connues. On considère arbitrairement que la durée de séjour dans chaque lieu de vie est de 24 heures par jour. Les expositions ponctuelles (pendant la période de traitements) et chroniques (bruit

de fond hors période de traitement) sont évaluées en considérant d'une part que la période de traitements s'étend sur 5 mois, de mai à septembre, et d'autre part que les 7 autres mois de l'année sont en période hors traitement, les expositions ponctuelles s'ajoutant aux expositions chroniques. Trois scénarios d'exposition sont construits selon les lieux de vie :

- urbain : Prés d'Arènes;
- semi-rural : Saint-Gély-du-Fesc;
- rural en zone viticole : Pic Saint-Loup.

Un quatrième scénario considère uniquement les mesures effectuées au Mas du Piquet, en zone viticole, s'étalant sur une durée plus longue. Si une molécule est détectée plusieurs fois pendant les trois semaines de mesure sur le site fixe, la DJE est calculée à partir de la moyenne des concentrations.

b) Hypothèses retenues

Les facteurs humains qui permettent de considérer l'exposition des populations en fonction de leurs caractéristiques spécifiques concernent le taux d'inhalation. Il est considéré égal à 20 m³/jour pour un adulte.

c) Calcul de la DJE

Les niveaux d'exposition correspondent à une DJE_{totale} sur l'année, qui est construite en pondérant les durées d'exposition sur l'année selon les périodes (bruit de fond = hors traitement) :

$$\begin{aligned} DJE_{\text{bruit de fond}} &= \text{concentration}_{\text{hors traitement}} \times \text{taux inhalation} \times 7/12 \\ DJE_{\text{traitements}} &= \text{concentrations}_{\text{traitements}} \times \text{taux inhalation} \times 5/12 \\ DJE_{\text{totale}} &= DJE_{\text{bruit de fond}} + DJE_{\text{traitements}} \end{aligned}$$

La DJE est exprimée en ng/jour et est calculée pour les enfants et les adultes.

Le tableau 9 présente les DJE obtenues par molécules détectées dans l'air.

Paradoxalement, les niveaux d'exposition les plus importants sont observés en période hors traitement, en zone urbaine et semi-rurale. Le bruit de fond en pesticides dans l'air constitue ainsi la fraction prédominante dans l'exposition de cette part de la population. Les habitants vivant en zone rurale ne sont, quant à eux, que peu exposés et essentiellement pendant la période de traitements. Ces observations sont toutefois à nuancer du fait de la faible représentativité spatiale et temporelle des mesures d'air.

TABLEAU 9 DJE CALCULÉES (NG/JOUR) PAR SCÉNARIO D'EXPOSITION				
Scénario	Urbain	Semi-rural	Rural	Viticole
Site de mesure	Prés d'Arènes	Saint-Gély	Pic Saint-Loup	Mas du Piquet
Bruit de fond				
Folpel	326,7	175		
Procymidone	221,7	163,3		
G-HCH	10,5			7,6
Période de traitements				
G-HCH	8,3			5
Chlorpyrifos éthyl			5	158,3
Flusilazole				16,7
Propyzamide				0,8
Année				
Folpel	326,7	175		
Procymidone	221,7	163,3		
G-HCH	18,8			12,6
Chlorpyrifos éthyl			5	158,3
Flusilazole				16,7
Propyzamide				0,8

5.6 CARACTÉRISATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

5.6.1 Principe

La phase de caractérisation des risques nécessite que, pour chaque molécule étudiée, une valeur toxicologique de référence (VTR) soit disponible pour la voie respiratoire. Le calcul des indicateurs de danger (quotient de danger pour les effets sanitaires à seuil et excès de risque pour les effets sanitaires cancérogènes) ne peut être réalisé que sous cette seule condition. L'InVS a recherché les VTR disponibles pour la voie respiratoire et étudié la faisabilité d'une évaluation des risques [10]. Seule une donnée pour le G-HCH (lindane) a été sélectionnée dans ce cadre. Il s'agit de la concentration tolérable dans l'air proposée par l'Institut royal de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas (RIVM), égale à 0,14 µg/m³.

Chez l'homme, les principaux effets induits par une exposition au lindane par voie respiratoire concernent des irritations de la muqueuse du nez et de la gorge, des anomalies cardiovasculaires, des effets hématologiques, hépatiques et neurologiques. Il s'agit également d'un perturbateur endocrinien [11]. Le HCH (mélange des isomères α, β et γ du lindane) a été classé en groupe 2B par le Centre international de recherche contre le cancer, c'est-à-dire qu'il pourrait être cancérogène pour l'homme (existence de preuves suggérant sa cancérogénicité mais insuffisantes pour évaluer le potentiel cancérogène chez l'homme).

Les effets sanitaires, pour cette molécule, sont donc considérés comme des effets à seuil de nature non cancérogènes ; par conséquent, la caractérisation des risques sanitaires est réalisée en comparant la concentration de lindane mesurée dans l'air (C) à la VTR, de manière à obtenir un quotient de danger (QD), selon la formule :

$$QD = C / VTR$$

De façon générale, le QD permet une caractérisation qualitative du danger, c'est-à-dire s'il est ou non possible que l'effet sanitaire indésirable survienne. Lorsque le QD est inférieur à la valeur 1, il est raisonnable de penser, en l'état actuel des connaissances, que les populations ne seront pas affectées par cet effet. Si le QD est supérieur à 1, un excès de risque sanitaire peut survenir dans la population étudiée.

5.6.2 Calcul des quotients de danger

Le tableau 11 détaille les calculs de quotients de danger pour le lindane, par scénario d'exposition.

Les quotients de danger calculés sont très inférieurs à la valeur 1. En conséquence, aucun excès de risque lié à une exposition par la voie respiratoire au lindane n'est mis en évidence dans les quatre zones étudiées.

TABLEAU 11 QD CALCULÉS POUR LE LINDANE PAR SCÉNARIO D'EXPOSITION				
Scénario	Urbain	Semi-rural	Rural	Viticole
Site de mesure	Prés d'Arènes	Saint-Gély	Pic Saint-Loup	Mas du Piquet
Bruit de fond	0,009			0,065
Période de traitements	0,01			0,006
Année	0,01			0,07

6. Discussion

L'estimation de l'exposition par inhalation de la population générale aux pesticides se heurte à de nombreuses limites, liées pour la plupart à des contraintes opérationnelles ou techniques ou à un défaut de connaissances scientifiques. La revue de ces limites permet de mieux interpréter les résultats de l'étude.

6.1 LIMITES LIÉES À DES CONTRAINTES TECHNIQUES OU OPÉRATIONNELLES

Liste des molécules à analyser

Le choix des molécules à rechercher dans l'air, opéré grâce à la connaissance qu'avait le groupe technique des produits utilisés en viticulture, n'a pu être guidé *a priori* par la connaissance des produits épandus par les viticulteurs pendant les campagnes de prélèvements puisque les enquêtes environnementales sont intervenues dans un second temps. De ce fait, certaines molécules, qui ont pourtant été épandues, des insecticides pour la plupart, ont été mal classifiées et non incluses dans la liste des produits à rechercher, qui comportait tout de même plus de 80 substances. Les informations relatives à leur présence dans l'air sont donc manquantes, ce qui pourrait expliquer en partie le nombre relativement faible de molécules détectées dans l'air. De plus, seules les substances actives ont été recherchées dans l'air, sans prise en compte de l'ensemble des produits contenus dans les formulations, notamment des solvants, dont la toxicité n'est pourtant pas négligeable. Il est toutefois souvent difficile de connaître la composition exacte des spécialités commerciales.

Par ailleurs, plusieurs molécules sont non prélevables ou non dosables (ex. glyphosate, mancozèbe). Il s'agit cependant de molécules très utilisées dont on ne peut connaître les concentrations dans l'air.

Choix des sites d'étude et délimitation des zones d'étude

Les sites de mesure sélectionnés ne sont pas forcément représentatifs des zones viticoles de la région en terme d'épandage de pesticides (le site urbain de Prés d'Arènes n'est pas concerné par cette observation) : dans deux d'entre eux, en zones rurale (Pic Saint-Loup) et viticole (Mas Piquet), les viticulteurs mettent en œuvre des pratiques agricoles raisonnées, voire biologiques, ce qui limite le nombre et la quantité de molécules épandues.

La délimitation des zones d'étude a été effectuée de manière arbitraire, faute de validation des résultats du modèle de dispersion développé par l'université de Montpellier et le Cémagref. De ce fait, la topographie des sites de mesure et les conditions de vents n'ont pas été prises en compte pour réaliser les enquêtes environnementales. Celles-ci ont été réalisées sur un échantillon réduit d'utilisateurs agricoles, exploitant dans les zones d'étude. Par ailleurs, les institutions n'ont pas fait de réponses précises sur les zones exactes d'épandage de leurs produits, de même que les particuliers, dont les réponses n'ont pas pu être prises en compte (pas de notion exacte des zones concernées par les épandages des particuliers, pas de connaissances sur les quantités

globales de traitements...). Une meilleure connaissance des secteurs d'épandages susceptibles d'avoir une influence sur les capteurs serait intéressante.

Durée des campagnes de prélèvement d'air

Les campagnes de prélèvements d'air ont été effectuées sur la base d'une durée hebdomadaire pour trois des quatre sites de mesure. Cette durée ne permet d'avoir une idée des molécules présentes dans l'air que sur une période très courte et ne peut être représentative de toute une période de traitements. Certaines molécules n'ont probablement pas pu être détectées dans l'air, ce qui sous-estime l'exposition. Il conviendrait d'effectuer des mesures en continu pendant au moins toute la période de traitement pour avoir une meilleure connaissance des expositions sur toute l'année.

Pratiques agricoles

L'étude des techniques de pulvérisation n'a pas pu être approfondie dans le cadre de cette étude (données recueillies non exploitables du fait du faible échantillon de personnes enquêtées et de son manque de représentativité). Elle aurait pu apporter des éléments d'information intéressants sur les liens pouvant exister entre les pratiques agricoles et les concentrations de pesticides dans l'air. Il convient toutefois de noter que tous les viticulteurs interrogés ont effectué leurs épandages de pesticides dans des conditions respectant les bons usages et que les entretiens des pulvérisateurs étaient faits régulièrement.

Choix des scénarios d'exposition

Les scénarios d'exposition retenus sont réducteurs, avec des hypothèses rudimentaires et majorantes (durée d'exposition considérée égale à 24 heures, en considérant en cela que les concentrations de pesticides dans les habitations sont du même ordre de grandeur qu'à l'extérieur, prise en compte des concentrations des pesticides dans l'air mesurées sur seulement une semaine comme représentatives des périodes de traitements et de bruit de fond). Ils ne permettent que d'avoir une première notion de l'exposition de la population. De plus, les durées de traitements ont été estimées pour les calculs d'exposition à 5 mois, de mai à septembre (période habituelle de traitement en viticulture), en continu, ce qui surestime l'exposition. Compte tenu des autres limites liées à l'étude, il n'aurait pas été pertinent d'affiner davantage les hypothèses choisies.

