

ISOPROTURON

Dernière mise à jour : 05/03/2007

RESPONSABLE DU PROGRAMME

J.-M. BRIGNON : jean-marc.brignon@ineris.fr

EXPERTS AYANT PARTICIPE A LA REDACTION

A. Gouzy : aurelien.gouzy@ineris.fr

Veillez citer ce document de la manière suivante :

INERIS, 2007. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : ISOPROTURON, 27p. (<http://rsde.ineris.fr/>)

ISOPROTURON

SOMMAIRE

1	Généralités	3
1.1	Définition et caractéristiques principales	3
1.2	Réglementations	4
2	Production et utilisations.....	7
2.1	Production et vente	7
2.2	Utilisations.....	10
2.3	Production accidentelle	11
3	Rejets et présence dans l'environnement	11
3.1	Principales sources de rejet.....	12
3.2	Rejets industriels	12
3.3	Rejets liés à l'utilisation de produits	12
3.4	Pollutions historiques	12
3.5	Présence dans l'environnement	13
4	Possibilités de réduction des rejets.....	18
4.1	Réduction d'utilisation agricole	18
4.2	Réduction des émissions industrielles	18
4.3	Procédés agricoles alternatifs	19
5	Aspects économiques	21
5.1	Place de la substance dans l'économie mondiale et française.....	21
5.2	Impact économique et environnemental des mesures de réduction	21
6	Conclusions	24
7	Références.....	24
7.1	Entreprises, organismes et experts interrogés	24
7.2	Sites Internet consultés	25
7.3	Bibliographie	25

ISOPROTURON

1 GENERALITES

1.1 Définition et caractéristiques principales

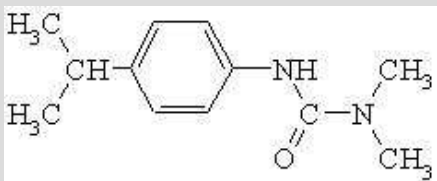
1.1.1 Présentation de la substance

L'isoproturon ($C_{12}H_{18}N_2O$) est un herbicide de la famille chimique des urées¹ substituées. Cette substance se présente sous la forme d'un solide cristallin incolore, stable à la lumière et soluble dans l'eau à hauteur de 70 mg.L^{-1} à 20°C (ACTA, 2007).

Selon le site internet e-phy et le guide E-pesticide Manual (2004), cet herbicide est absorbé par les racines et les feuilles et agit comme inhibiteur de la photosynthèse.

Le tableau 1.1 regroupe les principales informations concernant l'isoproturon.

Tableau 1.1. Caractéristiques des composés de la famille de l'isoproturon.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Formule développée
Isoproturon $C_{12}H_{18}N_2O$	34123-59-6	251-835-4	Ipuron	

1.1.2 Toxicité de la substance

Une compilation bibliographique des données et limites toxicologiques est disponible sur internet :

- sur le site AGRITOX (Base de données sur les substances actives phyto-pharmaceutiques) gérée par l'AFSSA (<http://www.dive.afssa.fr/agritox/php/fiches.php>) ;
- FOOTPRINT (<http://www.herts.ac.uk/aeru/footprint/>).

¹ L'urée ou carbamide (DCI) est un composé organique de formule chimique CON_2H_4 .

ISOPROTURON

1.2 Réglementations

1.2.1 Classification

- **Classification toxicologique**

Xn - N - R40 - R50/53 (Décision de la CEE le 29/04/04 citée par le site internet Agritox).

Xn : NOCIF. Produit qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut entraîner des risques de gravité limités.

N : TOXIQUE. Produit qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut entraîner des risques graves, aigus ou chroniques et même la mort.

R40 : Possibilité d'effets irréversibles (jusqu'au 30 juillet 2004). Effet cancérogène suspecté : preuves insuffisantes (au 31 juillet 2004 - application de la directive 2001/59/CE).

R50/53 : Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

- **Classe CMR :**

Substance cancérogène, troisième catégorie ou C3 (site internet Agritox).

C3 : Effets cancérogènes possibles: substances préoccupantes mais sans données suffisantes.

- **Conseils de prudence**

S2 - S36/37 - S60 - S61 (Décision de la CEE le 29/04/04 citée par le site internet Agritox).

S2 : Conserver hors de la portée des enfants.

S36/37 : Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.

S60 : Eliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux.

S61 : Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales / la fiche de donnée de sécurité.

