



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



«Métrologie - Polluants non réglementés»

Hiérarchisation à l'aide de l'outil Sph'Air des pesticides susceptibles d'être surveillés de façon prioritaire dans l'air :

Application pour la région Rhône-Alpes

Programme 2012

«A. Gouzy»





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Ils sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique au MEDDE et aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



**« « Hiérarchisation à l'aide de l'outil Sph'Air des pesticides susceptibles
d'être surveillés de façon prioritaire dans l'air :**

Application pour la région Rhône-Alpes» »

**Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air**

« Métrologie - Polluants non réglementés»

**Programme financé par la
Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)**

2012

« A. Gouzy»

Ce document comporte 33 pages (hors couverture et annexes)

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	GOUZY Aurélien	BRIGNON Jean-Marc	ROUIL Laurence
Qualité	Ingénieur d'études et de recherche	Responsable de l'Unité DRC/DECI/EDEN	Responsable du pôle DRC/DECI
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
1. TECHNIQUE DE SELECTION DES SUBSTANCES A SURVEILLER DANS LE COMPARTIMENT AERIEN	8
1.1 Introduction	8
1.2 Historique et description de l'outil Sph'Air	8
2. APPLICATION DE SPH'AIR POUR L'ETABLISSEMENT D'UNE LISTE DEDIEE A LA REGION RHONE ALPES	11
2.1 Mise en œuvre de Sph'Air	11
2.2 Précautions d'usage et perspectives de Sph'Air	30
2.3 Autres informations disponibles	31
3. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	33

RESUME

En France, un nombre croissant d'AASQA (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air) réalise des campagnes de mesures ciblant les produits phytosanitaires présents dans l'air, afin de déterminer les concentrations auxquelles la population est exposée ainsi que leur évolution temporelle dans différentes situations.

Ces campagnes, menées localement de façon ponctuelle, concernent généralement quelques dizaines de substances actives¹ sélectionnées en fonction des objectifs de l'étude.

Par ailleurs, pour des raisons évidentes de coût et de faisabilité, il est impossible de mener une campagne de mesure exhaustive sur l'ensemble des produits phytosanitaires en France. La surveillance instrumentée des teneurs atmosphériques en produits phytosanitaires doit s'accompagner d'un choix ciblé des substances à analyser.

Entre autres critères, ce choix doit prendre en compte la présence potentielle des substances actives dans le compartiment aérien, et donc les éventuelles spécificités agricoles de la région faisant l'objet de l'étude. Ainsi, la technique de sélection de substances présentée dans ce rapport pourrait fournir une pré-liste de produits phytopharmaceutiques à surveiller en région Rhône-Alpes. Le choix définitif du contenu de la liste finale est laissé à l'appréciation des acteurs locaux.

Ce document fait suite aux rapports LCSQA/INERIS-DRC-07-85148-08252A et LCSQA/INERIS-DRC-08-94291-16614A traitant plus en détails de la méthodologie développée pour l'outil *Sph'Air*.

¹ Selon les rapports 2008 de F. Marlière « Exploitation de la base de données "pesticides", Rapport final INERIS » DRC-08-79914-08782A et « Pesticides dans l'air ambiant, rapport 1 sur 2 » DRC-08-94291-15-183A.

1. TECHNIQUE DE SELECTION DES SUBSTANCES A SURVEILLER DANS LE COMPARTIMENT AERIEN

1.1 INTRODUCTION

La technique de sélection ci-après exposée repose sur l'utilisation de la méthode Sph'Air (Gouzy *et al.*, 2005). Elle présente les avantages suivants :

- Elle est basée sur une méthode mathématique qui a été informatisée. Cette méthode établit donc des listes de façon systématique et reproductible pour les substances étudiées ;
- Elle est établie à partir d'une base de données des paramètres physico-chimiques et toxicologiques (notamment DJA) de pesticides contenant la plupart des produits phytosanitaires utilisés ou ayant été utilisés en France ;
- Elle est adaptable au territoire concerné (par l'utilisation des quantités de substances effectivement utilisées).

De plus, des substances virtuelles ont été intégrées aux classifications. Elles servent de repères et permettent de « lire » plus aisément les classifications. Dans le cadre d'une application régionale de l'outil, les comparaisons inter-territoriales seront facilitées par la présence de ces substances.

1.2 HISTORIQUE ET DESCRIPTION DE L'OUTIL SPH'AIR

La finalité de l'outil Sph'Air est l'identification et la classification des substances phytosanitaires à surveiller de façon prioritaire dans l'air.

Sph'Air a été développé entre 2002 et 2005 à l'INERIS dans le cadre d'un projet financé par les Ministères de l'Agriculture et de la Pêche, et de l'Écologie et du Développement Durable. Sa mise au point a été encadrée par un groupe de pilotage composé d'experts représentant aussi bien des organismes de recherche, des associations de surveillance de la qualité de l'air, des industriels que des décideurs (Gouzy *et al.*, 2005).

Depuis 2007, le développement de l'outil a été poursuivi dans le cadre du projet PHAR (Pesticides : Hiérarchisation pour les Agro-Ressources) cofinancé par le Conseil Régional de Picardie. Un comité de pilotage composé de représentants de la Région, d'instituts de recherche et d'associations (entre autres) suit le projet. Dans ce cadre, des améliorations ont été apportées à la méthode pour mieux l'adapter au contexte régional. Ces modifications sont présentées brièvement dans le présent rapport.