6.2 LIMITES LIÉES À UN MANQUE DE CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

Données techniques

La dispersion des pesticides dans l'air, leur durée de vie dans le sol et l'air, leur volatilisation, leur transport par déplacement des masses d'air sont des informations pour lesquelles peu de données existent. Il est donc difficile de conclure précisément sur les relations entre la détection de molécules dans l'air et leur épandage.

Par ailleurs, il n'existe pas de données sur la présence de pesticides dans l'air intérieur des habitations (usages domestiques...) en termes qualitatifs comme quantitatifs. Il serait intéressant d'approfondir cette question pour mieux appréhender l'exposition par inhalation de la population aux pesticides.

Données toxicologiques

Peu de connaissances sont disponibles sur la toxicité des pesticides sur l'homme, surtout pour la voie respiratoire. Les données connues proviennent le plus souvent d'expositions aiguës, concernant des exploitants agricoles ou des salariés travaillant dans des entreprises

de fabrication ou de conditionnement de produits phytosanitaires. Les informations concernant les expositions chroniques en population générale sont très limitées. De ce fait, la quantification des risques sanitaires n'a pu être menée à son terme que pour le lindane, pour lequel une valeur toxicologique de référence peut être utilisée.

Par manque de connaissances précises sur la part de l'exposition de la population aux pesticides par la voie aérienne par rapport aux autres voies d'exposition (essentiellement la part alimentaire, comprenant la consommation d'eau d'adduction publique), l'exposition générale de la population aux pesticides s'avèrerait difficilement réalisable.

7. Conclusion

Les résultats mettent en évidence la présence dans l'air d'un nombre relativement peu élevé de molécules. Il est vrai que l'année 2006 se caractérise par une pression phytosanitaire faible, liée notamment à une année sèche et une faible présence du mildiou au Pic Saint-Loup, mais une utilisation raisonnée des pesticides dans les sites d'études pourrait aussi expliquer ces résultats. Quatre molécules ont été quantifiées hors période de traitement et quatre autres pendant la période de traitement, le lindane faisant figure de dénominateur commun entre les deux périodes. Cet état de fait est probablement lié aux applications antérieures à 1998, date de son interdiction et à sa rémanence dans les sols qui permet sa volatilisation hiver comme été.

Les résultats ont ainsi permis d'apporter des éléments d'information relatifs à la pollution de l'air par les pesticides dans quatre sites du département de l'Hérault, ainsi qu'une première estimation de la dose journalière d'exposition de la population. La détection dans l'air de certaines molécules a pu être mise en relation avec leur épandage, comme le chlorpyrifos éthyle et le flusilazole. Des résultats étonnants ont toutefois pu être observés en ce qui concerne le folpel et la procymidone, deux fongicides utilisés en viticulture, mais retrouvés en période hivernale, hors traitement, et en zone urbaine et semi-rurale. Cependant dresser un état des lieux reste délicat compte tenu des nombreuses limites de l'étude, notamment par manque de représentativité des prélèvements. De plus une part importante des concentrations en pesticides dans l'air reste méconnue, que ce soit parce que les molécules n'ont pas été retenues ou que les techniques

analytiques ne sont pas disponibles. En l'état des connaissances toxicologiques seul le lindane a pu faire l'objet d'une évaluation qui ne montre pas d'excès de risque sanitaire attendu compte tenu des concentrations.

Certaines recommandations peuvent être émises à l'issue de cette étude. Ainsi, l'amélioration des méthodes d'analyses ou de prélèvement permettrait de pouvoir réduire le manque de précisions sur le dosage des composés dans l'air et de doser des molécules pour lesquelles aucune donnée n'est actuellement disponible, alors que leur utilisation est importante. Il serait également intéressant de proposer de nouvelles campagnes de mesures en lien avec les données climatologiques et de dispersion des substances dans l'atmosphère pour aller plus loin dans l'exposition de la population aux pesticides par la voie aérienne – les résultats des travaux engagés par le Cemagref seront intéressants en ce sens – par ailleurs, la construction de valeurs toxicologiques de référence adaptées à la voie respiratoire pour les substances majoritaires susceptibles d'être retrouvées dans l'air, permettrait une meilleure estimation des effets sanitaires potentiels des expositions par inhalation.

En attendant l'amélioration des connaissances scientifiques et les progrès techniques, il convient de recommander l'utilisation de techniques permettant de minimiser la volatilisation des particules ou leur remise en suspension, et par conséquent, l'exposition par inhalation des populations.

Références bibliographiques

- [1] Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. Plan interministériel de la réduction des risques liés aux pesticides 2006-2009. 2006.
- [2] Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Institut national de l'environnement industriel et des risques. L'épandage aérien de produits antiparasitaires – Rapport du groupe de travail institutionnel en charge de la saisine Afsse. Juin 2005.
- [3] Institut de veille sanitaire. Exposition aérienne aux pesticides des populations à proximité de zones agricoles. Bilan et perspectives du programme régional interCire. Juin 2006.
- [4] Dancer AL Les pesticides de l'air ambiant. Rapport de stage Air LR. Avril-juin 2001.
- [5] Cellule d'étude et de recherche sur la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires. Diagnostic régional de la contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires en Languedoc-Roussillon. Rapport de synthèse. Novembre 2003.
- [6] Bismuth C Toxicologie clinique. Juin 2002.
- [7] École nationale supérieure d'agronomie de Montpellier. Évaluation de l'exposition de la population générale aux pesticides par la voie aérienne en Languedoc-Roussillon. Projet d'élèves ingénieurs. Décembre 2006.
- [8] Gouzy A, Farret R (2005) Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation. Ineris, DRC-05-45936-95-AGo, Verneuil en Halatte, pp 144.
- [9] Air Languedoc-Roussillon. Mesure des pesticides dans l'air ambiant dans l'Hérault en 2006. Janvier 2007.
- [10] Roy E Exposition aux pesticides par voie respiratoire des populations riveraines d'exploitations agricoles : pertinence de l'évaluation des risques sanitaires. Mémoire pour le master professionnel : Évaluation de gestion des risques sanitaires liés à l'environnement 2005-2006 effectué à l'Institut de veille sanitaire.
- [11] Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Base de données Internet Agritox. www.dive.afssa.fr/agritox/index.php

Annexe 1 - Le transfert des pesticides dans les différents milieux

Source : Agence française de sécurité sanitaire environnementale, Institut national de l'environnement industriel et des risques. L'épandage aérien de produits antiparasitaires – Rapport du groupe de travail institutionnel en charge de la saisine Afsse. Juin 2005.

Seule une partie de la quantité de pesticides épandus par la voie aérienne atteint réellement la cible visée (mauvaise herbe, insecte ravageur, champignon, etc). Le reste du produit – 30 % à 99,7 % selon les estimations – diffuse dans les différents compartiments de l'environnement (eau, air, sol). L'estimation de cette perte est difficile, dans la mesure où elle dépend de plusieurs paramètres : propriétés physico-chimiques de la molécule, paramètres extérieurs (météorologie, lieu et mode d'application). Après application, les pesticides peuvent :

1- contaminer l'air :

- en dérivant vers l'atmosphère avant même d'atteindre le sol (essentiellement en période de grand vent ou dans le cas d'une application aérienne) ;
- en atteignant le sol et en se volatilisant dans l'atmosphère par évaporation de l'eau ;
- en étant transportés dans l'atmosphère par le vent en même temps que les particules de sol sur lesquelles ils sont adsorbés ;

2- contaminer les eaux :

- en étant transportés par ruissellement par les eaux superficielles ou en percolant vers les nappes phréatiques ;
- en étant stockés par certains constituants du sol (colloïdes minéraux et organiques) puis relargués dans l'eau contenue dans les sols ;

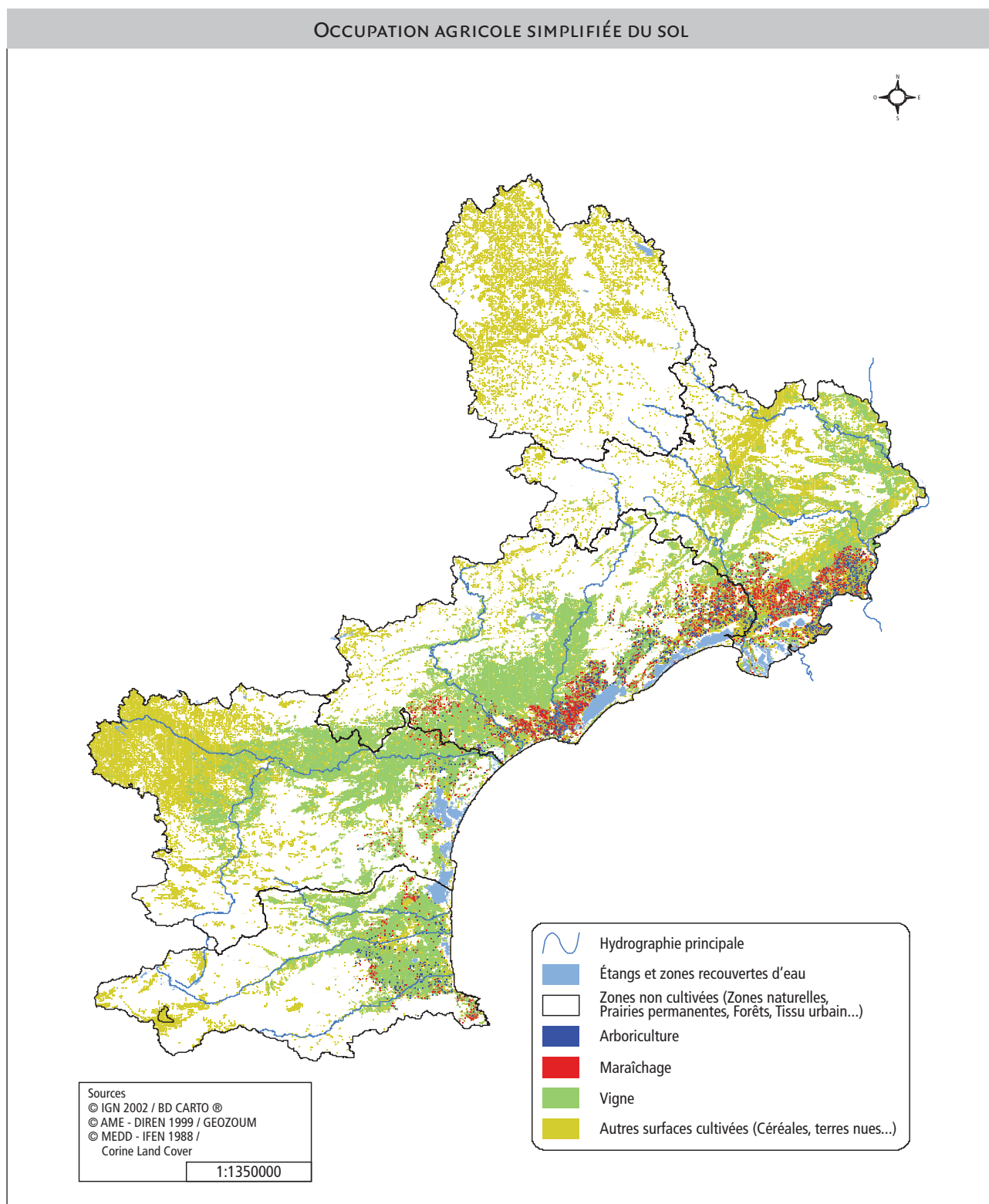
3- contaminer les sols :

- en restant adsorbés sur les particules de sol ;
- en restant en solution dans l'eau contenu dans le sol où ils peuvent commencer leur processus de biodégradation ;

4- contaminer les animaux et les plantes non cibles en étant absorbés par eux, stockés dans les graisses animales ou les tissus végétaux et rejetés en partie (sueur, urines, selles, évapotranspiration).

