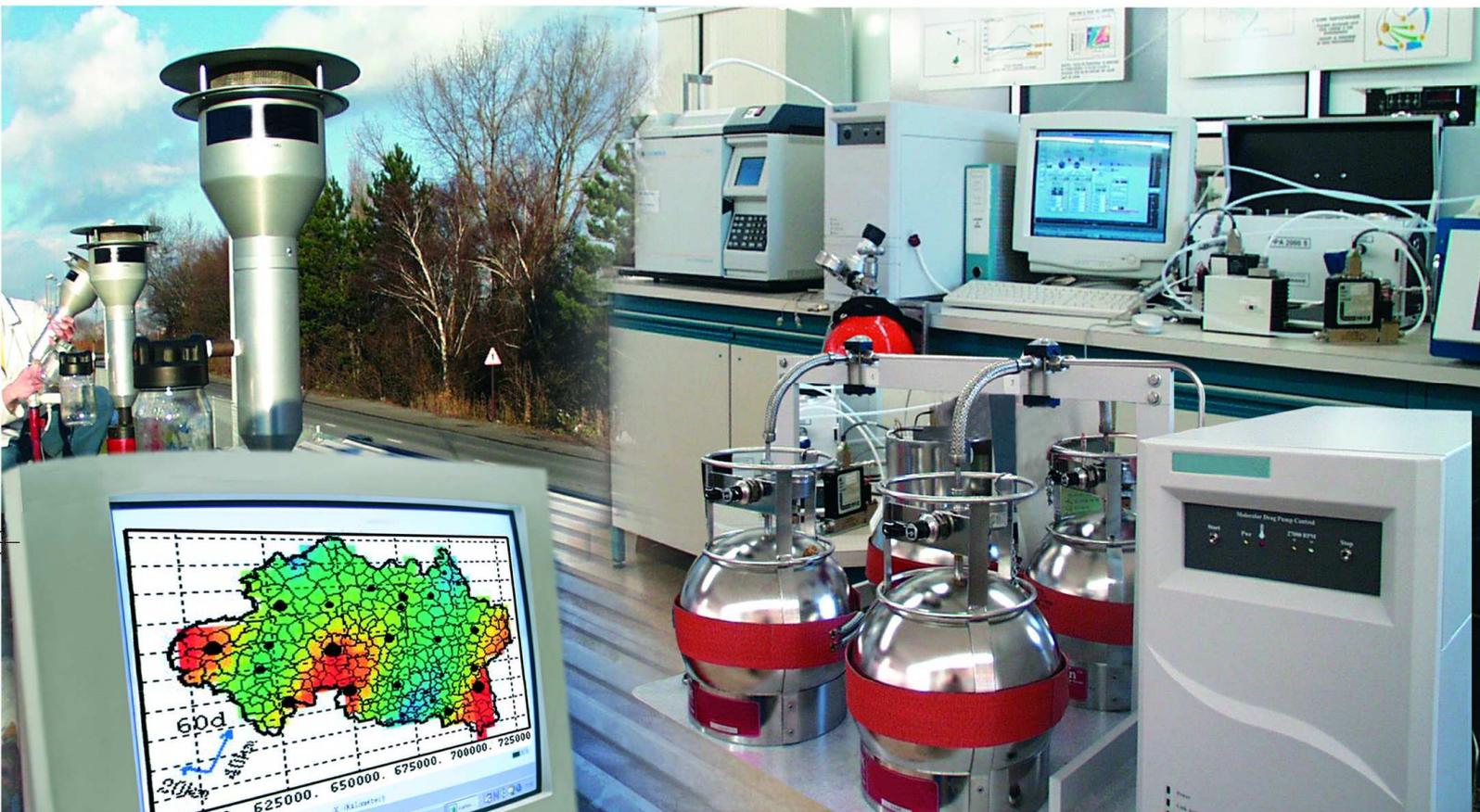




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Métrologie - Benzène / HAP / Matériaux

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

Application à l'échelle nationale pour les données de l'année 2010

Programme 2011

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.



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

Application nationale pour les données de l'année 2010

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Métrologie - Benzène / HAP / Matériaux

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

Ce document comporte 32 pages (hors couverture et annexes)

2011

	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

1. CONTEXTE	7
2. TECHNIQUE DE SELECTION DES SUBSTANCES A SURVEILLER DANS LE COMPARTIMENT AERIEN.....	8
2.1 Introduction	8
2.2 Historique et description de l'outil Sph'Air	8
3. APPLICATION DE SPH'AIR POUR L'ETABLISSEMENT D'UNE LISTE NATIONALE	11
3.1 Mise en œuvre de Sph'Air	22
3.2 Précautions d'usage et perspectives de Sph'Air	29
3.3 Autres informations disponibles	30
4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	32

1. CONTEXTE

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. C'est l'objet de l'outil SPH'AIR d'établir, à partir de données physico-chimiques et d'usage des phytosanitaires, une liste hiérarchisée de ceux les plus susceptibles d'être retrouvés dans le compartiment aérien, et tenant compte également de leur toxicité.

Ainsi, la technique de sélection de substances présentée dans ce rapport pourrait fournir une pré-liste de produits phytopharmaceutiques à surveiller au niveau national. Le choix définitif du contenu de la liste finale est laissé à l'appréciation des acteurs locaux.