ISOPROTURON

1.2.2 Textes législatifs de référence

- Textes à portée nationale

Suite à la publication d'un avis au Journal Officiel de la République française du 18 février 2004, de nouvelles dispositions réglementaires ont été prises :

- la dose maximale d'isoproturon est fixée à 1 200 g.ha⁻¹ ;
- le nombre d'applications est limité à une par campagne.

Selon le site internet de l'ORP, le code de la santé publique édicte les dispositions réglementaires en matière d'eau potable, en application des directives européennes 98/83/CE et 75/440/CEE. Pour les pesticides, des limites de qualité sont fixées dans les eaux brutes et dans l'eau au robinet du consommateur. Le tableau 1.2 reprend les valeurs concernant l'isoproturon.

Tableau 1.2. Valeurs limites de qualité dans les eaux brutes et celles destinées à la consommation humaine pour l'isoproturon (d'après le site internet de l'ORP).

	dans les ressources en eau	au robinet du consommateur
Isoproturon	2 µg.L ⁻¹	0,10 µg.L ⁻¹
Somme des concentration de produits phytosanitaires quantifiés dans l'eau	5 µg.L ⁻¹	0,50 µg.L ⁻¹

Selon le site internet de l'ORP, au-delà de ces valeurs, l'eau brute ne peut pas être utilisée pour produire de l'eau potable, sauf autorisation exceptionnelle.

- Textes à portée européenne

Cette substance est concernée par la Directive n° 91/414/CEE du 15 juillet 1991 relative à la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques (JOCE n° L 230 du 19 août 1991 et rect. JOCE n° L 170 du 25 juin 1992) : l'incorporation d'isoproturon dans les produits phytosanitaires est autorisée. Pour cette substance, ce texte est entré en vigueur le 01/01/2003 et expirera le 31/12/2012.

La décision du Conseil n° 2006/61/CE du 2 décembre 2005 relative à la conclusion, au nom de la Communauté européenne, du protocole CEE-ONU sur les registres des rejets et des transferts de polluants (JOUE n° L 032 du 04 février 2006) précise que, pour certains secteurs

ISOPROTURON

industriels², il est nécessaire de tenir un registre national des rejets et des transferts de polluants accessible au public et respectant certaines règles dont :

- le fait que les rejets et les transferts puissent être recherchés et localisés par établissement et lieu géographique, activité, propriétaire ou exploitant, polluant ou déchet, milieu de l'environnement dans lequel le polluant est rejeté, destination du transfert et, s'il y a lieu, opération d'élimination ou de récupération appliquée aux déchets ;
- l'obligation de faciliter au maximum l'information du public par des moyens électroniques tels que l'internet.

Néanmoins, seuls les rejets dépassant certains seuils sont concernés par cette décision (cf. tableau 1.3).

Ce texte est soumis à ratification avant d'entrer en vigueur. A ce jour, la France ne l'a pas encore ratifié et il n'est pas encore entré en vigueur.

Tableau 1.3. Valeurs seuils concernant l'isoproturon entraînant l'inscription sur les registres des rejets et des transferts de polluants (en kg.an⁻¹).

Seuil de rejet dans l'eau	Seuil de rejet dans le sol	Seuil de transfert de polluants hors du site	Seuil de fabrication de transformation ou d'utilisation
1	1	5	10 000

- Texte non réglementaire

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixe à 9 µg.L⁻¹ la valeur sanitaire maximale pour l'isoproturon dans l'eau destinée à la consommation (WHO, 1996).

Selon le site internet de l'ORP, en France, les limites de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine sont plus strictes que les valeurs guides recommandées par l'OMS. Ces limites ont été déterminées en considérant que toute présence de pesticides traduit une contamination de la ressource et que d'autres substances éventuellement non détectables selon les moyens analytiques actuels peuvent également être présentes (par exemple les métabolites). De plus, ces limites de qualité ont également pour objectif de limiter la dégradation des milieux.

² Secteurs tels que celui des installations chimiques destinées à la fabrication industrielle de produits de base phytosanitaires et de biocides et employant plus de 10 personnes.

ISOPROTURON

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

2.1 Production et vente

Dans le cadre de l'étude réalisée pour la rédaction de cette fiche, les seuls usages de l'isoproturon identifiés concernent son action herbicide.