La constante de Henry permet d'évaluer le risque de volatilisation des molécules. Elle estime la tendance d'un produit à se volatiliser à partir d'un milieu aqueux et même du sol, c'est-à-dire de passer de l'état dissous à l'état gazeux. Plus la valeur de la constante de Henry est élevée, plus le produit a tendance à se volatiliser : on considère qu'une substance est peu volatile si la constante de Henry est inférieure à 10^{-5} Pa.m³/mole.

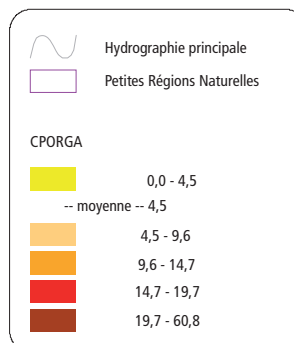
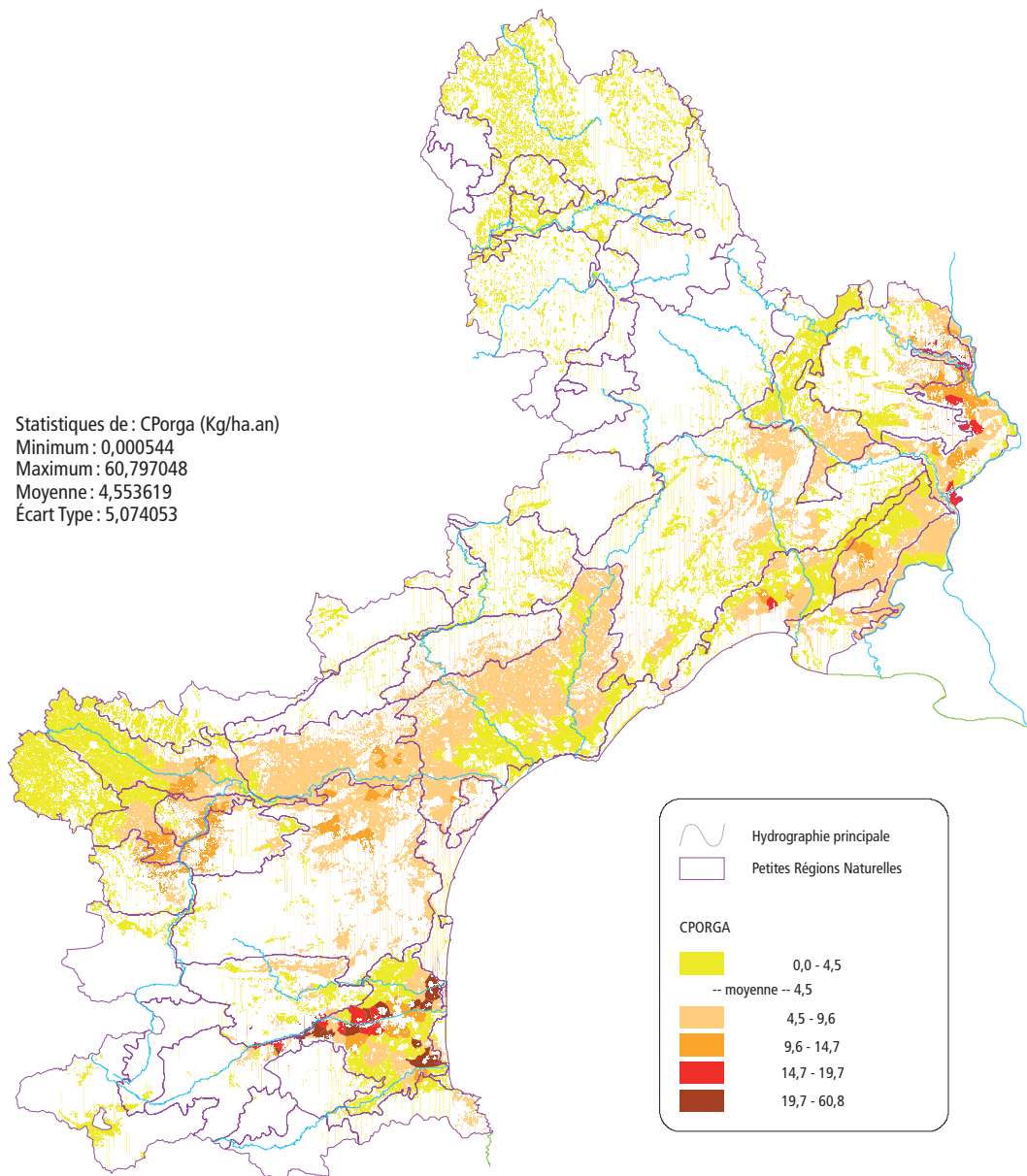
Annexe 2 - Cartes de l'occupation simplifiée des sols et de la charge phytosanitaire organique en Languedoc-Roussillon



Carte extraite du diagnostic régional de la contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires en Languedoc-Roussillon, sous l'égide de la Cerpe.



Statistiques de : CPorga (Kg/ha.an)
 Minimum : 0,000544
 Maximum : 60,797048
 Moyenne : 4,553619
 Écart Type : 5,074053

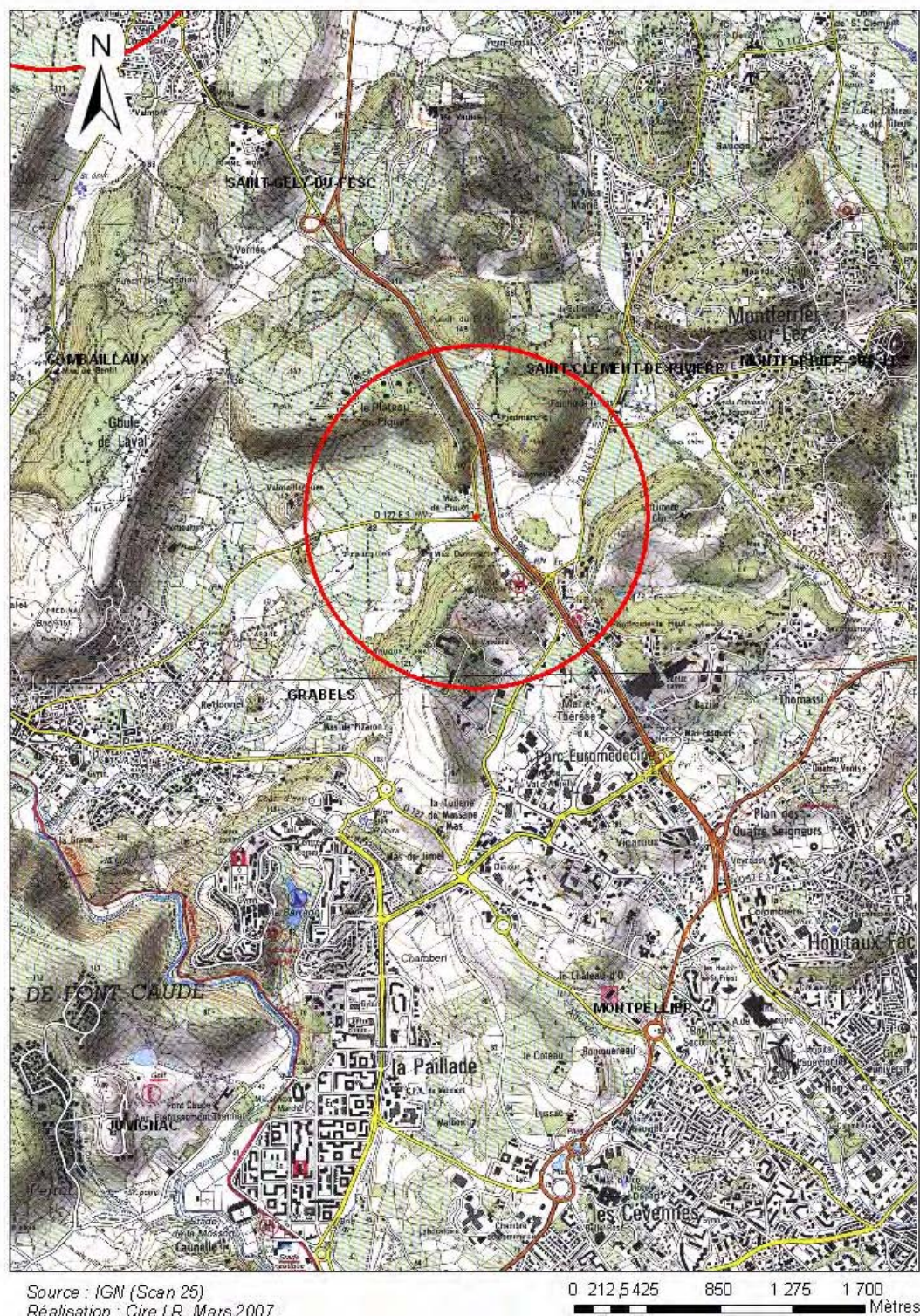


Sources :
 © IGN 2002 / BD CARTO ©
 © AME - DIREN 1999 / GEOZOOM
 © MEDD - IFEN 1988 / Corine Land Cover
 © INRA - ENSA.M 2003 / IGCS - BDSol LR