L'outil SPH'AIR pourrait également servir dans le futur de méthode de sélection harmonisée des phytosanitaires à surveiller au niveau national. Ainsi chaque association de surveillance effectuerait des campagnes pouvant être comparées, et agrégées au niveau national.

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*.

Plus en détails, l'objet de cette étude consiste à mettre à jour la liste nationale publiée en 2008.

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.

2. TECHNIQUE DE SÉLECTION DES SUBSTANCES A SURVEILLER DANS LE COMPARTIMENT AÉRIEN

2.1 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.

2.2 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 vers 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 Dose Journalière Admissible ou DJA (critère renseigné pour le plus grand nombre de substances).

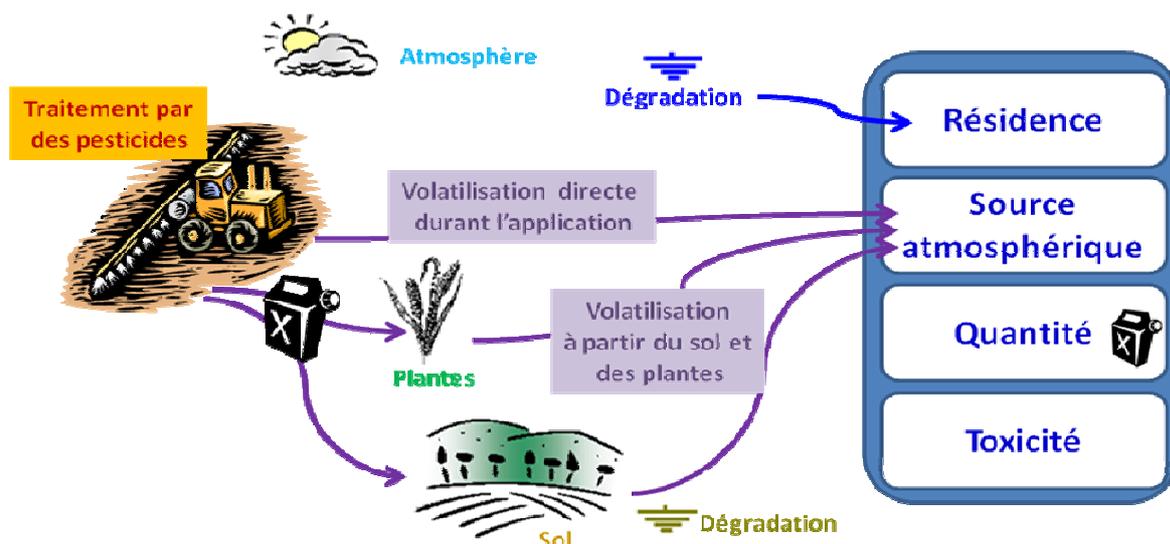


Figure 1 : Schéma conceptuel ayant présidé à la conception de la méthode Sph'Air.

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.

3. APPLICATION DE SPH'AIR POUR L'ETABLISSEMENT D'UNE LISTE NATIONALE

La liste nationale de pesticides à surveiller dans le milieu aérien se base sur des données quantitatives issues de la BNV-D² pour l'exercice 2010 (extraction de la base en date du 02/04/2012). Ces données étant confidentielles, elles ne pourront pas être reproduites dans ce rapport.

A ce jour, 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 national en 2010 représentent près de 65 500 tonnes de substances actives correspondant à plus de 480 substances actives reprises dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Liste des substances présentes dans l'extraction de la BNVD au titre de l'année 2010 effectué en avril 2012.

Nom de la Substance	N°CAS
(Z)-9-dodécénylacétate	16974-11-1
1,3-dichloropropène	542-75-6
1-dodécanol	112-53-8
1-tétradécanol	8032-14-2
2 phenyl-phenol	90-43-7
2,4-d	94-75-7
2,4-db	94-82-6
2,4-mcpa	94-74-6
2,4-mcpb	94-81-5
6-benzyladénine	1214-39-7
Abamectine	71751-41-2
Acétamipride	135410-20-7
Acétate de E-8-dodécényle	37338-40-2
Acétate de Z-8-dodécényle	37338-40-2
Acétochlore	34256-82-1
Acibenzolar-S-méthyl	135158-54-2
Acide acétique	64-19-7
Acide alkylbenzene sulfonique lineaire	68584-22-5
Acide alpha naphtylacétique (ANA)	86-87-3

² L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) a créé un traitement automatisé d'informations nominatives et de données techniques associées dénommé "Banque nationale des ventes réalisées par les distributeurs de produits phytosanitaires" (BNV-D).

Afin d'établir un inventaire annuel des ventes de produits phytopharmaceutiques, et ainsi, pouvoir diffuser au public les informations relatives à la pression phytopharmaceutique, les agences de l'eau vont désormais collecter, dans le cadre des déclarations au titre de la redevance pour pollutions diffuses ou de la traçabilité des ventes de produits phytopharmaceutiques réalisées par les distributeurs, des informations nominatives ainsi que les données techniques qui y sont associées.