L'outil Sph'Air hiérarchise les produits phytosanitaires du plus au moins préoccupant pour la santé humaine. Pour ce faire, une méthode d'agrégation multicritère (ELECTRE-III ; Roy, 1978 et 1985 ; Roger, 1998) a été sélectionnée. L'utilisation du logiciel ELECTRE-III a été largement validée dans le cas de problématiques liées à l'environnement (Martin et Legret, 2005). Simple outil de hiérarchisation, il ne doit donc pas être assimilé à un outil d'évaluation, même qualitatif, du risque.

Cette méthode consiste à discriminer les substances en les comparant critère par critère. Pour bien choisir les critères à prendre en compte dans l'outil, un schéma conceptuel du transfert des pesticides vers l'air a été défini. Ce schéma a été validé pour les usages agricoles par le comité de pilotage de Sph'air. Les processus décrits par ce schéma conceptuel sont :

- *Départ direct à l'atmosphère durant l'application ;*
- *Dépôt direct sur le sol ;*
- *Revolatilisation à partir du sol incluant la dégradation dans le sol ;*
- *Revolatilisation à partir de la plante ;*
- *Répartition Gaz/Particules dans l'atmosphère : "sous-mécanisme" susceptible d'intervenir lors de la dégradation dans l'atmosphère notamment ;*
- *Dégradation dans le compartiment atmosphérique.*

Le travail sur le schéma conceptuel a conduit à négliger certains mécanismes, souvent en raison de l'absence de données les caractérisant. Au final, le comité de pilotage a décidé de rassembler les processus précédemment évoqués dans deux critères (1. et 2.) et de créer deux autres critères : un relatif à l'usage agricole des produits phytosanitaires (3.) et un décrivant leurs effets (4.). Ces critères schématisés par la Figure 1 sont les suivants :

1. la persistance atmosphérique (ou temps de résidence des pesticides dans l'air) suite à l'utilisation agricole de ces produits ;
2. les sources atmosphériques (ou la propension de ces produits à migrer directement ou indirectement dans l'atmosphère) suite à leur utilisation agricole) ;
3. les quantités utilisées (sur le territoire considéré) ;
4. la toxicité pour l'homme inhérente aux pesticides employés comme critère d'effet, exprimée par la DJA² (critère renseigné pour le plus grand nombre de substances).

² DJA : Dose Journalière Admissible.

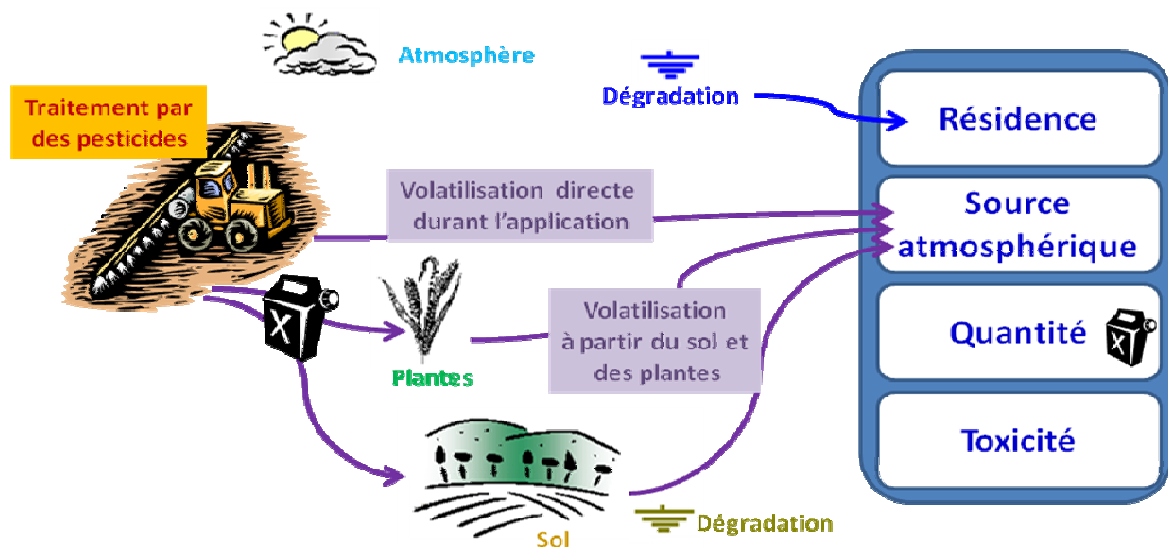


Figure 1 : Schéma conceptuel ayant présidé à la conception de la méthode Sph'Air.

En fonction des propriétés physico-chimiques, toxicologiques de la substance et des usages agricoles, chaque produit phytosanitaire utilisé sur un territoire donné sera caractérisé par quatre critères. Ceux-ci seront ensuite intégrés à la méthode d'analyse multicritère afin de comparer chaque substance de façon rigoureuse et systématique. Le résultat de cette analyse conduit aux listes de hiérarchisation des phytosanitaires.

Les principaux atouts de la méthode sont liés à la possibilité de prendre en compte de façon simultanée un grand nombre de molécules ainsi qu'à l'adaptabilité de l'outil (une utilisation spécifique à l'échelle de la région est possible). Par ailleurs, en fonction de l'étude envisagée, il est facilement envisageable d'ajouter ou de retirer un critère. Préalablement à toute mesure *in situ*, l'approche Sph'Air constitue donc une aide précieuse quant au choix des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien.

La version de l'outil Sph'Air ici utilisée correspond à celle décrite dans le rapport de L'Hermite en 2009.

2. APPLICATION DE SPH'AIR POUR L'ETABLISSEMENT D'UNE LISTE DEDIEE A LA REGION RHONE ALPES

La liste de pesticides à surveiller dans le milieu aérien établie pour la région Rhône-Alpes se base sur des données quantitatives fournies par l'AASQA Air Rhône-Alpes (via Sabrina PONTET) pour la région en 2011 (ainsi qu'une moyenne calculée sur l'intervalle 2008-2011). Ces données étant confidentielles, elles ne pourront pas être reproduites dans ce rapport.