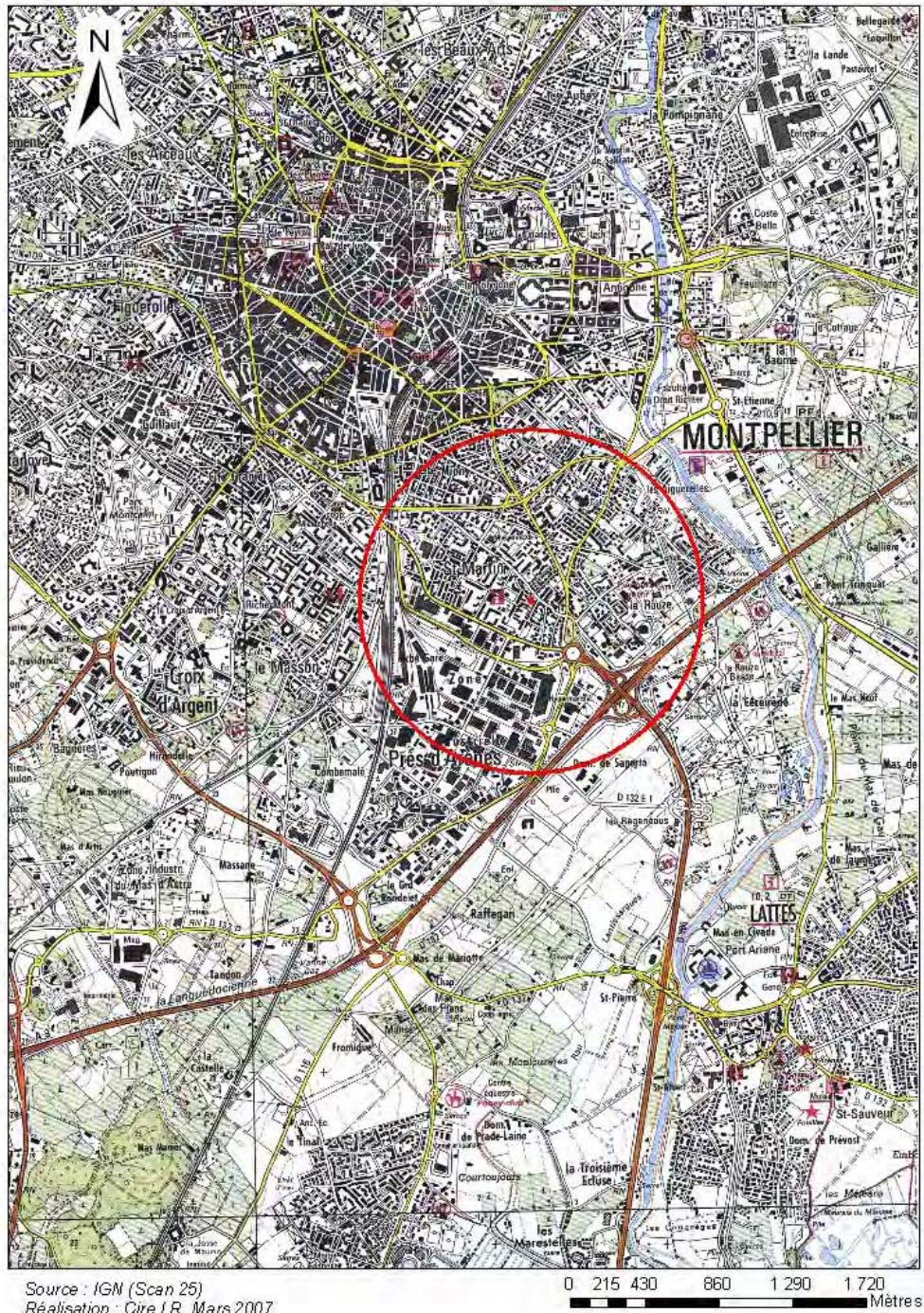
Carte extraite du diagnostic régional de la contamination des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires en Languedoc-Roussillon, sous l'égide de la Cerpe.

Annexe 3 - Cartographie des zones d'étude et des zones d'exposition

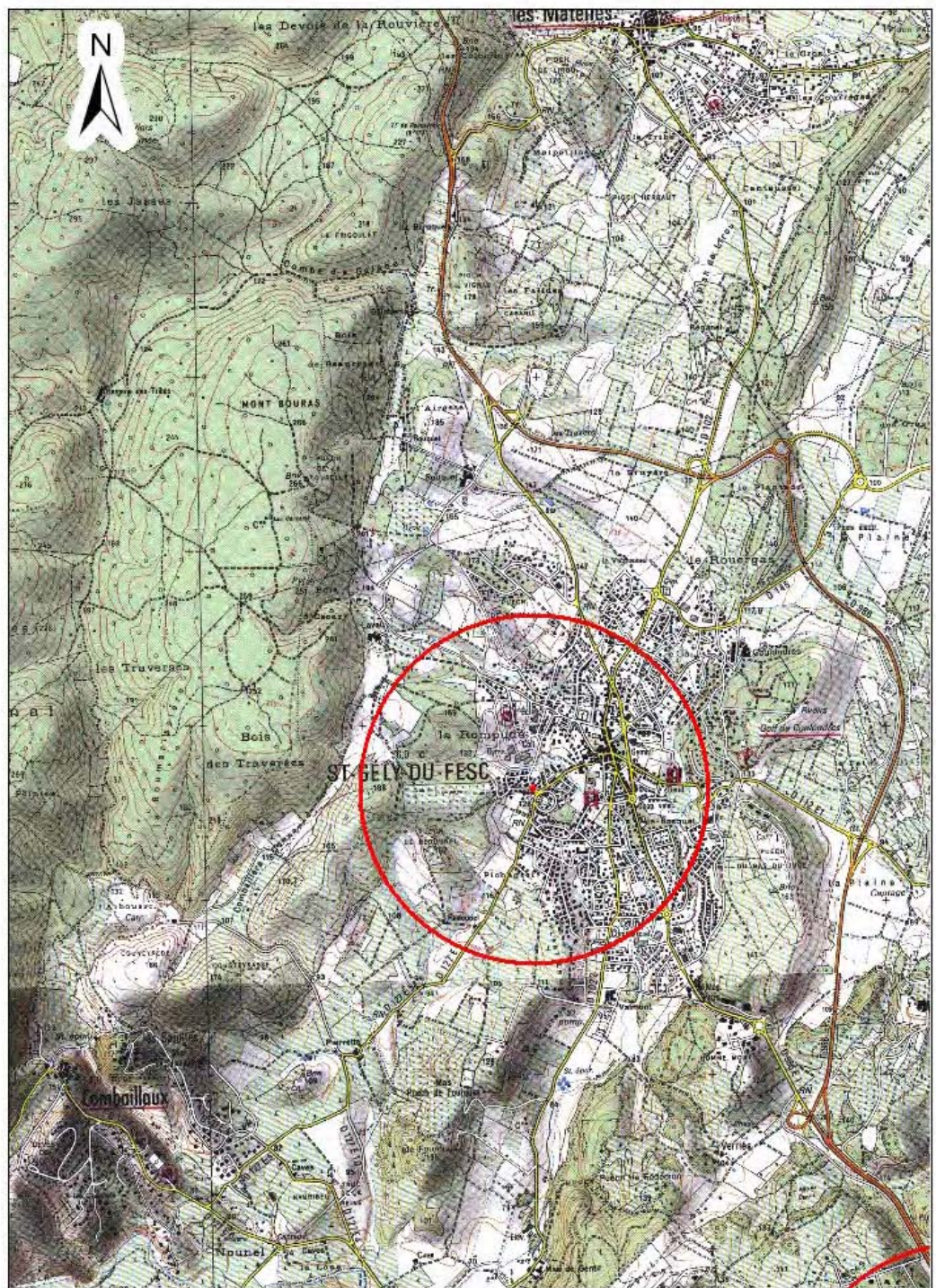
ZONAGE AUTOUR DU CAPTEUR DU MAS PIQUET



ZONAGE AUTOUR DU CAPTEUR DE PRÉS D'ARÈNES



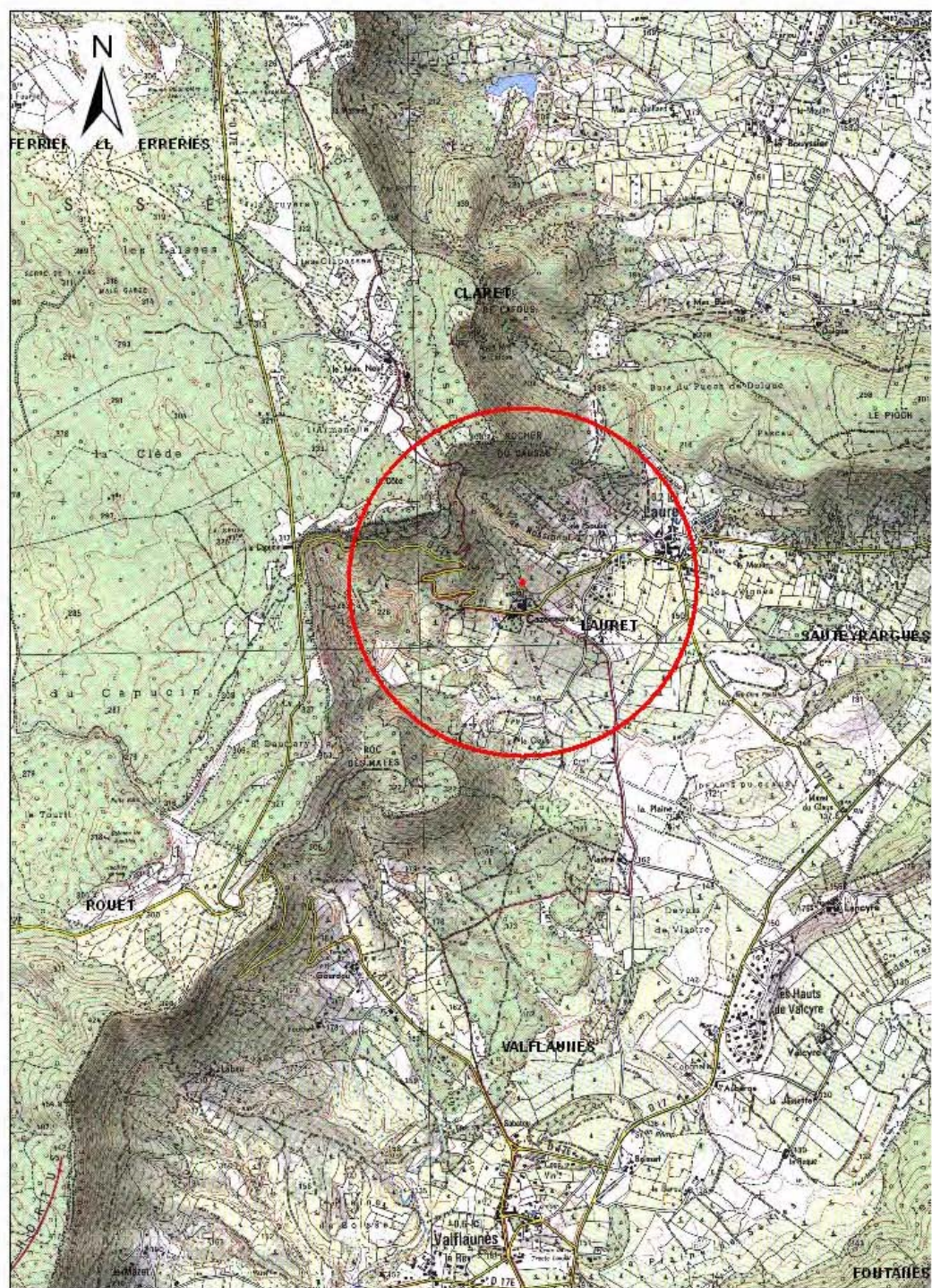
ZONAGE AUTOUR DU CAPTEUR DE SAINT-GÉLY-DU-FESC



Source : IGN (Scan 25)
Réalisation : Cire LR. Mars 2007

0 212 542 850 1275 1700
Mètres

ZONAGE AUTOUR DU CAPTEUR DU PIC SAINT-LOUP



Source : IGN (Scan 25)
Réalisation : Cire LR, Mars 2007

0 212,5 425 850 1 275 1 700
Mètres

p. 32 / Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale — INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

autre (préciser) ☐

6- Quel type de pulvérisateurs utilisez-vous ?