Nom de la Substance	N°CAS
Acide benzoïque	65-85-0
Acide b-indole acétique (AIA)	87-51-4
Acide b-indole butyrique (AIB)	133-32-4
Acide bleu 9	2650-18-2
Acide formique	64-18-6
Acide gibbéréllique	77-06-5
Acide malique	6915-15-7
Acide nonanoïque	112-05-0
Acide oléique	112-80-1
Acide perac	79-21-0
Acide phosphoreux	10294-56-1
Acide phosphorique	7664-38-2
Acide propionique	79-09-4
Acide sulfamique	5329-14-6
Acide sulfurique	7664-93-9
Acronifen	74070-46-5
Acrinathrine	101007-06-1
Alcool dénaturé	64-17-5
Alcool éthylique	64-17-5
Alcool isodécylique	61827-42-7
Alcool isopropylique	67-63-0
Alcools gras	85566-12-7
Alcools terpéniques	98-5-5
Alkyl phénol oxyéthylène	
Alkyl phenol polyoxyethylene	68412-54-4
Alpha naphthyl acétamide (NAD)	86-86-2
Alpha oleines sulfonate de sodium	68439-57-6
Alphachloralose	15879-93-3
Alpha-chloralose	15879-93-3
Alphaméthrine	67375-30-8
Amidosulfuron	120923-37-7
Amine grasse de suif ethoxylee	61791-26-2
Aminotriazole	61-82-5
Amitrole	61-82-5
Ammonium quaternaire	68424-95-3
Anthraquinone	84-65-1
Asulame	2302-17-2
Azimsulfuron	120162-55-2
Azoxystrobine	131860-33-8
Bacillus thuringiensis Sérotype 3a 3b	68038-71-1
Bacillus thuringiensis sérotype H 14	68038-71-1
Beflubutamide	113614-08-7
Bénalaxyl	71626-11-4
Bénalaxyl-M	98243-83-5

Nom de la Substance	N°CAS
Benfluraline	1861-40-1
Benfuracarbe	82560-54-1
Bénoxacor	98730-04-2
Bensulfuron méthyl	83055-99-6
Bentazone	25057-89-0
Benthiavalicarbe	177406-68-7
Benzoate de denatonium	3734-33-6
Betacyfluthrine	68359-37-5
Bifenazate	149877-41-8
Bifénox	42576-02-3
Bifenthrine	82657-04-3
Bioallethrine	584-79-2
Bisulfate de sodium	7681-36-1
Bitertanol	55179-31-2
Bore de solubore	12280-03-4
Boscalid	188425-85-6
Brai	65996-93-2
Bromadiolone	28772-56-7
Bromoxynil	1689-84-5
Bromoxynil octanoate	1689-99-2
Bromuconazole	116255-48-2
Bromure de lauryl dimethyl benzyl ammonium	
Bupirimate	41483-43-6
Buprofézine	69327-76-0
Butoxyde de pipéronyle	51-03-6
Butraline	33629-47-9
Captane	133-06-2
Carbaryl	63-25-2
Carbendazime	10605-21-7
Carbétamide	16118-49-3
Carbofuran	1563-66-2
Carbosulfan	55285-14-8
Carboxine	5234-68-4
Carfentrazone éthyl	128639-02-1
Chlorantraniliprole	500008-45-7
Chlorate de sodium	
Chlorhydrate de poly-imino-imido biguanidine	32289-58-0
Chloridazone	1698-60-8
Chlorméquat chlorure	999-81-5
Chlorophacinone	3691-35-8
Chlorothalonil	1897-45-6
Chlorprophame	101-21-3
Chlorpyriphos-éthyl	2921-88-2
Chlorpyriphos-méthyl	5598-13-0

Nom de la Substance	N°CAS
Chlorsulfuron	64902-72-3
Chlorthal	2136-79-0
Chlortoluron	15545-48-9
Chlorure d'alkyl diméthyl benzyl ammonium	68989-00-4
Chlorure de choline	67-48-1
Chlorure de didécyl diméthyl ammonium	7173-51-5
Chlorure de dimethyl dialkyl ammonium	230-525-2
Chlorure de lauryl dimethyl benzyl ammonium	68989-00-4
Chlorures n-alkyl dimethyl benzyl ammonium	68424-85-1
Chlorures n-alkyl dimethyl ethyl benzyl ammonium	85409-23-0
Cinidon-éthyl	142891-20-1
Cintofen	130561-48-7
Cire	
Cire d'abeille	
Cires de pétrole	
Cléthodime	99129-21-2
Clodinafop-propargyl	105512-06-9
Clofentézine	74115-24-5
Clomazone	81777-89-1
Clopyralid	1702-17-6
Clopyralid (sous forme de sel de monoéthanolamine)	57754-85-5
Cloquintocet-mexyl	99607-70-2
Clothianidine	210880-92-5
Colophane	1065-31-2
Composition complexe	
Coniothyrium minitans	
Crésol	95-48-7
Cresyl	95-48-7
Cuivre de l'hydroxyde de cuivre	20427-59-2
Cuivre de l'oxychlorure de cuivre	1332-40-7
Cuivre de l'oxyde cuivreux	1317-39-1
Cuivre du carbonate de cuivre	12069-69-1
Cuivre du sulfate de cuivre	8011-63-0
Cuivre du sulfate tétracuvrique et tricalcique	8011-63-0
Cuivre du sulfate tribasique	12527-76-3
Cuivre du tallate de cuivre	71789-22-8
Cyanamide de calcium	156-62-7
Cyanamide hydrogène	420-04-2
Cyazofamide	120116-88-3
Cycloxydime	101205-02-1
Cyfluthrine	68359-37-5
Cyhalofop butyl	122008-85-9
Cyhéxatin	13121-70-5