A ce jour, bien que des travaux soient en cours dans ce sens, la complétude de cette base de données n'a pas été validée ni sa pertinence en tant qu'indicateur de pression d'utilisation de produits phytosanitaires sur un territoire donné. Cette information devra être gardée en mémoire au moment d'interpréter les résultats.

Les quantités vendues sur le territoire Rhône-Alpes en 2011 représentent près de 1 460 tonnes de substances actives correspondant à environ 200 substances actives.

2.1 MISE EN ŒUVRE DE SPH'AIR

A l'exception du S-métolachlore, l'ensemble des substances pour lesquelles nous disposons d'une donnée quantitative a été hiérarchisé (donc 199 ?).

A ces substances actives hiérarchisées ont été ajoutées douze substances virtuelles nommées : Smax, Smoy, Smin, S90, S80, S70, S60, S50, S40, S30, S20 et S10. Cette gamme de substances virtuelles a été définie par les maximum, moyenne, minimum et les percentiles³ de la gamme de variation des quatre critères de la méthode Sph'Air dans l'extraction correspondante à la région Rhône Alpes.

En effet, lorsque le nombre de substances actives prises en compte est important, la compréhension et la gestion de la liste ne sont pas aisées. Pour mieux gérer les résultats, l'utilisation de catégories est souvent plus adaptée au problème posé par le décideur. L'usage de substances virtuelles permet ainsi de mieux se repérer dans la classification.

Les tableaux 1 et 2 ci-après présentent les résultats de ces hiérarchisations : respectivement, ils présentent les listes hiérarchisées par l'outil Sph'Air des substances actives utilisées dans la région Rhône-Alpes en 2011 et sur la période 2008-2011. On rappelle qu'il s'agit de résultats préliminaires à prendre avec précaution, notamment du fait que l'usage des données de ventes en tant qu'indicateur de pression demande à être validé, et qu'il ne s'agit que de comparaison entre substances, et non d'indications de risque intrinsèque.

³ Cf. L'Hermite et Gouzy (2008) pour plus de détails.

Tableau 1 : Liste hiérarchisée par l'outil Sph'Air des substances actives utilisées dans la région Rhône-Alpes en 2011.

RANG	SUBSTANCE
1	Sma
2	1,3 DICHLOROPROPENE
	CHLOROTHANONIL
	HCH GAMA = LINDANE
	S90
3	BROMURE DE METHYL = METHYL BROMIDE = BROMOMETHANE
	FLUAZINAM
	OXADIAZON
	QUINTOZENE
	SULCOTRIONE
4	BRODIFACOUM
	DICLOBENIL
	DICOFOL
	DIURON
	NALED
	PROSULFOCARBE
	S80
5	2,4 D
	ALDICARBE
	DICHLORPROP P
	ETHOPROPHOS
6	AMINOTRIAZOLE
	BETACYFLUTHRINE
	DICHLORVOS
	FLUSILAZOLE
	TEFLUTHRINE
7	ALPHAMETHRINE = ALPHACYPERMETHRINE
	CHLORPYRIPHOS ETHYL
	CYMOXANIL
	DISULFOTON
	HALOXYFOP (ETHOXYETHYL)
	HCH ALPHA = HEXACHLOROCYCLOHEXANE ALPHA
	IOXYNIL
8	CLOFENTEZINE
	CYPROCONAZOLE
	FOLPEL
	MESOTRIONE
	METALDEHYDE
	TEBUCONAZOLE
	TRIFLURALINE
9	ACLONIFEN

	DINOCAP
	OXYFLUORFENE
	TRIBENURON-METHYL
	S70
10	BIFENOX
	BIFENTHRINE
	DICLOFOP METHYL
	DIFENOCONAZOLE
	EPOXICONAZOLE
	ISOPROTURON
11	BROFENPROX = HALFENPROX
	BROMOPHOS ETHYL
	CARBARYL
	FENTINE ACETATE
	HALOXYFOP-R = ESTER METHYLIQUE
	HEXACONAZOLE
	LINURON
	MANCOZEBE (VOIR ETU)
	THIOPHANATE METHYL
12	2,4 MCPA
	ACETOCHLORE
	BROMOXYNIL OCTANOATE
	CADUSAFOS=EBUFOS
	CLOPYRALID SEL D'AMINE = CLOPYRALID-OLAMINE
	ENDOSULFAN ALPHA
	FLUROCHLORIDONE
	ISOXAFLUTOL
	PENDIMETHALINE
	TAU-FLUVALINATE
	TRIFLUMURON
13	BENAZOLINE-ETHYL
	CLODINAFOP-PROPARGYL
	DINOSEBE
	MEVINPHOS
	PHOSPHAMIDON
	PROSULFURON
	PYMETROZINE
	QUINALPHOS
	TETRADIFON
	THIRAME
	Moy
14	DICAMBA
	ENDOSULFAN
	ESFENVALERATE
	FLUFENOXURON