1 ligne par cas : (pulvérisateur + usage + type de buse)

Type (à lance, pneumatique, à jet porté, centrifuge, rampe, etc.)	Age	Usages (désherbage, fongicides/ insecticides)	Type de buses utilisé selon l'usage, voire le stade de végétation (buses à injection d'air, turbulence.....)	Nombre de rangs traités (cultures pérennes)

7- Étalonnez-vous ou faites-vous étalonner votre (vos) pulvérisateur(s) ? Comment ? avec quelle fréquence ?

8- Avez-vous changé vos habitudes dans l'utilisation de produits phytosanitaires les cinq dernières années ?

Oui ☐

Non ☐

9- Si oui, pour quels motifs :

économiques ☐

réglementaires ☐

environnementaux ☐

évolution des techniques ☐

utilisation de modèle ☐

autres ☐ préciser

10- Tenez-vous compte de la vitesse du vent avant de traiter ?

Observations :

PREFECTURE DE LA REGION LANGUEDOC-ROUSSILLON

Enquêteur :

N° Fiche :

NOM de l'institution		Adresse	
NOM du contact		Fonction	
		Tél., fax.	

***: localiser les zones sur la carte du site**

zones sur le site*	surfaces traitées *	Superficie (ha ou m ²)
1		
2		
3		
4		

* : Distinguer les surfaces imperméables (trottoirs, routes, ballast...) et les surfaces perméables (allées, pelouses, espaces verts ...)

Parcelle N°

Date application	Spécialité commerciale (SC) ou adjuvant	Dose SC (en l ou kg/ha ou /hl)	volume bouillie /ha

2- Qui fait les traitements ?

Personnel de l'institution ☐Prestataire de service ☐

Si c'est un prestataire, les questions suivantes le concernent.

3- Où stockez-vous vos produits ?

Local de stockage spécifique ☐

Garage ☐

Sur une aire extérieure ☐

Autre (préciser) ☐

4- Enregistrez-vous les traitements que vous faites ?

Ovi

Non

5- Qui vous conseille dans le choix des produits ?

techniciens de distributeurs ☐

revues

autonomie Autre (préciser) ☐

6- Quel type de pulvérisateurs utilisez-vous ? Si pour un même pulvérisateur vous utilisez plusieurs types de buses, merci de le préciser et de justifier le choix.
1 ligne par cas : (pulvérisateur + usage + type de buse)

Type (à lance, pneumatique, à jet porté, centrifuge, rampe, etc.)	Age	Usages (désherbage, fongicides/ insecticides)	Type de buses utilisé selon l'usage, voire le stade de végétation (buses à injection d'air, turbulence.....)	Remarques

7- Étalonnez-vous ou faites-vous étalonner votre (vos) pulvérisateur(s) ? Comment ? avec quelle fréquence ?

8- Avez-vous changé vos habitudes dans l'utilisation de produits phytosanitaires ces dernières années ?
Oui ☐ Non ☐

9- Si oui, pour quels motifs :

- économiques ☐
- environnementaux ☐
- utilisation de modèle ☐
- réglementaires ☐
- évolution des techniques ☐
- autres ☐ préciser.....

10- Tenez-vous compte de la vitesse du vent avant de traiter ?

Observations :

Annexe 5 - Hiérarchisation des molécules à analyser

Anne-Christine Le Gall
DRC/MECO
INERIS
Parc Technologique Alatta
BP2
60550 Verneuil-en-Hallatte

The logo for INERIS, consisting of the word "INERIS" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "E" is stylized with a green dot above it.

mel : anne-christine.le-gall@ineris.fr
tél : 03 44 55 65 93

Nos références : DRC-06-74696-MECO-ALe-06

Verneuil en Halatte, le 16 janvier 2006

Objet : Hiérarchisation des pesticides dans la région Languedoc Roussillon en vue d'un suivi dans l'air.

Mesdames,

Vous trouverez ci-joint l'arbre de hiérarchisation réalisé sur la base des données que vous nous avez fournies.

L'arbre contient toutes les substances pour lesquelles vous nous avez fourni des données (à l'exception des substances absentes de notre base de données : bromoxynil (ester octanoïque), clofentezine, dichlorofluanide, oxyquinoleate de cuivre). Chaque substance est représentée par une abréviation de 3 ou 4 caractères dont la signification est donnée dans le fichier « sigleLR.xls ». L'arbre contient également 12 « substances virtuelles » (Sma, S90, S80.. S10, Smi, Moy) qui servent de repères au sein de la hiérarchisation. Les substances les plus préoccupantes, que nous vous conseillons d'intégrer dans votre campagne de suivi, sont celles qui arrivent en tête de la hiérarchisation. Les substances jugées les moins préoccupantes sont celles qui arrivent en queue de hiérarchisation.

La hiérarchisation a été réalisée sur quatre critères : les quantités de substance utilisées (que vous nous avez fournies), le temps de résidence des substances dans l'air, la proportion qui est susceptible d'aller dans l'air après traitement (source) et la dose journalière admissible (DJA). Cette hiérarchisation correspond à une approche d'analyse de risque.

Au cours de la réunion du 13 janv. 06, le comité de pilotage qui a encadré ce projet depuis son début, a formulé quelques remarques par rapport à l'élaboration et l'utilisation de cet arbre :

- La sensibilité de la méthode permet de distinguer deux groupes de substances actives : celles de tête et celles de queue de hiérarchisation. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de juger de la pertinence de la hiérarchisation dans sa partie centrale. La « tête » est définie, dans le cas présent par les 10 premières lignes.
- Les données à partir desquelles cet arbre a été construit datent de 1998. Comme vous nous l'aviez indiqué dans votre message, certaines substances ont depuis été retirées du marché, d'autres ont vu leur utilisation augmenter. Dans la mesure où la hiérarchisation est très sensible aux quantités utilisées, **il est possible qu'une hiérarchisation réalisée avec des données plus récentes soit en partie différente.** Si vous avez des enquêtes en cours pour évaluer l'utilisation des pesticides dans votre région, il serait peut être judicieux de garder vos échantillons (ou une partie de vos échantillons) de façon à pouvoir analyser les substances que cette enquête identifierait.
- Vous nous avez indiqué 5 substances dont l'utilisation a probablement augmenté depuis que ces données ont été rassemblées. Seulement trois de ces substances se retrouvent dans la liste d'usage de 1998. Nous avons réalisé un test, dont les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Substances	Quantité / Surface de la région ¹	Ligne dans la hiérarchisation
Dimetomorphe	VI = 0.3184 (valeur initiale)	25
	VI x ~2 = 0.6	21
	VI x 10 = 3.184	17
	VI x ~50 = 15	14
Lufenuron	VI = 0.0257 (valeur initiale)	13
	VI x ~2 = 0.5	13
	VI x 10 = 0.257	9
	VI x ~50 = 1	8
Flufenoxoron	VI = 0.2069 (valeur initiale)	14
	VI x ~2 = 0.42	14
	VI x 10 = 2.069	11
	VI x ~50 = 10	4

Il ressort de ce tableau que **si les quantités de ces substances ont doublé, cela ne change pas significativement ou pas du tout leur classement** dans la hiérarchisation. Pour que ces substances passent dans la classe des substances à suivre, il faudrait que les quantités utilisées aient été multipliées par 10 ou plus, ce que le comité de pilotage estime improbable. Vous avez sans doute les éléments pour juger de l'augmentation d'usage de ces substances.

¹ C'est ainsi qu'est calculé le critère quantité : cette division par la surface de la région permet de comparer les hiérarchisations de différentes régions.

- La validité de la hiérarchisation est questionnable pour les sels et les acides, qui sont néanmoins inclus dans la base de donnée. Dans le cas présent, cela affecte le paraquat qui se trouve probablement plus haut dans la hiérarchisation qu'il ne devrait (rang 6).
- Le diuron apparaît en tête de classement et cela surprend également les experts du groupe, sans qu'il soit possible d'identifier de raison pour ce classement.

Le comité de pilotage souhaite vivement un retour d'expérience suite à cette hiérarchisation. Nous vous serons donc reconnaissants de nous aider à améliorer cette méthode en nous faisant parvenir vos commentaires et suggestions. Nous souhaiterons aussi comparer vos résultats (quelles sont les substances que vous retrouvez le plus fréquemment) avec une hiérarchisation basée sur seulement 3 critères (quantité, source, temps de résidence) qui correspond à une approche « exposition ». Nous sommes conscients qu'il faudra alors aussi tenir compte de la « mesurabilité » des substances (difficultés / facilité des prélèvements et de l'analyse des échantillons).

En plus des substances indiquées dans la hiérarchisation, il nous semble, à l'INERIS, qu'il serait utile aussi d'analyser les substances indiquées dans la directive cadre eau comme étant prioritaire. Cela permettrait d'envisager une évaluation globale du devenir de ces substances dans l'environnement global.

La méthode utilisée pour faire cette hiérarchisation a été décrite en détail dans notre rapport :

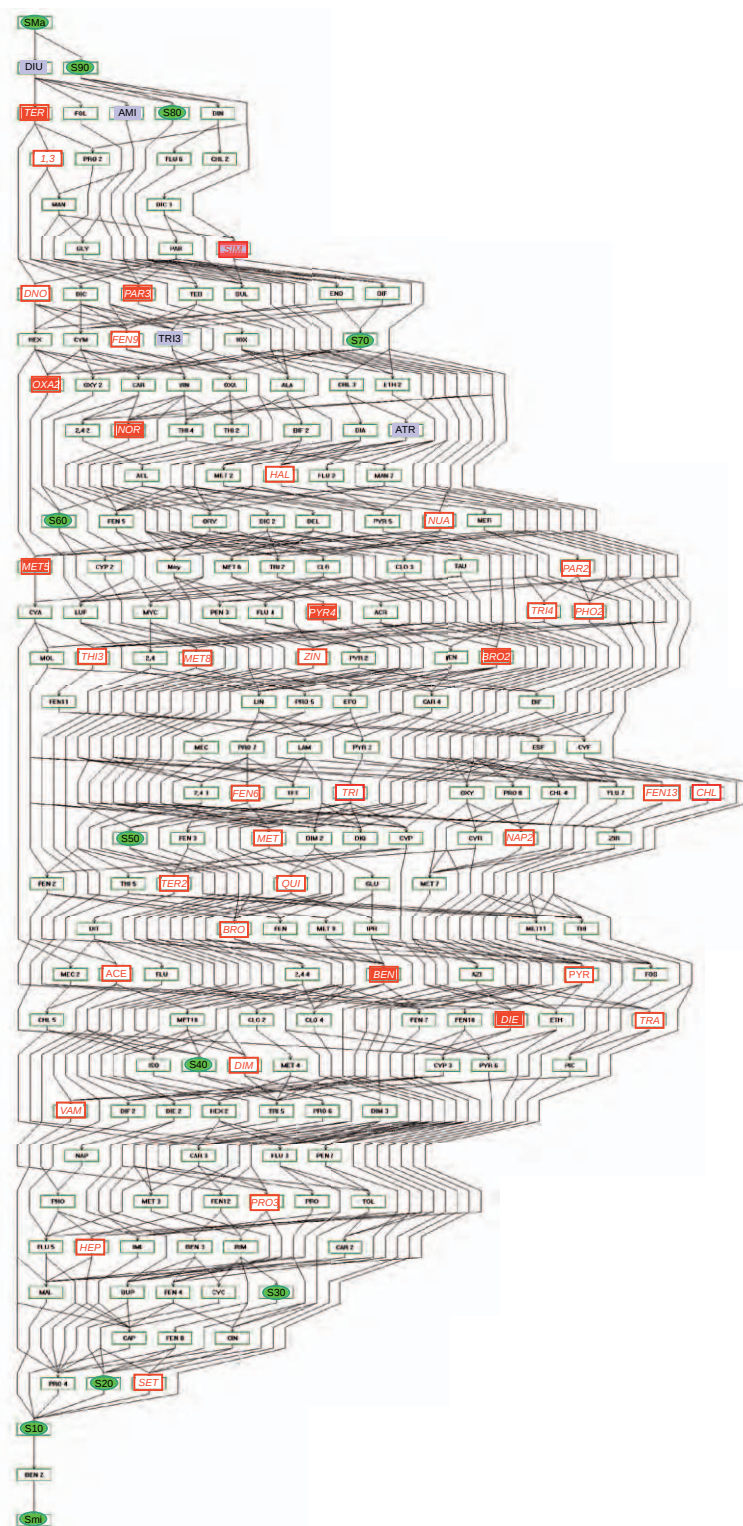
« Gouzy, A., et Farret, R. (2005). Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : Approche par hiérarchisation. Synthèse du comité de pilotage, **Rep. No. DRC/MECO-45932-143/2005-AGo/rap_restitution_sphair_1.doc**. INERIS, Verneuil en Halatte. 141 p ».