Nom de la Substance	N°CAS
Cymoxanil	57966-95-7
Cyperméthrine	52315-07-8
Cyproconazole	94361-06-5
Cyprodinyl	121552-61-2
Cyromazine	66215-27-8
Daminozide	1596-84-5
Dazomet	533-74-4
Décane-1-ol	112-30-1
Deltaméthrine	52918-63-5
Derives d'acides gras vegetaux	
Desmediphame	13684-56-5
Di-1-p-menthène	34363-01-4
Diazinon	333-41-5
Dicamba	1918-00-9
Dichlobenil	1194-65-6
Dichlormide	37764-25-3
Dichlorprop-p	15165-67-0
Dichlorvos	62-73-7
Diclofop méthyl	51338-27-3
Dicofol	115-32-2
Difénoconazole	119446-68-3
Diflubenzuron	35367-38-5
Diflufénicanil	83164-33-4
Diméthachlore	50563-36-5
Diméthénamide	87674-68-8
Diméthoate	60-51-5
Diméthomorphe	110488-70-5
Diméthyl polysiloxane	63148-62-9
Dimoxystrobine	149961-52-4
Dinocap	39300-45-3
Diphénylamine	122-39-4
Diquat	85-00-7
Dithianon	3347-22-6
Diuron	330-54-1
DMTA-P (Diméthénamide-p)	163515-14-8
Dodemorphe acetate	1593-77-7
Dodine	
E7,Z9-dodécadiénylacétate	54364-62-4
E8,E10-dodécadiène-1-ol	33956-49-9
Engrais divers	
Epoxiconazole	133855-98-8
Esfenvalérate	66230-04-4
Ester de polyethylene glycol d'alkylphenol	9016-45-9
Ester sulfurique alcools et acides gras sulfones	

Nom de la Substance	N°CAS
Esters de phosphate d'alcools gras polyoxyalkyles	68649-29-6
Esters methyliques d'acides gras	61788-59-8
Ethéphon	16672-87-0
Ether d'alkyl aryl polyglycol	61827-42-7
Ethofumesate	26225-79-6
Ethoprophos	13194-48-4
Etofenprox	80844-07-1
Etoxazole	153233-91-1
Extrait de Fenugrec	
Extrait de pyrèthre vegetal	8003-34-7
Famoxadone	131807-57-3
Fénamidone	161326-34-7
Fénazaquin	120928-09-8
Fenbuconazole	114369-43-6
Fenbutatin oxyde	13356-08-6
Fenhexamid	126833-17-8
Fenitrothion	122-14-5
Fenoxaprop-p-éthyl	71283-80-2
Fénoxycarbe	72490-01-8
Fenpropidine	67306-00-7
Fenpropimorphe	67564-91-4
Fenpyroximate	111812-58-9
Fer sous forme de sulfate de fer	7720-78-7
Fipronil	120068-37-3
Flazasulfuron	104040-78-0
Fleur de chaux (chaux eteinte)	1305-62-0
Flonicamide	158062-67-0
Florasulame	145701-23-1
Fluazifop-p-butyl	79241-46-6
Fluazinam	79622-59-6
Fludioxonil	131341-86-1
Flufénacet	142459-58-3
Flufénoxuron	101463-69-8
Flumioxazine	103361-09-7
Fluopicolide	239110-15-7
Fluorure de sulfuryle	2699-79-8
Fluoxastrobine	361377-29-9
Flupyrsulfuron-methyle	144740-54-5
Fluquinconazole	136426-54-5
Flurochloridone	61213-25-0
Fluroxypyr	69377-81-7
Flurtamone	96525-23-4
Flusilazole	85509-19-9
Flutolanil	66332-96-5

Nom de la Substance	N°CAS
Flutriafol	76674-21-0
Folpel	133-07-3
Foramsulfuron	173159-57-4
Formaldéhyde	50-00-0
Formétanate-chlorhydrate	23422-53-9
Formiate d'ammonium	540-69-2
Fosétyl	15845-66-6
Fosétyl-Aluminium	39148-24-8
Fosthiazate	98886-44-3
Gibbérellines (A4+A7)	8030-53-3
Glufosinate ammonium	77182-82-2
Glutaraldéhyde	111-30-8
Glyoxal	107-22-2
Glyphosate	1071-83-6
Gomme manille	
Goudron végétal	8011-48-1
Goudrons de pin	8011-48-1
Haloxypop-R	72619-32-0
Heptaméthyltrisiloxane modifié	27306-78-1
Hexythiazox	78587-05-0
Huile animale	
Huile blanche de pétrole	9206-23-56
Huile blanche paraffinique	
Huile de colza	8002-13-9
Huile de colza esterifiée	85586-25-0
Huile de pétrole	64742-55-8
Huile de pin	
Huile de poisson	
Huile de résine	8050-18-8
Huile de ricin	8001-79-4
Huile de vaseline	8042-47-5
Huile d'os	8001-85-2
Huile essentielle de menthe verte	
Huile essentielle d'orange douce	8028-48-6
Huile minérale paraffinique	8042-47-5
Huile végétale	
Hydraméthylnon	67485-29-4
Hydrazide maléique	123-33-1
Hydrolysate de protéines	
Hydroxyde de potassium	1310-58-3
Hymexazol	10004-44-1
Hypochlorite de sodium	7681-52-9
Imazalil	35554-44-0
Imazamox	114311-32-9