2.1.1 Spécialités commerciales disponibles en France

Les données présentées ci-dessous concernent la France et sont issues d'ACTA (2007). D'autres préparations contenant de l'isoproturon peuvent exister et/ou être autorisées en France, la liste de référence, fréquemment remise à jour, est disponible sur le site internet e-phy du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

- **Isoproturon seul**

L'isoproturon est commercialisé sans autre substance active au sein de produits phytosanitaires préconisés comme herbicides sur les graminées annuelles. Cette substance est principalement employée sur le blé, l'orge et les cultures porte-graine mineures. Le tableau 2.1 présente le nom des spécialités commerciales et leurs firmes d'origine.

ISOPROTURON

Tab. 2.1. Noms d'usage des spécialités et firmes de commercialisation de l'isoproturon comme seule matière active ; d'après (ACTA, 2007).

Spécialité commerciale :	Commercialisée par :
Arelon Dispersion	Arysta LifeScience SAS
Calipuron	Arysta LifeScience SAS
Madit Dispersion	Arysta LifeScience SAS
Augur	Cheminova Agro France
IP Flo	Cheminova Agro France
Isoproturée LD	Cheminova Agro France
Strong 500	Cheminova Agro France
Isofar	Drax Pesticides Ltd
Isosun	Green Sun SARL
Prosan 500	Jouffray-drillaud
Protorex FL 500	J.S.B.
Matara	Makhteshim-Agan France
Protugan	Makhteshim-Agan France
Navratna	Makhteshim-Agan France / De Sangosse
Matin EL	Phyteurop
Quintil 500	Phytorus
Quintil 800 WG	Phytorus
Topiso 500 SG	Top

- **Usage en mélange**

En France, l'isoproturon est également utilisé en mélange. Néanmoins, un grand nombre de mélanges autorisés à la vente ne correspond pas forcément à une quantité importante d'isoproturon vendue, seule la quantité de matière active vendue en France annuellement peut constituer un indicateur valable.

- avec du **bifénox et du diflufénicanil**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé et d'orge (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Phyteurop sous les noms de Puzzle et Trézor.

ISOPROTURON

- avec du **bifénox et du mécoprop-p**, le pesticide ainsi formulé est principalement préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures d'avoine, de blé, d'orge, de seigle (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Philagro France sous les noms de Exel D+ et Peso.
- avec du **diflufénicanil et de la flurtanome**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé et d'orge. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Nufarm S.A.S. sous le nom de Bizon.
- avec du **diflufénicanil**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé, d'orge et de plantes à parfum, aromatiques et médicinales. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Bayer CropScience sous les noms de Quartz GT, Quetzal, Zodiac TX.
- avec du **diflufénicanil, de l'ioxynil et du mécoprop-P**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé et d'orge. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Cheminova Agro France sous le nom de Ioniz GT.
- avec du **fénoxaprop-P-éthyl et du méfenpyr-diéthyl**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Bayer CropScience sous les noms de Atlas LS et Djinn LS.
- avec du **bifénox**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé et d'orge. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Philagro France sous le nom de Bifénix N.
- avec du **mécoprop et de l'ioxynil**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé, orge et seigle. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Cheminova Agro France sous le nom de Belgran.
- avec du **pyraflufen-éthyl et du diflufénicanil**, le pesticide ainsi formulé est préconisé en tant qu'herbicide associé aux cultures de blé et d'orge. (ACTA, 2007). Cette préparation est commercialisée par Bayer CropScience sous le nom de Etnos.

2.1.2 Production d'isoproturon

L'isoproturon est produit par transamidation du cumyl urée avec de la diméthylamine anhydre (DMA). L'efficacité du processus dépend de la température de la réaction et de la solubilité de la DMA à cette température dans le solvant utilisé (Venkataratnam *et al.*, 1993).

Au milieu des années 1990, deux principaux sites de production européens (un en France et un en Allemagne) étaient listés par RSC (1998) (cité par RPA, 2000).

En 2007, aucun site de production français d'isoproturon n'a été formellement identifié dans le cadre de cette étude. En 2007, un site de formulation utilisant de l'isoproturon a été

ISOPROTURON

identifié : l'usine BASF Agri-production à Gravelines. Cette unité formulait le produit commercial Stentor A qui a été arrêté en France depuis le 30 octobre 2006 (BASF communication personnelle). D'après cette source, l'usage de l'isoproturon a désormais disparu pour cette firme. Néanmoins, l'usine de Gravelines utilisait encore en 2006 210 tonnes de cette substance et rejetait dans le milieu aquatique (mer du Nord) environ 60 g d'isoproturon en 2004 et 50 g en 2005 (Syndicat Mixte de la Côte d'Opale, 2005 ; DRIRE NORD-Pas-de-Calais, 2006a). Des activités de synthèse et/ou formulation pourraient être à l'origine de ces rejets mais il n'a pas été possible d'obtenir d'informations de la part de l'entreprise.