	MECOPROP-P
	METCONAZOLE
15	ALACHLORE
	DESETHYLATRAZINE
	DIAZINON
	DNOC
	ENDOSULFAN BETA
	FLUFENACET
	PROCYMIDONE
	PROPYZAMIDE
16	ANTHRAQUINONE
	CHINOMETHIONATE = OXYTHIOQUINOX
	CYFLUTHRINE
	DELTAMETHRINE
	DIENOCHLORE
	MECOPROP = MCPP
	MONOCROTOPHOS
	ORYZALIN
	PYRIDABENE
	QUIZALOFOP ETHYL
	SIMAZINE
	TERBUFOS = TERBUPHOS
	THIODICARBE
	TRIALATE
TRIFORINE	
17	2,4 D SEL DIMETHYLAMINE
	ATRAZINE
	BENOXACOR
	CARFENTRAZONE ETHYLE
	CHLORTOLURON
	CYANAZINE
	DEMETHON-S-METHYLSULFONE
	DITHIANON
	FENTINE HYDROXYDE
	MERCAPTODIMETHUR (METHIOCARB)
	SULFOTEP
	TRIAZOXIDE
	VINCHLOZOLINE
ZIRAME	
18	FIPRONIL
	FLUPOXAM
	FLUQUINCONAZOLE
	GLYPHOSPHATE
	OMETHOATE
	OXYDEMETON-METHYL

	PARAQUAT (DICHLORURE)
	PARATHION METHYL
	PHORATE
	PICLORAM = ESTER ISOCTYLIQUE
19	DALAPON (SEL SODIUM)
	DIFLUFENICANIL
	DIMETHOATE
	FURATHIOCARBE
	HEXAFLUMURON
	MOLINATE
	MYCLOBUTANIL
	PYRIDATE (RENOI CL9673)
	PYRIMETHANIL
20	ACRINATHRINE
	CYPRODINIL
	DICHOFLUANIDE
	DIFLUBENZURON
	FENVALERATE
	FLUAZIFOP P
	FONOFOS
	FOSETYL - ALUMINIUM
	KRESOXIM-METHYL
	NAPTALAME
	ROTENONE
	TEBUFENOZIDE
	TEBUFENPYRAD
	THIFENSULFURON-METHYLE
21	ABAMECTINE
	CHLORPYRIPHOS METHYL
	CYPERMETHRINE
	CYROMAZINE
	FENOXAPROP = FENOXAPROP-ETHYLE
	FENPROPATHRINE
	FLUTRIAFOL
	PROCHLORAZE
	S60
22	ACIFLUORFENE (SEL SODIUM)
	METRIBUZINE
	NAPROPAMIDE
	NUARIMOL
	OXADIXYL
	PROPAQUIZAFOP
	THIOMETON
	TRIADIMENOL
23	2,4 D ETHYLHEXYL ESTER

	CARBOPHENOTHION
	CHLORIDAZONE = PYRAZON
	ETHEPHON
	FENBUCONAZOLE
	FENPROPIDINE
	METSULFURON METHYLE
	PENCONAZOLE
24	BROMOPROPYLATE
	FENAZAQUIN
	FENPROPIMORPHE
	LUFENURON
	PYRIDAPHENTHION
	QUINCLORAC
	TRIFLUSULFURON-METHYL
25	2,4 DB
	2,4 MCPB
	CLOMAZONE
	DICAMBA SEL SODIUM
	METAMITRONE
	METAZACHLORE
	METIRAME-ZINC
	NORFLURAZON
	TERBUTHYLAZINE
	TRIADIMEFON
26	BENFLURALINE
	DAZOMET
	FLURTAMONE
	MONOLINURON
	OXAMYL
	PARATHION
	PYRIFENOX
	TEFLUBENZURON
	TRIASULFURON
27	CAPTANE
	CHLORPROPHAME
	CHLORTHAL DIMETHYL = DCPA
	EPTC = DIPROPYLTHIOCARBAMATE DE S-ETHYLE
	FENOXAPROP-P-ETHYL
	FLAMPROP ISOPROPYL R(-) = CYANAMID A
	FLUROXYPYR = METHYLHEPHTHYL ESTER
	FOMESAFEN (SEL SODIUM)
	HYDRAMETHYLNON
	ISOPHENPHOS = ISOFENFOS
	QUINOXYFEN
28	BITERTANOL

	CHLORMEQUAT CHLORURE
	ETHION
	FORMETANATE (SEL HYDROCL)
	GLUFOSINATE (SEL AMMONIUM)
	QUINMERAC
	TETRACONAZOLE
29	LAMBDA-CYHALOTHRINE
	MANEBE (VOIR ETU)
	MEFENPYRDIETHYL
	METOBROMURON
	PHENAMIPHOS
	PHOXIME
	PROHEXADIONE CALCIUM
30	ACIBENZOAR-S-METHYL
	DESMETRYNE
	FENITROTHION
	FENTHION
	FLUAZIFOP-P-BUTYL
	FLUMIOXAZINE
	SPIROXAMINE
	SULFOSATE = GLYPHOSATE-TRIMESIUM
	THIOFANOX
TRALOMETHRINE	
31	CHLORFENVINPHOS
	CHLORFURENOL
	CLOQUINTOCET-MEXYL
	DICHLONE
	DOGUADINE
	FENPYROXIMATE
	FLUDIOXONYL
	HEXYTHIAZOX
	VERNOLATE
32	2,4 MCPB (SEL SODIUM)
	BENDIOCARBE
	CARBOFURAN
	FENARIMOL
	FENPICLONIL
	ISOXABEN
	METOSULAM
	PACLOBUTRAZOL
	PYRIMICARBE
	TRIAZAMATE
33	BROMUCONAZOLE
	CHLOROXYURON
	DIMETHACHLORE