Nom de la Substance	N°CAS
Imazaquine	81335-37-7
Imidaclopride	138261-41-3
Indoxacarbe	173584-44-6
Iodosulfuron-méthyl-sodium	144550-36-7
loxynil	1689-83-4
loxynil octanoate	3861-47-0
Iprodione	36734-19-7
Iprovalicarbe	140923-17-7
Isoproturon	34123-59-6
Isoxaben	82558-50-7
Isoxadifen-ethyl	163520-33-0
Isoxaflutole	141112-29-0
Kaolin	1332-58-7
Krésoxim-méthyl	143390-89-0
Lambda-cyhalothrine	91465-08-6
Laminaria digitata	
Laminarine	
Latex synthétique	9003-55-8
Lecithine de soja	
Lenacile	
Linuron	330-55-2
Lufénuron	103055-07-8
Magnesium peroxyphthalate	
Malathion	121-75-5
Mancozèbe	
Mandipropamide	374726-62-2
Manèbe	12427-38-2
Mécoprop (MCP)	7085-19-0
Mécoprop-p (MCP-P)	16484-77-8
Méfénoxam	70630-17-0
Méfénpyr-diéthyl	135590-91-9
Mepanipyrim	110235-47-7
Mépiquat-chlorure	24307-26-4
Meptyldinocap	131-72-6
Mésosulfuron-méthyl	208465-21-8
Mésotrione	104206-82-8
Métaldéhyde	108-62-3
Métamitrone	41394-05-2
Métam-sodium	137-42-8
Métazachlore	67129-08-2
Metconazole	125116-23-6
Méthabenzthiazuron	18691-97-9
Méthanol	67-56-1
Méthiocarbe	2032-65-7

Nom de la Substance	N°CAS
Méthomyl	16752-77-5
Méthoxyfénozide	161050-58-4
Métirame-zinc	9006-42-2
Métosulam	139528-85-1
Métrafénone	220899-03-6
Métribuzine	21087-64-9
Metsulfuron-méthyl	74223-64-6
Milbemectine	51596-10-2
Monopersulfate de potassium	70693-62-8
Mouillant	
Myclobutanil	88671-89-0
Napropamide	15299-99-7
Nicosulfuron	111991-09-4
Nitrate de baryum	10022-31-8
N-n bis (3 aminopropyl) dodecylamine	2372-82-9
Nonylphénol polyéthoxylé	68412-54-4
N-phosphonométhyl glycine	1071-83-6
Octylphenol octaglycol ether	9036-19-5
Oryzalin	19044-88-3
Oxadiargyl	39807-15-3
Oxadiazon	19666-30-9
Oxamyl	23135-22-0
Oxydéméton-méthyl	301-12-2
Oxyfluorène	42874-03-3
Pacloutrazol	76738-62-0
Paecilomyces fumosoroseus	
Paraffine	8002-74-2
Parahydroxyphénylsalicylamide	
Penconazole	66246-88-6
Pencycuron	66063-05-6
Pendiméthaline	40487-42-1
Penoxsulame	219714-96-2
Perméthrine	52645-53-1
Péroxyde d'hydrogène	7722-84-1
Pethoxamide	106700-29-2
Phenméthiphame	13684-63-4
Phosalone	2310-17-0
Phosmet	732-11-6
Phosphate ferrique	10045-86-0
Phosphonate de disodium	13708-85-5
Phosphure d'aluminium	20859-73-8
Phosphure de magnésium	12057-74-8
Phoxime	14816-18-3
Piclorame	

Nom de la Substance	N°CAS
Picolinafen	137641-05-5
Picoxystrobine	117428-22-5
Pinoxaden	243973-20-8
Piperonyl	51-03-6
Poix	61789-60-4
Polybutène	9003-29-6
Polyéthylène glycol	25322-68-3
Polyisobutène	115-11-7
Polymère acétate de vinyle - ester maléique	
Polymère carboxyl sulfoné cationique	8061-53-8
Polymère complexe d'ethylene et de propylene	
Polymère d'amine gras	68213-26-3
Polymères d'hydrocarbures	
Polyoxyéthylène amine	107-21-1
Polysorbate 20	9005-64-5
Poudre de corne	
Prochloraze	67747-09-5
Prochloraze-manganèse	75747-77-2
Procymidone	32809-16-8
Prohexadione-calcium	127277-53-6
Propachlore	1918-16-7
Propamocarbe HCl	25606-41-1
Propaquizafop	111479-05-1
Propargite	2312-35-8
Propiconazole	60207-90-1
Propinèbe	9016-72-2
Propionate d'ammonium (sel acide)	17496-08-1
Propoxycarbazone sodium	181274-15-7
Propyzamide	23950-58-5
Proquinazid	189278-12-4
Prosulfocarbe	52888-80-9
Prosulfuron	94125-34-5
Prothioconazole	178928-70-6
Pymétrozine	123312-89-0
Pyraclostrobin	175013-18-0
Pyraflufen-éthyl	129630-19-9
Pyrèthres naturels	8003-34-7
Pyréthrines	8003-34-7
Pyridabène	96489-71-3
Pyridate	55512-33-9
Pyriméthanyl	53112-28-0
Pyrimicarbe	23103-98-2
Pyrimiphos-méthyl	29232-93-7
Pyriproxifène	95737-68-1