Ce rapport sera prochainement mis en ligne sur le site internet de l'INERIS. Je peux également vous en faire parvenir un exemplaire papier si vous le souhaitez. Dans tous les cas, je suis à votre disposition pour toute information supplémentaire.

Cordialement.

Anne Christine Le Gall.

ARBRE DE HIÉRARCHISATION DE L'INERIS



Annexe 6 - Liste des substances analysées

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hierarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
1,3 dichloropropène	non analysable	3		0,0125		2B	++	410,7	nématocide		non autorisé
2,4 MCPA	1	17	1	0,013		N	pas de données	5,50E-05	herbicide	aryloxacide	
2,4 D	1	14	1	0,05		N	pas de données	1,30E-05	herbicide	aryloxyacide	
Acétonifène	1	10		0,02			pas de données	3,02E-03	herbicide	diphényl-éther	
A-endosulfan cf endosulfan	1										
Alachlore	1	8	1	0,0005			pas de données	2,10E-03	herbicide	chloroacétanilide	
Aldicarbe	1			0,001		3	+++	1,23E-07	insecticide nématocide	carbamate	
Aminotriazole	1	2	1	0,001	Niosh : 0,0002	2B	++	1,76E-08	herbicide	triazole	
Atrazine	1	9	1		Niosh : 0,005	3	+		herbicide	triazine	non autorisé
Azoxystrobine	1			0,1		N	pas de données	7,30E-09	fongicide	strobilurine	
Benomyl	1	21					pas de données		fongicide	carbamate	non autorisé
Bifenthrine	1	9		0,015			++		insecticide	pyréthrinolide	
Captane	1	29	1	0,1	Acgih : 0,05	3	+	1,00E-03	fongicide	dicarboximide	
Carbaryl	1	8		0,008			+++	1,80E-06	insecticide	carbamate	
Carbofuran	1	15		0,002	VME = 0,0001		+++	2,50E-05	insecticide nématocide	carbamate	
Chlorfenvinphos	1	18	1	0,0005			+++		insecticide	organophosphoré	retiré, emploi jusqu'en 2007

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hierarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
Chlorothalonil	1	3		0,015		2B	++	2,50E-02	fongicide	isophtalotrile	
Chlorpyrifos-ethyl	1	8	1	0,01	TWA : 0,0002	N	+++	0,478	insecticide	organophosphoré	
Chlortoluron	1	22		0,04		suspecté	pas de données		herbicide	urée	
Cymoxanil	1	7		0,016			pas de données	1,6E-5 - 3,3E-10	fongicide	amides	
Cyperméthrine I	1	18		0,05		N	++	0,024	insecticide	pyréthrinocide	
Cyperméthrine II	1	18							insecticide	pyréthrinocide	
Cyperméthrine III+IV	1	18							insecticide	pyréthrinocide	
Cyproconazole (I+II)	1	12		0,01			+	7,30E-05	fongicide	triazole	
Cyprodinil	1	23		0,03		N	pas de données	6,6-7,2E-3	fongicide	phénylamino- pyrimidine	
Deltaméthrine	1	11		0,01		N	++	0,031	insecticide	pyréthrinocide	
Desethylatrazine	1										
Deisopropylatrazine	1										
Diazinon	1	9		0,002			+++	1,15E-2 - 6,7E-2	acaricide insecticide	organophosphoré	
Dichlobenil	1			0,01			pas de données	0,67	herbicide	benzonitrile	
Dichlorovos	1	6		0,004		2B	+++	2,1	insecticide	organophosphoré	
Dicofol	1	4		0,0025		3	pas de données		insecticide acaricide	carbinol	
Difenoconazole	1	6		0,01			+	8,90E-07	fongicide	triazole	

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hiéarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
Diéflufenicanil	1	24		0,25			pas de données	0,033	herbicide	phénoxy- cotinamide	
Diméthénamide	1						pas de données		herbicide	chloroacétamide	
Dinocap	1	2		0,004		N	+		fongicide	phénol	
Diuron	1	1	1	0,007		suspecté		5,10E-05	herbicide	urée	
Dnóc	non analysable	6					++		herbicide insecticide	phénol	non autorisé
Endosulfan	1	6	1	0,006			++	1,056 - 2,9E-2	insecticide	organochloré	non autorisé
Époxiconazole	1	15		0,005			pas de données		fongicide	triazole	
Esfenvalérate	1	16		0,02		N	++	4,92E-04	insecticide	pyréthrinioïde	
Éthofumesate	1			0,07		N	pas de données	6,80E-04	herbicide		
Éthoprophos	1	8		0,0004			+++	1,61E-02	acaricide insecticide	organophosphoré	
Parathion-ethyl	1										non autorisé
Fénitrothion	1	11		0,005			+++	3,60E-03	insecticide	organophosphoré	
Fenoxaprop-éthyle	1	17		0,01			pas de données	2,739E-4 - 7,24E-4	herbicide	aryloxyacide	non autorisé
Fénoxycarbe	1	29		0,05			+++	1,01E-3 - 3,3E-5	insecticide	carbamate	
Fenpropathrine		7		0,01			++		insecticide	pyréthrinioïde	non autorisé
Fenpropiédine	1	12		0,005			pas de données	8,70E-02	fongicide	pipéridine	
Fenpropimorphe	1	15		0,003			pas de données	0,16	fongicide	morpholine	

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hierarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
Fluazinam	1	10		0,01				6,5	fongicide	pyridinamine	
Flusilazole	1	3		0,002			+	2,70E-09	fongicide	triazole	
Folpel	1	2		0,1			pas de données	7,80E-03	fongicide	dicarboximide	
Glyphosate	non dosable	5		0,3		N	pas de données	2,10E-07	herbicide	acide aminé	
Haloxyp-R (ester méthylique)		10		0,00065			pas de données	7,40E-03	herbicide	aryloxacide	retiré en 2003
Hexaconazole	1	7		0,005			+	3,24E-04	fongicide	triazole	
Ioxynil	non analysable	7		0,005		N	+++	1,50E-05	herbicide	benzonitrile	
Isoproturon	1	1	1	0,015		suspecté	pas de données	9,7-14,6E-6	herbicide	urée	
Kresoxim-methyl	1			0,4		suspecté	pas de données	3,60E-04	fongicide	strobilurine	
Lenacile	1			0,15			pas de données		herbicide	uracile	
Lindane alpha-HCH	1		1				+++		insecticide	organochloré	non autorisé
Lindane gamma-HCH	1	1	1						insecticide	organochloré	non autorisé
Lufénuron	1	13		0,01			pas de données	3,41E-02	insecticide	benzoylurée	
Malathion	1	28		0,03			+++	2,80E-03	acaricide insecticide	organophosphoré	
Mancozèbe	impossible à prélever	4		0,05		suspecté	++	<5,9E-4	fongicide	dithiocarbamate	
Manèbe	impossible à prélever	10		0,05		3	++	2,08E-05	fongicide	dithiocarbamate	
Métaldéhyde		10		0,025			0		molluscicide		

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hierarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
Metazachlore	1	26		0,036			pas de données	5,74E-05	herbicide	chloroacétanilide	
Methidathion	1	18	1				+++		insecticide	organophosphoré	non autorisé
Methomyl	1	12		0,03			+++	2,10E-09	insecticide	carbamate	retiré en 2009
Parathion-methyl	1	6	1				+++		insecticide	organophosphoré	retiré en 2003
Metolachlore	1	20	1				++		herbicide	amide	non autorisé
Norflurazon	1	9	1				pas de données		herbicide	pyridazinone	retiré en 2003
Oryzalin	1	11					pas de données	1,61E-04	herbicide	dinitroaniline	retiré en 2003
Oxadiazon	1	8	1	0,004			pas de données	3,57E-07	herbicide	oxadiazole	
Oxadixyl	1	8	1				pas de données		fongicide	phenylamide	retiré en 2003
Oxydemeton-S- methyl	1	17		0,0003			+++		insecticide	organophosphoré	
Oxyfluorfone	1	8		0,004			pas de données		herbicide	diphényl-éther	
Paraquat (dichlorure)	non analysable	5	1	0,004		N	++	4,00E-12	herbicide	ammonium quatenaire	
Pendimethaline	1	13		0,125		N	pas de données	2,728	herbicide	dinitroaniline	
Phosmet	1			0,01			+++	1,03E-03	insecticide	organophosphoré	
Phoxime	1						+++		insecticide	organophosphoré	
Procymidone	1	3		0,025			pas de données	1,1	fongicide	dicarboximide	
Propargite	1	15		0,02			pas de cas décrits	4,2E-3 - 3,5E-8	acaricide	sulfone sulfonate	

Molécules à rechercher	Liste contrôle sanitaire AEP LR	Hierarchisation Ineris	Prioritaire directive cadre Eau	DJA * mg/kg/jour UE	Valeur limite inhalation (8 h)	Classement Circ	Risque par inhalation	Constante de Henry	Action principale	Famille chimique	Statut réglementaire **
Propyzamide	1	16		0,085		suspecté	pas de cas décrits	7,60E-04	herbicide	benzonitrile	
Simazine	1	5	1	0,001		3	pas de cas décrits		herbicide	triazine	non autorisé
Sulfosate		6		0,2		N	pas de données	<2E-9	herbicide	phosphonate	
Tau-fluvalinate I	1	12		0,01			++		insecticide	pyréthrinocide	
Tau-fluvalinate II	1	12							insecticide	pyréthrinocide	
Tebuconazole	1	6		0,03			+	1,20E-05	fongicide	triazole	
Tébutame	1						pas de données		herbicide	amide	retiré en 2003
Terbuthylazine	1	2					+		herbicide	triazine	non autorisé
Tetraconazole	1	17		0,015			pas de données		fongicide	triazole	
Thiodicarbe	1	9		0,01			+++	5,80E-02	molluscicide nématocide	carbamate	
Thiophanate méthyl	non analysable	9		0,08		N	pas de données	8,10E-05	fongicide	carbamate benzimidazole	
Tolyfluanide	1	26		0,125		N	pas de données	7,70E-02	fongicide	sulfamide	
Trifluraline	1	7	1				pas de données	16,8	herbicide	dinitroaniline	retiré en 2008
Vindozoline	1	8		0,005			pas de données		fongicide	dicarboximide	

* DJA : Dose journalière admissible, source www.dive.afssa.fr/agritox.