	METHOMYL
	PROPARGITE
	PYRAZOPHOS
	TEBUTAM = BUTAM
34	BUPROFEZINE
	CARBETAMIDE
	PROPACHLORE
	PROPHAME
	TERBUTRYNE
	TOLCLOPHOS-METHYL
35	AZINPHOS METHYL
	BUTRALINE
	MALATHION
	METHIDATHION
	PROPICONAZOLE
	S50
36	BROMACILE
	CARBOSULFAN
	DIMETOMORPHE
	METOLACHLORE
	PROPINEBE (REVOI PTU)
	PYRIMIPHOS METHYLE
	TEMEPHOS
37	AZOCYCLOTIN
	AZOXYSTROBINE
	CHLOZOLINATE
	DIMEFURON
	DIMETHENAMIDE
	IPRODIONE
	ISAZOFOS = ISASOPHOS
	PENCYCURON
38	CINIDON ETHYL
	DIQUAT = DIQUAT BIBROMIDE
	FAMOXADONE
	PROFENOPHOS = PROPENOFOS
	RIMSULFURON
	TOLYFLUANIDE
39	ACEPHATE
	BENALAXYL
	BUPIRIMATE
	CLETHODIM
	TRALKOXYDIME
	ZINEBE (REVOI ETU)
40	FLURPRIMIDOL
	FORMOTHION

	HEPTENOPHOS
	METHABENZTHIAZURON
	NITRALIN = NITRALINE
	PHENMEDIPHAME
	PHOSMET
	PROMETRYNE
	TERBACILE
	TRICHLORFON
	TRINEXAPAC-ETHYL
	S40
41	ASULAME SEL SODIUM
	BENFURACARBE = CARBOFURAN
	CARBOXINE
	FENOXYCARBE
	METHAMIDOPHOS
	PERMETHRINE
	2,4,5 T
	DAMINOZIDE
	DESMEDIPHAME
	IMAZAQUINE
	PRETILACHLORE
	PROPANIL
	PYRIPROXIFENE
	TERBUMETON
TRIDEMORPHE	
43	AMETRYNE
	ANILAZINE
	CHLORSULFURON
	CYCLOXYDIME
	ETHYRIMOL
	MEPIQUAT CHLORURE
	TRICLOPYR BUTOXYL ETHYL ESTER
	TRITICONAZOLE
	VAMIDOTHION
44	BENOMYL
	DINICONAZOLE
	FLUTOLANIL
	IMIDACLOPRIDE
	METALAXYL
45	AMITRAZE
	BENTAZONE SEL SODIUM
	DIETHOFENCARBE
	FLAZASULFURON
	IMAZAMETHABENZ (METHYL P)
	PHOSALONE

	TRIAPENTHENOL
	S30
46	CINOSULFURON
	CLOFENCET
	FENBUTATIN OXYDE
	PRIMIPHOS-METHYL
	PYRAFLUFEN ETHYL
	TRICLOPYR : SEL DE TRIETHYLAMINE = TRICLOPYR- TRIETHYLAMMONIUM
47	DIETHION
	ETHOFUMESATE
	FLURIDONE
	METOXURON
	NICOSULFURON
	THIABENDAZOLE
48	AMIDOSULFURON
	CARBENDAZIME
	CYHEXATIN
	DIFENAMIDE
	FERBAME
	HEXAZINONE
49	PIPERONYL BUTOXYDE
	FLUPYRSULFURON METHYLE
	LENACILE
50	PROPAMOCARBE HCL
	BENSULTAP
	GLYPHOSATE-ISOPROPYLAMMONIUM
	IMAZALIL
	MEFLUIDIDE SEL DE DIETHAN
	SULFOSULFURON
	S20
51	ALLOXYDIME = ALLOXYDIME-SODIUM
	MEPRONIL
	SIDURON
52	AZIMSULFURON
	BIORESMETHRINE
	DIMETHIPIN
	DODEMORPHE ACETATE
	GUAZATINE TRIACETATE
	OXYCARBOXINE
	SETHOXYDIME
53	FOSAMINE AMMONIUM (SEL)
	METHOPRENE
54	ANCYMIDOLE
	S10

55	BENSULFURON METHYLE
56	Smi

Tableau 2 : Liste hiérarchisée par l'outil Sph'Air des substances actives utilisées dans la région Rhône-Alpes entre 2008 et 2011.

RANG	SUBSTANCE
1	Sma
2	CHLOROTHANONIL
	HCH GAMA = LINDANE
	S90
3	1,3 DICHLOROPROPENE
	DICHLOBENIL
	QUINTOZENE
4	BROMURE DE METHYL = METHYL BROMIDE = BROMOMETHANE
	DIURON
	FLUAZINAM
	METALDEHYDE
	SULCOTRIONE
5	BRODIFACOUM
	DICHLORPROP P
	PROSULFOCARBE
	S80
6	2,4 D
	AMINOTRIAZOLE
	ETHOPROPHOS
	FLUSILAZOLE
7	CARBARYL
	CHLORPYRIPHOS ETHYL
	DICHLORVOS
	DICOFOL
	DINOCAP
8	ACLONIFEN
	CYMOXANIL
	FOLPEL
	HALOXYFOP (ETHOXYETHYL)
	HCH ALPHA = HEXACHLOROCYCLOHEXANE ALPHA
	NALED
	TEBUCONAZOLE
9	ALDICARBE
	BETACYFLUTHRINE
	DICLOFOP METHYL
	DISULFOTON
10	ALPHAMETHRINE = ALPHACYPERMETHRINE