Nom de la Substance	N°CAS
Pyroxsulame	422556-08-9
Quinmérac	90717-03-6
Quinoclamine	2797-51-5
Quinoxifène	124495-18-7
Quizalofop-P-éthyl	100646-51-3
Résines (colophane)	
Rimsulfuron	122931-48-0
Roténone	83-79-4
Sel de potassium de l'hydrazide maleique	51542-52-0
Silthiofam	175217-20-6
S-metolachlore	87392-12-9
Soufre	7704-34-9
Soufre pour pulvérisation (micronisé)	7704-34-9
Soufre sublimé	7704-34-9
Soufre trituré	7704-34-9
Soufre trituré ventilé	7704-34-9
Spinosad	168316-95-8
Spirodiclofen	148477-71-8
Spiroxamine	118134-30-8
Suif	
Sulcotrione	99105-77-8
Sulfate d'ammonium	7783-20-2
Sulfate de Fer (Sulfate ferreux heptahydraté)	7782-63-0
Sulfate de magnésium	7487-88-9
Sulfate double d'oxyquinoleine et de potassium	15077-57-3
Sulfosate	81591-81-3
Sulfosulfuron	141776-32-1
Tau-fluvalinate	102851-06-9
Tébuconazole	107534-96-3
Tébufénozide	112410-23-8
Tébufenpyrad	119168-77-3
Téflubenzuron	83121-18-0
Téfluthrine	79538-32-2
Tembotrione	335104-84-2
Téméphos	3383-96-8
Térébenthine	8006-64-2
Terpènes d'huile essentielle d'orange	
Tétraconazole	112281-77-3
Thiabendazole	148-79-8
Thiaclopride	111988-49-9
Thiaméthoxam	153719-23-4
Thifensulfuron-méthyle	79277-27-3
Thiocyanate d'ammonium	1762-95-4
Thiodicarbe	59669-26-0

Nom de la Substance	N°CAS
Thiophanate-méthyl	23564-05-8
Thirame	137-26-8
Tolclofos-méthyl	57018-04-9
Triacétate de guazatine	115044-19-4
Triadiménol	55219-65-3
Triallate	2303-17-5
Triazoxide	72459-58-6
Tribénuron-méthyle	101200-48-0
Trichoderma harzianum	
Triclopyr	55335-06-3
Triéthanolamine	102-71-6
Trifloxystrobine	141517-21-7
Trifluraline	1582-09-8
Triflusulfuron-méthyl	126535-15-7
Triglycéride éthoxylé	
Trinexapac-éthyl	95266-40-3
Triticonazole	131983-72-7
Tritosulfuron	142469-14-5
Valiphénal	283159-90-0
Verticillium lecanii (spores)	67892-35-7
Virus de la granuloze	
Zétacyperméthrine	52315-07-8
Zinc (sulfate de Zinc)	7446-19-7
Zirame	137-30-4
Zoxamide	156052-68-5

3.1 MISE EN ŒUVRE DE SPH'AIR

Parmi ces 513 substances actives, 223 ont été hiérarchisées. Les substances non-hiérarchisées sont des substances biologiques, minérales, des biocides, des adjuvants et quelques produits phytosanitaires au sens strict pour lesquels nous ne disposons pas des données physico-chimiques et ou des données d'usage nécessaires à la mise en œuvre de Sph'Air.

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 percentiles de la gamme de variation des quatre critères de la méthode Sph'Air dans l'extraction de la BNVD au titre de l'exercice 2010. 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.

Le tableau 2 ci-après présente les résultats de cette hiérarchisation. 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.

Tableau 2 : Liste hiérarchisée par l'outil Sph'Air des substances actives répertoriées à l'échelle nationale dans la BNVD au titre de l'année 2010.

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
1	Substance Virtuelle SMax	
2	FLUAZINAM	79622-59-6
	CHLOROTHANONIL	1897-45-6
	Substance Virtuelle S90	
3	IOXYNIL	1689-83-4
	1,3 DICHLOROPROPENE	542-75-6
	2,4 D	94-75-7
	Substance Virtuelle S80	
4	DICOFOL	1194-65-6
	DICHOLOBENIL	1194-65-6
	MERCAPTODIMETHUR (METHIOCARB)	2032-65-7
	SULCOTRIONE	99105-77-8
	DICHLORPROP P	15165-67-0
	TEBUCONAZOLE	107534-96-3
	PROSULFOCARBE	52888-80-9
5	FLUSILAZOLE	85509-19-9
	OXADIAZON	19666-30-9
	CYPROCONAZOLE	113096-99-4
	BIFENOX	42576-02-3
	TRIALATE	2303-17-5
	EPOXICONAZOLE	106325-08-0
	METALDEHYDE	108-62-3
	ACLONIFEN	74 070-46-5
	FOLPEL	133-07-3
6	ALPHAMETHRINE = ALPHACYPERMETHRINE	67375-30-8
	ETHOPROPHOS	13194-48-4
	OXYFLUORFENE	42874-03-3
	DICLOFOP METHYL	51338-27-3
	Substance Virtuelle S70	
7	DICLOFOP METHYL	68359-37-5
	DIFENOCONAZOLE	119446-68-3
	CHLORPYRIPHOS ETHYL	2921-88-2