** Source : ministère de l'Agriculture et de la Pêche (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>), règlement (CE) N° 2076/2002 (JO L 319 du 23.11.2002).

Annexe 7 - Photographie des stations de prélèvements

DOMAINE DE PIQUET (A)



PRÈS D'ARÈNES (B)



ST-GÉLY DU FESC (C)



PIC SAINT-LOUP (D)



Source: Air LR.

Annexe 8 - Techniques d'analyse des pesticides dans l'air Source : Air LR.

Existence d'une intercalibration avec d'autres laboratoires :

Le laboratoire (Micropolluants Technologies, comme indiqué dans le protocole ; basé à Thionville) a participé aux différentes campagnes d'intercomparaison organisées par l'Ineris, qui ont montré des limites de détection très bonnes (c'est-à-dire très faibles) par rapport à l'ensemble des laboratoires participants.

Limites de détection et de quantification pour chaque molécule :

Pour la plupart des molécules, les limites de détection valent 8 ng/échantillon ; pour certaines, 40 (ex. : cymoxanil), 160 (ex. : captan) ou 1 000 (ex. : méthomyl) ng/échantillon. À titre indicatif, sur un prélèvement bas débit de 7 jours, la LD de 8 ng/échantillon correspond à 0,05 ng/m³, ce qui est extrêmement faible.

Incertitude analytique et son évaluation :

Incertitude analytique : hélas peu pertinente seule car l'incertitude du prélèvement + extraction + séparation + analyse est très élevée et non quantifiable actuellement au niveau national.

Méthodes de dosage et technique analytique :

Protocole du laboratoire :

- extraction des pesticides prélevés sur le filtre en fibres de quartz et la mousse PUF ;
- concentration ;
- purification sur plusieurs colonnes chromatographiques ;
- micro concentration.

Identification et dosage des résidus par couplage chromatographique en phase gazeuse (CPG) et spectroscopie de masse (MS) et par chromatographie liquide haute performance (HPLC) : HPLC/DAD (diode array detection).

Composé	LD (ng/échantillon)	LQ (ng/échantillon)	Incertitude de mesure (%)
Analyses en GC/MS			
2,4' DDD	8	20	*
2,4' DDE	8	20	*
2,4' DDT + 4,4' DDD	8	20	*
4,4' DDE	8	20	*
4,4' DDT	8	20	*
A - HCH	8	20	21,8
Acetochlor	8	20	*
Aclonifen	8	20	20,7
A-endosulfan	8	20	24,7
Alachlor	8	20	21,2
Anthraquinone	8	20	*
Atrazine	8	20	14,2
Azoxystrobine	8	20	22,2
B - HCH	8	20	*
B endosulfan	8	20	*
Bitertanol	8	20	*
Bromuconazole I	8	20	*
Bromuconazole II	8	20	*
Captan	160	400	*
Carbaryl	8	20	27,9
Carbofuran	8	20	24,0
Chlorothalonil	8	20	22,5
Chlorpyrifos ethyl	8	20	29,0
Cyfluthrine I	8	20	*
Cyfluthrine II	8	20	*
Cyfluthrine III	8	20	*
Cymoxanil	40	100	*
Cypermethrine I	8	20	*
Cypermethrine II	8	20	*
Cypermethrine III+IV	8	20	*

Composé	LD (ng/échantillon)	LQ (ng/échantillon)	Incertitude de mesure (%)
Analyses en GC/MS			
Cyproconazole	8	20	20,2
Cyprodinil	8	20	17,0
D - HCH	8	20	*
Deltamethrine	160	400	*
Desethylatrazine	8	20	27,1
Desisopropylatrazine	8	20	39,5
Diazinon	8	20	22,5
Dichlobenil	8	20	32,8
Dichlorovos	8	20	28,8
Dicofol	8	20	*
Diflufenicanil	8	20	22,5
Dimethenamide	8	20	21,4
Dimethomorphe I	8	20	*
Dimethomorphe II	8	20	*
Dinocap	160	400	*
Époxiconazole	8	20	*
Esfenvalerate	8	20	*
Éthofumesate	8	20	30,7
Éthoprophos	8	20	*
Éthyl parathion	8	20	25,9
Fenoxaprop-ethyle	8	20	21,3
Fenpropidin	8	20	40,8
Fenpropimorphe	8	20	23,1
Fipronil	8	20	*
Fluazinam	8	20	*
Fludioxonil	8	20	*
Flusilazole	8	20	16,9
Folpel	8	20	37,1
G - HCH	8	20	25,7
Hexaconazole	8	20	19,9
Iprodione	200	500	*
Kresoxim-methyl	8	20	21,6
L-cyhalotrine	8	20	*
Lenacil	8	20	29,6
Malathion	8	20	22,0
Mehtyl parathion	8	20	31,9
Metazachlore	8	20	23,1
Methidathion	8	20	22,4
Methomyl	1 000	3 000	*
Metolachlore	8	20	18,2
Norflurazon	8	20	23,4
Oryzalin	1 000	3 000	*
Oxadiazon	8	20	30,6
Oxydemeton-S-methyl	40	100	*
Oxyfluorfen	8	20	*
Pendimethaline	8	20	21,8
Phosmet	8	20	*
Phoxime	1 000	3 000	*
Procymidone	8	20	*
Propachlor	8	20	*
Propargite	8	20	*
Propyzamide	8	20	15,6
Pyriproxyfen	8	20	*
Simazine	8	20	16,9
Spiroxamine	8	20	*

Composé	LD (ng/échantillon)	LQ (ng/échantillon)	Incertitude de mesure (%)
Analyses en GC/MS			
tau-fluvalinate I	8	20	28,8
tau-fluvalinate II	8	20	30,0
Tebuconazole	8	20	*
Tébutame	8	20	29,2
Terbutylazine	8	20	15,6
Tetraconazole	8	20	24,2
Tolclophos methyl	8	20	*
Tolyfluanid	8	20	*
Trifluraline	8	20	30,6
Triticonazole	8	20	*
Vinclozolin	8	20	*
Analyses en HPLC/DAD			
2,4D	834	2 500	*
Aldicarb	1 667	500	*
Bendiocarb	67	200	*
Benomyl	834	2 500	*
Chlortoluron	34	100	15,5
Diuron	34	100	19,0
Fenoxicarb	167	500	*
Isoproturon	34	100	20,0
Lufénuron	167	500	*
MCPA	834	2 500	*
Thiodicarb	167	500	*

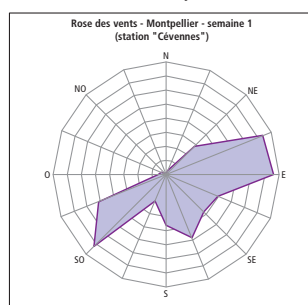
* : Incertitude en cours de détermination.

Annexe 9 - Roses des vents pendant les campagnes de prélèvements d'air Source : Air LR

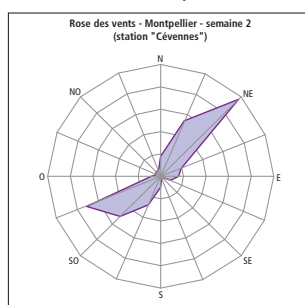
Les vents mesurés sont présentés par série sur les graphiques ci-dessous. Lorsque rien n'est précisé, il s'agit des vents mesurés par AIR LR à Montpellier dans le quartier des Cévennes.

CAMPAGNE HIVERNALE (17 JANVIER AU 7 FÉVRIER)

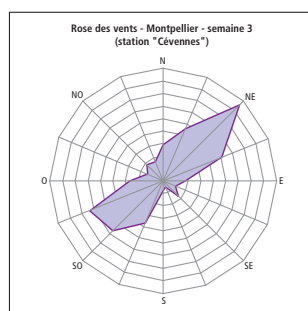
Série 1 (17-24 janvier)



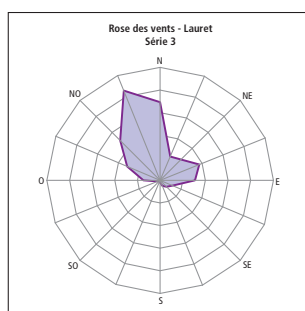
Série 2 (24-31 janvier)



Série 3 (31 janvier-7 février)



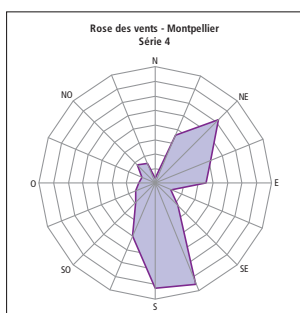
Série 3 (Pic Saint-Loup)



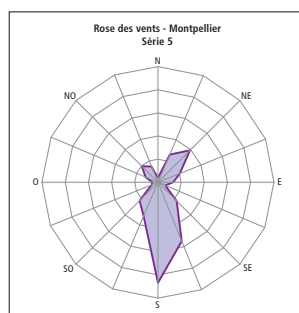
CAMPAGNE ESTIVALE (5 AU 26 JUIN)

CAMPAGNE ESTIVALE (5 au 26 juin)

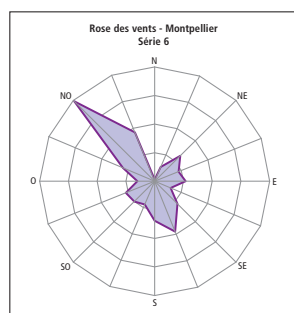
Série 4 (5-12 juin)



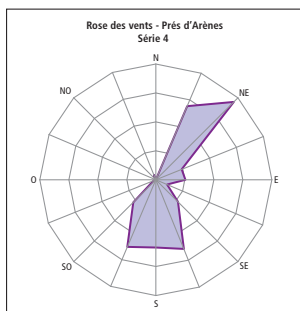
Série 5 (12-19 juin)



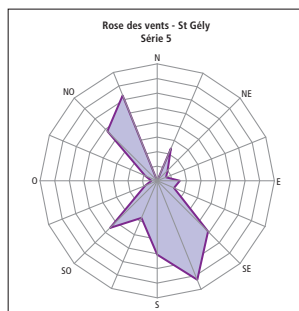
Série 6 (19-26 juin)