	CLOFENTEZINE
	CYPROCONAZOLE
	IOXYNIL
	OXADIAZON
11	BIFENOX
	BIFENTHRINE
	MESOTRIONE
	OXYFLUORFENE
	TRIFLURALINE
	S70
12	BROFENPROX = HALFENPROX
	EPOXICONAZOLE
	FLUQUINCONAZOLE
	HALOXYFOP-R = ESTER METHYLIQUE
	LINURON
	MANCOZEBE (VOIR ETU)
	TEFLUTHRINE
	TRIBENURON-METHYL
13	ACETOCHLORE
	CADUSAFOS=EBUFOS
	DIFENOCONAZOLE
	DINOSEBE
	FENTINE ACETATE
	HEXACONAZOLE
	ISOPROTURON
	THIOPHANATE METHYL
	TRIFLUMURON
14	2,4 MCPA
	BENAZOLINE-ETHYL
	ENDOSULFAN ALPHA
	ISOXAFLUTOL
	MECOPROP-P
	PENDIMETHALINE
	TAU-FLUVALINATE
15	ANTHRAQUINONE
	BROMOXYNIL OCTANOATE
	DICAMBA
	ENDOSULFAN
	ESFENVALERATE
	MEVINPHOS
	PHOSPHAMIDON
	PROCYMIDONE
	PROPACHLORE
	QUINALPHOS
	TRIALATE

	Moy
16	CLOPYRALID SEL D'AMINE = CLOPYRALID-OLAMINE
	DIAZINON
	DNOC
	FLUROCHLORIDONE
	METCONAZOLE
	PROSULFURON
	PYMETROZINE
	TETRADIFON
17	BROMOPHOS ETHYL
	CHINOMETHIONATE = OXYTHIOQUINOX
	CLODINAFOP-PROPARGYL
	DIENOCHLORE
	ENDOSULFAN BETA
18	CARBOFURAN
	DELTAMETHRINE
	DESETHYLATRAZINE
	FENTINE HYDROXYDE
	FLUFENACET
	MECOPROP = MCPP
	MERCAPTODIMETHUR (METHIOCARB)
	ORYZALIN
	OXYDEMETON-METHYL
	PICLORAM = ESTER ISOOCYLIQUE
	PROPYZAMIDE
	SIMAZINE
	SULFOTEP
	TERBUFOS = TERBUPHOS
	THIRAME
TRIFORINE	
19	2,4 D SEL DIMETHYLAMINE
	ALACHLORE
	BENOXACOR
	DEMETHON-S-METHYLSULFONE
	FLUFENOXURON
	OMETHOATE
	PYRIDABENE
	THIODICARBE
	TRIAZOXIDE
	VINCHLOZOLINE
	ZIRAME
20	ATRAZINE
	CARFENTRAZONE ETHYLE
	CHLORTOLURON
	CYFLUTHRINE

	ETHEPHON
	FLUPOXAM
	GLYPHOSPHATE
	HEXAFLUMURON
	MOLINATE
	MONOCROTOPHOS
	PHORATE
	QUIZALOFOP ETHYL
21	BROMUCONAZOLE
	CYANAZINE
	DALAPON (SEL SODIUM)
	DIFLUBENZURON
	DIFLUFENICANIL
	DITHIANON
	FIPRONIL
	PARAQUAT (DICHLORURE)
	PYRIDATE (RENVOI CL9673)
PYRIMETHANIL	
22	FURATHIOCARBE
	KRESOXIM-METHYL
	NAPTALAME
	PARATHION METHYL
	PROCHLORAZE
	ROTENONE
23	CHLORMEQUAT CHLORURE
	CYROMAZINE
	DIMETHOATE
	FENITROTHION
	FLUTRIAFOL
	FONOFOS
	MYCLOBUTANIL
	THIFENSULFURON-METHYLE
24	ACIFLUORFENE (SEL SODIUM)
	CARBOPHENOTHION
	CHLORPYRIPHOS METHYL
	CYPERMETHRINE
	CYPRODINIL
	DICHLOFLUANIDE
	FLUAZIFOP P
	FOSETYL - ALUMINIUM
	LUFENURON
	METAZACHLORE
	NUARIMOL
	TEBUFENOZIDE
	THIOMETON

	S60
25	ACRINATHRINE
	BUTRALINE
	CHLORIDAZONE = PYRAZON
	CLOMAZONE
	FENOXAPROP = FENOXAPROP-ETHYLE
	FENPROPIDINE
	FENVALERATE
	FLURTAMONE
	METIRAME-ZINC
	QUINCLORAC
TRIADIMENOL	
26	FENAZAQUIN
	FENPROPATHRINE
	FLUROXYPYR = METHYLHEPHTHYL ESTER
	FOMESAFEN (SEL SODIUM)
	METRIBUZINE
	NAPROPAMIDE
	OXADIXYL
	PARATHION
	QUINMERAC
	TEBUFENPYRAD
TOLCLOPHOS-METHYL	
27	2,4 D ETHYLHEXYL ESTER
	DAZOMET
	DIMETHENAMIDE
	FENBUCONAZOLE
	METSULFURON METHYLE
	PROPAQUIZAFOP
28	2,4 DB
	BENFURACARBE = CARBOFURAN
	CHLORPROPHAME
	ISOPHENPHOS = ISOFENFOS
	METAMITRONE
	METHOMYL
	NORFLURAZON
	PENCONAZOLE
	QUINOXYFEN
29	BENFLURALINE
	BROMOPROPYLATE
	EPTC = DIPROPYLTHIOCARBAMATE DE S-ETHYLE
	HYDRAMETHYLNON
	PHOXIME
	PYRIDAPHENTHION
	PYRIFENOX