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
	CYMOXANIL	57966-95-7
	2,4 MCPA	94-74-6
8	DIURON	330-54-1
	LINURON	330-55-2
	TEFLUTHRINE	79538-32-2
	FLUFENACET	142459-58-3
	METCONAZOLE	125116-23-6
	PROPYZAMIDE	23950-58-5
	ISOPROTURON	34123-59-6
9	BIFENTHRINE	82657-04-3
	TAU-FLUVALINATE	69409-94-5
	AMINOTRIAZOLE	61-82-5
	CHLORIDAZONE = PYRAZON	1698-60-8
	BROMOXYNIL OCTANOATE	1689-99-2
	Substance Virtuelle S60	
10	CLOPYRALID SEL D'AMINE = CLOPYRALID- OLAMINE	57754-85-5
	FLUROCHLORIDONE	61213-25-0
	THIOPHANATE METHYL	23564-05-8
	MECOPROP-P	16484-77-8
	PENDIMETHALINE	40487-42-1
	CHLORTOLURON	15545-48-9
	CHLORMEQUAT CHLORURE	999-81-5
11	DINOCAP	39300-45-3
	PYMETROZINE	123312-89-0
	TRIBENURON-METHYL	101200-48-0
	CLODINAFOP- PROPARGYL	105512-06-9
	MECOPROP = MCPP	7085-19-0
	MESOTRIONE	104206-82-8
	METAMITRONE	41394-05-2
	ACETOCHLORE	34256-82-1
12	DICHLORVOS	62-73-7
	TRIFLURALINE	1582-09-8
	ESFENVALERATE	66230-04-4
	DELTAMETHRINE	52918-63-5
	FENPROPIDINE	67306-00-7
	Substance Virtuelle SMoy	
13	CYFLUTHRINE	68359-37-5
	OXAMYL	23135-22-0
	PROSULFURON	94125-34-5

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
	METRIBUZINE	21087-64-9
	ORYZALIN	19044-88-3
	MANEBE (VOIR ETU)	12427-38-2
	THIRAME	137-26-8
	PROCHLORAZE	67747-09-5
14	HALOXYFOP-R = ESTER METHYLIQUE	72619-32-0
	PROCYMIDONE	32809-16-8
	DIAZINON	333-41-5
	ANTHRAQUINONE	84-65-1
	CARFENTRAZONE ETHYLE	128639-02-1
	MYCLOBUTANIL	88671-89-0
	TETRACONAZOLE	112281-77-3
	ISOXAFLUTOL	141112-29-0
	BENOXACOR	98730-04-2
	DITHIANON	3347-22-6
ETHEPHON	16672-87-0	
METAZACHLORE	67129-08-2	
15	OXYDEMETON-METHYL	301-12-2
	TRIAZOXIDE	72459-58-6
	PYRIDABENE	96489-71-3
	FENOXAPROP-P-ETHYL	71283-80-2
	DIQUAT = DIQUAT BIBROMIDE	85-00-7
	DICAMBA	1918-00-9
	QUINMERAC	90717-03-6
	GLYPHOSPHATE	1071-83-6
16	LUFENURON	103055-07-8
	FLUTRIAFOL	76674-21-0
	2,4 DB	94-82-6
	THIFENSULFURON-METHYLE	79277-27-3
	CHLORPROPHAME	101-21-3
	FENPROPIMORPHE	67564-91-4
	NAPROPAMIDE	15299-99-7
	FOSETYL - ALUMINIUM	39148-24-8
17	FLUQUINCONAZOLE	136426-54-5
	FIPRONIL	120068-37-3
	DIFLUBENZURON	35367-38-5
	TRIFLUSULFURON-METHYL	126535-15-7
	PROPAQUIZAFOP	111479-05-1
	TRIADIMENOL	55219-65-3

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
	PYRIDATE (RENVOI CL9673)	55512-33-9
	KRESOXIM-METHYL	143390-89-0
	PYRIMETHANIL	53112-28-0
18	CARBARYL	63-25-2
	THIODICARBE	59669-26-0
	CYROMAZINE	66215-27-8
	PROPACHLORE	1918-16-7
	TEBUFENOZIDE	112410-23-8
	DIMETHOATE	60-51-5
	CLOMAZONE	81777-89-1
	CYPRODINIL	121552-61-2
	Substance Virtuelle S50	
19	HYDRAMETHYLNON	67485-29-4
	FENAZAQUIN	120928-09-8
	2,4 MCPB	94-81-5
	DIFLUFENICANIL	83164-33-4
	ETHYRIMOL	23950-58-5
20	ROTENONE	83-79-4
	TOLCLOPHOS-METHYL	57018-04-9
	FLUFENOXURON	101463-69-8
	FENBUCONAZOLE	114369-43-6
	CYPERMETHRINE	67375-30-8
	PROHEXADIONE CALCIUM	127277-53-6
	CHLORPYRIPHOS METHYL	5598-13-0
	PHENMEDIPHAME	13684-63-4
	DIMETHACHLORE	50563-36-5
21	PHOXIME	14816-18-3
	ACRINATHRINE	101007-06-1
	PENCONAZOLE	66246-88-6
	PENCYCURON	26718-65-0
	BENFLURALINE	1861-40-1
	MEFENPYRDIETHYL	135590-91-9
	PROPICONAZOLE	60207-90-1
	ZIRAME	137-30-4
22	CARBOFURAN	1563-66-2
	ABAMECTINE	65195-55-3
	PACLOBUTRAZOL	76738-62-0
	FLUAZIFOP-P-BUTYL	79241-46-6
	QUINOXYFEN	124495-18-7
	LAMBDA-CYHALOTHRINE	91465-08-6
	SPIROXAMINE	118134-30-8