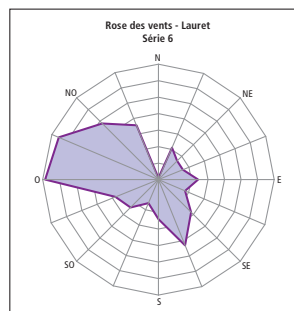
Série 4 (Montpellier Sud)



Série 5 (Saint-Gély)



Série 6 (Pic Saint-Loup)



Annexe 10 - Tableaux synthétiques des épandages de pesticides

Date	Spécialité 1	Spécialité 2	Spécialité 3	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Applicateur	Usage	Exploitant	Institution
09-janv.-06	Cabestan			10 L			technicien			X
23-janv.-06	Naturene			3 L/HL				larvicide		X
31-janv.-06	Chipco green			10 L			technicien			X
01-févr.-06	Katana	Round up		0,2	3 L		exploitant / salarié	herbicide	X	
15-févr.-06	BTI granulé			3				larvicide		X
15-mars-06	BTI granulé			52				larvicide		X
15-mars-06	BTI liquide			108,5				larvicide		X
15-mars-06	Téméphos liquide 50 %			3,6						X
23-mars-06	Cabestan			10 L			technicien			X
27-mars-06	Scanner			3 L			technicien			X
30-mars-06	Cabestor			1 L			technicien			X
01-avr.-06	Soufre			0,075			exploitant	fongicide	X	
01-avr.-06	Bacillus thuringiensis						technicien			X
01-avr.-06	Bacillus thuringiensis			3 L			technicien	chenille processionnaire		X
01-avr.-06	Chiros			0,15 L/HL				divers		X
02-avr.-06	Scanner			3 L			technicien			X
10-avr.-06	Round up			200 L			technicien	herbicide		X
12-avr.-06	Sillage			0,003 kg/L			salarié	ecoriose	X	
15-avr.-06	BTI granulé			20				larvicide		X
15-avr.-06	BTI liquide			137,5				larvicide		X
15-avr.-06	BTI WG			13						X
15-avr.-06	K-Othrine ULV 15/5			17						X
17-avr.-06	"Glyphosate"			400 L/ha			exploitant / salarié	herbicide	X	
17-avr.-06	"Glyphosate"			400 L/ha			exploitant / salarié	herbicide	X	
22-avr.-06	"Glyphosate"	Glyphosate		80 L/an				herbicide		X
25-avr.-06	"Glyphosate"			300 L/ha			exploitant / salarié	herbicide	X	
27-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
27-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
27-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
27-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
27-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	

Date	Spécialité 1	Spécialité 2	Spécialité 3	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Applicateur	Usage	Exploitant	Institution
27-avr.-06	Polyram	Forum	Kessy	2	1,5 L/ha	0,31 L	exploitant	fongicide	X	
27-avr.-06	Polyram	Forum	Kessy	2	1,5 L	0,31 L	exploitant	fongicide	X	
28-avr.-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
01-mai-06	"Mancozebe"			3			exploitant / salarié	herbicide	X	
01-mai-06	Garlon INOV			3%			technicien	sur rosiers		X
02-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
04-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
04-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
04-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
04-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant/salarié	fongicide	X	
04-mai-06	Corail			0,4L			salarié	oidium	X	
05-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
05-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
05-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
05-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
10-mai-06	Bouillie bordelaise	Stifenia	Lysol	1,7	1,5	0,2??/ha	exploitant / salarié	fongicide	X	
10-mai-06	Polyram	Forum		2	1,5 L		exploitant	fongicide	X	
10-mai-06	Polyram	Forum		2	1,5		exploitant	fongicide	X	
11-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
11-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
11-mai-06	Turkoise			0,6 L			salarié	A. jaunes	X	
15-mai-06	"Stifenia"			1,5			exploitant / salarié	fongicide	X	
15-mai-06	BTI granulé			65				larvicide		X
15-mai-06	BTI liquide			203,5				larvicide	X	
15-mai-06	BTI WG			10					X	
15-mai-06	K-Othrine ULV 15/5			43,5					X	
15-mai-06	Téméphos liquide 50 %			1,25					X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	

Date	Spécialité 1	Spécialité 2	Spécialité 3	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Applicateur	Usage	Exploitant	Institution
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
16-mai-06	Bouillie bordelaise	"Stifenia"		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
20-mai-06	Round up			2,7			technicien	herbicide		X
23-mai-06	Bouillie bordelaise	Stifenia		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
23-mai-06	Bouillie bordelaise	Stifenia		4	1,5		exploitant / salarié	fongicide	X	
23-mai-06	Irvy	Citolan		0,5 L	3		exploitant		X	
23-mai-06	Irvy	Citolan		0,5 L	3		exploitant		X	
29-mai-06	Round up			2,7			technicien	herbicide		X
31-mai-06	"Folpel-cixmoxanil"			3			exploitant / salarié	fongicide	X	
01-juin-06	Round up			3 L			exploitant / salarié	herbicide	X	
05-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant/salarié	fongicide	X	
05-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant/salarié	fongicide	X	
05-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant/salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
06-juin-06	Fore gazon	Aliette		20	12		technicien			X
06-juin-06	Heliosoufre						salarié	oïdium	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant/salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Soufre trituré			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
07-juin-06	Heliosoufre						salarié	oïdium	X	
08-juin-06	Fluido soufre			30			exploitant / salarié	fongicide	X	
15-juin-06	BTI granulé			129				larvicide		X
15-juin-06	BTI liquide			383				larvicide		X
15-juin-06	BTI WG			7						X
15-juin-06	BTI WG			3,5						X

Date	Spécialité 1	Spécialité 2	Spécialité 3	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Applicateur	Usage	Exploitant	Institution
15-juin-06	K-Othrine ULV 15/5			29,75						X
15-juin-06	Téméphos liquide 50 %			14,75						X
16-juin-06	Blocus	Cresus	Nelpon	0,7L	0,5 L	1,25	salarié	rica flavescence	X	
22-juin-06	Sillage	Olymp		4L	0,3 L		salarié	mildiou oïdium	X	
23-juin-06	Microthiol	Karathane	Citolan	1,3	0,3 L	3	exploitant		X	
23-juin-06	Microthiol	Karathane	Citolan	1,3	0,3	3	exploitant		X	
15-juil.-06	BTI liquide			256,5				larvicide		X
15-juil.-06	BTI liquide			241,5				larvicide		X
15-juil.-06	K-Othrine ULV 15/5			47,7						X
15-juil.-06	Téméphos liquide 50 %			31,25						X
15-août-06	BTI liquide			251				larvicide		X
15-août-06	K-Othrine ULV 15/5			47						X
15-août-06	Téméphos liquide 50 %			71,4						X
01-sept.-06	Dimilin flo			32 ml/hl			technicien	sur les pins		X
15-sept.-06	BTI liquide			220				larvicide		X
15-sept.-06	K-Othrine ULV 15/5			54						X
15-sept.-06	Téméphos liquide 50 %			91,69						X
01-oct.-06	Bacillus thuringiensis							chenille processionnaire		X
01-oct.-06	Bouillie bordelaise							fongicide		X
15-oct.-06	BTI liquide			76				larvicide		X
15-oct.-06	K-Othrine ULV 15/5			15						X
15-oct.-06	Téméphos liquide 50 %			4,1						X
15-nov.-06	BTI liquide			3				larvicide		16
15-nov.-06	K-Othrine ULV 15/5			1,5						16
	"MCPA"			15L				anti germinatif		X
	Systhane paysage			0,15 L/HL						X
	Kiros			0,2 L/HL						X
	Cosmic PJT			1 L/HL						X
	Buffalo			1 kg/HL						X

Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale

Étude en air extérieur dans quatre sites de l'Hérault en 2006

La contamination des milieux par les pesticides a amené les pouvoirs publics à s'interroger sur les risques potentiels sur la santé liés à ce type d'exposition. Au-delà des problèmes de contamination de l'eau et des aliments, ce projet a pour objectif d'évaluer l'exposition par inhalation de la population générale aux pesticides.

Des analyses de pesticides dans l'air ont été menées dans quatre sites de l'Hérault. Des enquêtes ont été réalisées autour des sites de mesure auprès des utilisateurs de pesticides afin de mettre en relation les teneurs mesurées dans l'air ambiant et les usages.

Les résultats montrent un nombre peu élevé de molécules dans l'air, ce qui peut être lié à des conditions météorologiques favorables. Quatre molécules ont été détectées hors période de traitement et quatre autres pendant la période de traitement, le lindane étant le dénominateur commun. Si la détection du chlorpyrifos éthyl et du flusilazole dans l'air a pu être mise en relation avec leur épandage, ce n'est pas le cas du folpel et de la procymidone, deux fongicides utilisés en viticulture retrouvés hors période de traitement, et en zone urbaine et semi-rurale.

Cette étude a permis d'apporter des éléments sur la pollution de l'air par les pesticides et de formuler des recommandations. L'amélioration des méthodes de prélèvement et d'analyse, la modélisation de la dispersion des substances dans l'air, permettraient de préciser l'estimation de l'exposition. La construction de valeurs toxicologiques de référence pour les substances actives, solvants ou additifs, adaptées à la voie respiratoire permettrait d'affiner l'évaluation du risque sanitaire. En attendant, il convient de recommander l'utilisation de techniques minimisant la dispersion des particules ou leur remise en suspension dans l'air.

Assessment of airborne pesticide exposure in the general population

A 2006 survey in four sites of the Hérault area

The incrimination of pesticides in environmental contamination has led government to question the potential risks for health. Beyond the problems of water and food contamination, this survey aims to assess the exposure of the population by inhalation of pesticides.

Analyses of pesticides in the air were conducted in four sites of the Hérault area. Surveys were conducted around the measurement sites among pesticides users, in order to associate pesticides concentrations measured in the air on selected sites with the use of pesticides.

The results highlight the presence of a small number of molecules in the ambient air, which can be linked to favorable weather conditions. Thus, four molecules were observed during the off treatment period and four others during the treatment period, lindane being a common denominator between the two campaigns. Some similarities were associated between the detection of molecules in the air and their concomitant spreading (chlorpyrifos and ethyl flusilazole). In addition, surprising results were observed for folpel and procymidone, two fungicides used in viticulture, but found in winter, outside the treatment period, and in urban and semi-rural areas.

The study has provided information related to air pollution by pesticides. However, a precise mapping exercise remains delicate, given the limitations of the study. Nevertheless, some recommendations can be issued: the improvement of sampling methods, dispersal modeling of chemicals in the atmosphere, and toxicological reference values adapted to active substances and solvents or additives. In the meantime, the use of techniques that can minimize the spray of particles in the air should be recommended, especially when weather conditions are not favorable.

Citation suggérée :

Évaluation de l'exposition aérienne aux pesticides de la population générale : étude en air extérieur dans quatre sites de l'Hérault en 2006. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, mars 2009, 54 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN : 1958-9719

ISBN : 978-2-11-098281-0

ISBN-NET : 978-2-11-098320-6

Tirage : 100 exemplaires

Imprimé par : France Repro -

Maisons Alfort

Réalisé par DIADEIS-Paris

Dépôt légal : mars 2009