	SPIROXAMINE
	TEFLUBENZURON
30	2,4 MCPB
	ABAMECTINE
	CAPTANE
	CHLORTHAL DIMETHYL = DCPA
	ETHION
	FLAMPROP ISOPROPYL R(-) = CYANAMID A
	GLUFOSINATE (SEL AMMONIUM)
	PHENAMIPHOS
	TERBUTHYLAZINE
	TRIADIMEFON
	TRIFLUSULFURON-METHYL
31	DICAMBA SEL SODIUM
	MEFENPYRDIETHYL
	OXAMYL
	TETRACONAZOLE
	TRIASULFURON
	VERNOLATE
32	BUPROFEZINE
	DICHLONE
	FENOXAPROP-P-ETHYL
	FORMETANATE (SEL HYDROCL)
	PROHEXADIONE CALCIUM
	SULFOSATE = GLYPHOSATE-TRIMESIUM
33	BITERTANOL
	METOBROMURON
	MONOLINURON
	PHOSALONE
	TRALOMETHRINE
34	CHLORFENVINPHOS
	FENTHION
	FLUMIOXAZINE
	LAMBDA-CYHALOTHRINE
	MANEBE (VOIR ETU)
35	CHLORFURENOL
	DOGUADINE
	FLUAZIFOP-P-BUTYL
	FLUDIOXONYL
	PACLOBUTRAZOL
	THIOFANOX
36	ACIBENZOAR-S-METHYL
	CARBETAMIDE
	DIMETHACHLORE
	FENARIMOL

	HEXYTHIAZOX
	METOSULAM
	PYRAZOPHOS
	PYRIMICARBE
	TEBUTAM = BUTAM
	TRIAZAMATE
	S50
37	CLOQUINTOCET-MEXYL
	DESMETRYNE
	DIMETOMORPHE
	FENPYROXIMATE
	ISOXABEN
	PROPHAME
38	2,4 MCPB (SEL SODIUM)
	AZINPHOS METHYL
	BENDIOCARBE
	CARBOSULFAN
	IPRODIONE
	MALATHION
	METOLACHLORE
	PROPARGITE
39	AZOXYSTROBINE
	CHLORSULFURON
	FENPICLONIL
	METHABENZTHIAZURON
	METHIDATHION
	PROPICONAZOLE
	TEMEPHOS
	TERBUTRYNE
40	BROMACILE
	CHLOROXURON
	CHLOZOLINATE
	DIQUAT = DIQUAT BIBROMIDE
	ISAZOFOS = ISASOPHOS
	PENCYCURON
	PROPINEBE (RENVOI PTU)
41	BUPIRIMATE
	CYHEXATIN
	DIMEFURON
	FAMOXADONE
	FLURPRIMIDOL
	HEPTENOPHOS
	RIMSULFURON
42	AZOCYCLOTIN
	BENALAXYL

	CARBENDAZIME
	CLETHODIM
	PHENMEDIPHAME
	PHOSMET
	PROFENOPHOS = PROPENOFOS
	PYRIMIPHOS METHYLE
	TOLYFLUANIDE
43	ACEPHATE
	ASULAME SEL SODIUM
	IMAZAQUINE
	NITRALIN = NITRALINE
	PROPANIL
	TRALKOXYDIME
	TRICHLORFON
	ZINEBE (RENVOI ETU)
44	CARBOXINE
	CINIDON ETHYL
	DAMINOZIDE
	MEPIQUAT CHLORURE
	METHAMIDOPHOS
	TERBACILE
	TRINEXAPAC-ETHYL
	VAMIDOTHION
	S40
45	DIETHOFENCARBE
	DINICONAZOLE
	FORMOTHION
	IMIDACLOPRIDE
	PERMETHRINE
	TRITICONAZOLE
46	2,4,5 T
	DIETHION
	FENOXYCARBE
	FERBAME
	FLAZASULFURON
	IMAZAMETHABENZ (METHYL P)
	PIRIMIPHOS-METHYL
	PROMETRYNE
	TERBUMETON
	TRICLOPYR BUTOXYL ETHYL ESTER
47	AMETRYNE
	DESMEDIPHAME
	ETHYRIMOL
	FLUTOLANIL
	PYRAFLUFEN ETHYL

	TRIDEMORPHE
48	ETHOFUMESATE
	PRETILACHLORE
	PYRIPROXIFENE
	TRICLOPYR : SEL DE TRIETHYLAMINE = TRICLOPYR- TRIETHYLAMMONIUM
49	ANILAZINE
	CYCLOXYDIME
	DIFENAMIDE
	FENBUTATIN OXYDE
	METALAXYL
	METOXURON
	NICOSULFURON
THIABENDAZOLE	
50	BENOMYL
	PROPAMOCARBE HCL
	TRIAPENTHENOL
	S30
51	AMITRAZE
	BENTAZONE SEL SODIUM
52	CINOSULFURON
	CLOFENCET
	IMAZALIL
	MEFLUIDIDE SEL DE DIETHAN
53	AMIDOSULFURON
	FLURIDONE
	HEXAZINONE
	PIPERONYL BUTOXYDE
54	FLUPYRSULFURON METHYLE
	LENACILE
	S20
55	BENSULTAP
	GLYPHOSATE-ISOPROPYLAMMONIUM
56	ALLOXYDIME = ALLOXYDIME-SODIUM
	MEPRONIL
	SULFOSULFURON
57	SETHOXYDIME
	SIDURON
58	AZIMSULFURON
	BIORESMETHRINE
	DIMETHIPIN
	DODEMORPHE ACETATE
	GUAZATINE TRIACETATE = MIXTURE OF ACETATES OF GUANIDATED DI AND TRIAMINES AND OLIGOMERIC AMINES

	OXYCARBOXINE
59	FOSAMINE AMMONIUM (SEL)
	METHOPRENE
60	ANCYMIDOLE
	S10
61	BENSULFURON METHYLE
62	Smi

SPH’AIR ne permet pas de juger du niveau de risque lié aux substances, et ne permet que d’effectuer des comparaisons. Utiliser la liste SPH’AIR pour décider de substances prioritaires suppose donc de fixer un seuil relativement arbitraire.