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
	Substance Virtuelle S40	
23	TEBUFENPYRAD	119168-77-3
	CLOQUINTOCET-MEXYL	99607-70-2
	FLURTAMONE	96525-23-4
	METIRAME-ZINC	9006-42-2
24	SULFOSATE = GLYPHOSATE- TRIMESIUM	81591-81-3
	TEFLUBENZURON	83121-18-0
	BUTRALINE	33629-47-9
	BITERTANOL	55179-31-2
	PROPARGITE	2312-35-8
	CLETHODIM	99129-21-2
	PIRIMIPHOS-METHYL	29232-93-7
	AZOXYSTROBINE	131860-33-8
25	FENITROTHION	122-14-5
	BUPROFEZINE	69327-76-0
	METHABENZTHIAZURON	18691-97-9
	FLUMIOXAZINE	103361-09-7
	IPRODIONE	73790-28-0
	CARBETAMIDE	16118-49-3
	GLUFOSINATE (SEL AMMONIUM)	77182-82-2
26	TEMEPHOS	3383-96-8
	BROMUCONAZOLE	116255-48-2
	ACIBENZOAR-S-METHYL	135158-54-2
	CINIDON ETHYL	142891-20-1
	PENCYCURON	66063-05-6
	DESMEDIPHAME	13684-56-5
	BENFURACARBE = CARBOFURAN	82560-54-1
	ISOXABEN	82558-50-7
	PYRIMICARBE	23103-98-2
27	FENPYROXIMATE	111812-58-9
	HEXYTHIAZOX	78587-05-0
	FORMETANATE (SEL HYDROCL)	23422-53-9
	RIMSULFURON	122931-48-0
	BENALAXYL	71626-11-4
	PYRIMIPHOS METHYLE	29232-93-7
	DIMETOMORPHE	110488-70-5
28	DIMETHENAMIDE	87674-68-8
	METOSULAM	139528-85-1
	LENACILE	2164-08-1
	CAPTANE	133-06-2

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
	Substance Virtuelle S30	
29	METHOMYL	16752-77-5
	TRINEXAPAC-ETHYL	95266-40-3
	DAZOMET	533-74-4
30	MALATHION	121-75-5
	FAMOXADONE	131807-57-3
	CARBOXINE	5234-68-4
	ETHOFUMESATE	26225-79-6
31	PHOSALONE	2310-17-0
	CARBOSULFAN	55285-14-8
	CHLORSULFURON	64902-72-3
	TRITICONAZOLE	131983-72-7
	PHOSMET	732-11-6
	FLUTOLANIL	66332-96-5
	CYCLOXYDIME	101205-02-1
	ASULAME SEL SODIUM	2302-17-2
	MEPIQUAT CHLORURE	24307-26-4
32	CYHEXATIN	13121-70-5
	IMAZAQUINE	81335-37-7
	BUPIRIMATE	41483-43-6
	THIABENDAZOLE	148-79-8
	PIPERONYL BUTOXYDE	51-03-6
33	PERMETHRINE	52645-53-1
	DAMINOZIDE	1596-84-5
	FLAZASULFURON	104040-78-0
34	PYRIPROXIFENE	95737-68-1
	CARBENDAZIME	10605-21-7
	AMIDOSULFURON	120923-37-7
	IMIDACLOPRIDE	105827-78-9
35	PYRAFLUFEN ETHYL	129630-19-9
	FLUPYRSULFURON METHYLE	144740-54-5
	GUAZATINE TRIACETATE = MIXTURE OF ACETATES OF GUANIDATED DI AND TRIAMINES AND OLIGOMERIC AMINES	115044-19-4
	Substance Virtuelle S20	
36	SULFOSULFURON	141776-32-1
	PROPAMOCARBE HCL	25606-41-1
37	FENBUTATIN OXYDE	13356-08-6
	AZIMSULFURON	120162-55-2
	NICOSULFURON	111991-09-4

Rang	Nom de la Substance	N°CAS
38	DODEMORPHE ACETATE	1593-77-7
	BENSULFURON METHYLE	83055-99-6
	Substance Virtuelle S10	
39	Substance Virtuelle Smin	

Il convient également de rappeler que l'ensemble des substances issues d'une extraction de la BNVD (cf. tableau 1) n'ont pu être hiérarchisées du fait d'un manque de données permettant de caractériser leurs propriétés physico-chimiques et/ou leurs usages agricoles.

Il conviendra donc au décideur final de la liste des substances à surveiller dans le compartiment aérien de considérer au cas par cas s'il souhaite ou non intégrer ces substances dans son programme de monitoring.

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 empirique que les substances les plus préoccupantes étaient situées en tête de hiérarchisation (c.à.d. les substances ci-dessus listées en rouge et situées au dessus de la substance virtuelle P70).

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

3.2 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.³

³ 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.

- 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 (2009).
- ...⁴

Cette liste 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 (en termes de nombre et de nature de substances à surveiller) est laissé à l'appréciation des acteurs locaux.

3.3 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 adjointes 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 (°C) ;
- Point de fusion (kelvin) ;
- P_{vap} (Pascal) ;
- Constante de Henry (Pa.m³.mol⁻¹) ;
- Flux Jury cumulé sur 7jours (kg.ha⁻¹.sem⁻¹) ;
- DT50 Air (heures) ;
- Koc (mL.g⁻¹) ;

⁴ cf. rapports antérieurs de Gouzy et Farret, 2005 ; Gouzy et Le Gall, 2007 et L'Hermite et Gouzy, 2008

- 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.

4. 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**.