Lors des déploiements expérimentaux antérieurs de Sph’Air, il a toujours été considéré de façon arbitraire que les substances les plus préoccupantes étaient situées en tête de hiérarchisation (c.à.d. les substances ci-dessus listées situées au dessus de la substance virtuelle P70).

D’autres modes de sélection des substances prioritaires au sein des listes SPH’AIR seraient envisageables.

2.2 PRECAUTIONS D’USAGE ET PERSPECTIVES DE SPH’AIR

Une fois cette liste de hiérarchisation obtenue, il convient de prendre en considération certaines limites de la méthode afin de cadrer l’interprétation des résultats :

- Les données d’usage utilisées sont issues de la BNVD et n’ont jamais été évaluées en termes de pertinence pour cet emploi.
- La méthode Sph’Air est mal adaptée aux substances actives se présentant sous la forme chimique de sels, d’acides et pour les substances appliquées par fumigation.⁴.
- La liste ici établie ne tient pas compte de la saisonnalité des traitements phytosanitaires mais raisonne par pas de temps correspondant à une année civile.
- ...⁵

⁴ Certaines substances listées dans la base de données de l’outil Sph’Air se distinguent parmi les autres pesticides : les acides (qui se dissocient en solution), les fumigants (qui ont un mode d’application particulier), les produits insolubles... Bien que ces molécules aient des caractéristiques physico-chimiques particulières, à ce jour, leur place dans la hiérarchisation est calculée avec les mêmes modèles que les autres pesticides.

⁵ cf. rapports antérieurs de Gouzy et Farret, 2005 ; Gouzy et Le Gall, 2007 et L’Hermite et Gouzy, 2008

La « tête de liste » obtenue lors de cette étude ne peut donc être considérée que comme une pré-liste de produits phytopharmaceutiques à surveiller dans le compartiment aérien.

Le choix définitif du contenu de la liste finale des substances à surveiller (c'est-à-dire aussi bien le nombre de substances que l'identité de celles-ci) est laissé à l'appréciation des acteurs locaux.

2.3 AUTRES INFORMATIONS DISPONIBLES

Dans la base de données compilée début 2009 pour la méthode Sph'Air d'autres informations sont disponibles (rappelons qu'elles ne sont pas toutes utilisées dans le cadre de la hiérarchisation effectuée), celles-ci pourraient néanmoins être ajoutées à la liste ci-dessus détaillée si besoin.

Ces informations sont les suivantes :

- Nom de substance ;
- Synonyme usuel de la substance ;
- Code Sandre ;
- N°CAS ;
- Autre n°CAS ;
- Substance autorisée ;
- Activité biologique ;
- Famille Chimique ;
- MM (g.mol^{-1}) ;
- PKa ;
- Substance susceptible d'ionisation selon pH ;
- Forme ionisée ;
- Point de fusion ($^{\circ}\text{C}$) ;
- Point de fusion (kelvin) ;
- P_{vap} (Pascal) ;
- Constante de Henry ($\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$) ;
- Flux Jury cumulé sur 7jours ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{sem}^{-1}$) ;
- DT50 Air (heures) ;
- Koc (mL.g^{-1}) ;
- DT50 sol (jours) ;
- DT50 champ (jours) ;
- DT50 sol + anaérobie (jours) ;
- DT90 Labo (jours) ;

- DT90 Champ (jours) ;
- Solub (mg.L^{-1}) ;
- Hydrolyse à pH 7 ;
- DT50 hydrolyse (jours) ;
- DT50 photolyse (jours) ;
- DT50 eau+sédiments (jours) ;
- DJA ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$) ;
- Log Kow ;
- Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique ;
- CL50 poisson (mg.L^{-1}) ;
- CL50 daphnie (mg.L^{-1}) ;
- CL50 algues (mg.L^{-1}) ;
- PNEC ($\mu\text{g/L}$) ;
- Usage.

3. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Gouzy, A., Farret, R. et Le Gall, A.C., **2005**. Détermination des pesticides à surveiller dans le compartiment aérien : approche par hiérarchisation, Rapport INERIS n°DRC – 05 – 45936 – 95 – AGo.

www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getFile&id=2548.

Gouzy, A. et Le Gall A.C., **2007**. Aide à l'établissement de listes de substances actives à surveiller dans le compartiment aérien : application du programme Sph'Air, Rapport INERIS n°DRC-07-85130-12 2-88A, 34 p.

L'Hermite, N. et Gouzy A., **2008**. Utilisation de l'outil Sph'Air pour déterminer les substances phytosanitaires à surveiller dans le compartiment aérien, Rapport INERIS n°DRC-08-94291-16614A, 63 p .

L'Hermite, **2009**. Pesticides : Hiérarchisation pour les Agro-Ressources (PHAR) : Rapport intermédiaire des travaux menés à l'INERIS en 2007-2008, Rapport INERIS n°DRC-09-80278-00977A, 278 p.

Marlière, F., 2008a. Exploitation de la base de données « pesticides », Rapport INERIS pour l'AFSSET, DRC-08-79914-08782A

Marlière, F., 2008b. « Pesticides dans l'air ambiant, rapport 1 sur 2 » DRC-08-94291-15-183A.

Martin, C. et Legret, M., La méthode multicritère ELECTRE III, Définitions, principe et exemple d'application à la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. *Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées*, **2005**, 258-259, p. 29-46.

Roger, M. et Bruen, M., Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE. *European Journal of Operational Research*, **1998**, 107, 542-551.

Roy. B., ELECTRE III : Un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. *Cahiers du Centre d'Études de Recherche Opérationnelle* (Belgique), **1978**, 20, 3-24.

Roy, B., Méthodologie multicritère d'aide à la décision, *Ecomonica*, Paris, **1985**.