De même, plus anecdotiquement l'usine de production de produits phytosanitaires SIPC de Courchelettes (59) rejetait en 2005 4,9 g.an⁻¹ d'isoproturon (DRIRE NORD-Pas-de-Calais, 2006b).

2.1.3 Présence d'impuretés

Selon The E-pesticide Manual (2004), la substance active « isoproturon » utilisée pour les préparations commerciales est pure à plus de 98,5% (les impuretés ne sont pas identifiées).

2.2 Utilisations

2.2.1 Usage de la substance

En France, les seuls usages rapportés pour l'isoproturon sont liés à son action herbicide dans le domaine agricole (tableau 2.2).

Tableau 2.2. Usages autorisés de l'isoproturon en tant que désherbant en France (métropolitaine et Outre-mer d'après le site internet e-phy)

Cultures :
blé tendre d'hiver
cultures porte-graine mineures
graminées fourragères
lavandes et lavandins
orge
seigle d'hiver

ISOPROTURON

2.2.2 Usage quantitatif de la substance

Aucun chiffre de consommation à l'échelle européenne et/ou nationale n'a été identifié dans la bibliographie consultée ni n'a pu être obtenu auprès des personnes interrogées. Néanmoins, selon nos informations, la consommation française actuelle peut être estimée à plus de 1 000 tonnes par an (ce qui classerait cette substance parmi les 15 produits phytosanitaires les plus employés en France).

Avant les limitations d'usage de l'isoproturon, on estime que la consommation française était deux fois plus importante que celle observée actuellement. L'ordre de grandeur de cette seconde estimation est cohérente avec celle menée au Royaume-Uni en 1997 par Newbould *et al.* (1998) cité par RPA (2000) : 2 382 tonnes par an.

Le site internet ERB indique que dans la seconde moitié des années 90, l'isoproturon était la première molécule utilisée en Bretagne pour le désherbage des céréales.

A titre d'exemple citons que, lors de la campagne 2000-2001 du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien (Côtes d'Armor), 83% des surfaces cultivées en céréales ont été traitées avec de l'isoproturon (Comité du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien, 2002).

La tendance pour les trois prochaines années (2007-2009) devrait consister en une importante diminution des quantités d'isoproturon vendues en France. En effet, cette substance est visée par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides³ qui a pour objectif de réduire de 50% les ventes globales des substances les plus dangereuses.

2.3 Production accidentelle

Rubrique sans objet.

3 REJETS ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

Les substances commerciales comprenant de l'isoproturon peuvent exister en formulation liquide (concentrée ou non) ou en poudre (E-pesticide Manual, 2004). Quelle que soit la forme physique d'origine, avant application (sous forme de spray), cette substance est remise en solution.

³ Liste des substances publiée au Journal Officiel de la République Française daté du 10 décembre 2006.

ISOPROTURON

3.1 Principales sources de rejet

Pour cette substance aucune source naturelle n'a été identifiée.

Les principales contaminations sont donc limitées aux zones d'utilisation d'isoproturon et, dans une moindre mesure, à ses zones de stockage. Toutefois, le registre IREP (Registre Français des Emissions Polluantes) concernant l'isoproturon ne comporte aucune entrée.

3.2 Rejets industriels

Aucun rejet dans l'environnement n'a été rapporté lors de la fabrication d'isoproturon (rappelons qu'aucun site de production n'a été formellement identifié en France). En 2006, des rejets dans l'environnement ont été rapportés lors de la formulation de produits commerciaux contenant de l'isoproturon (usine BASF de Gravelines) mais l'utilisation de cette substance active a été stoppée en 2006 d'après les dirigeants de cette entreprise. De même, il pourrait s'avérer nécessaire de surveiller les sites de stockage de cette substance.

Selon le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (2005), l'isoproturon a été quantifié dans moins de 2% des rejets et des points de mesure situés en amont des rejets sur un total de 157 établissements industriels et 8 points amonts. Les industries ne sont donc pas une source majeure de rejet d'isoproturon. De plus, là où cette substance est quantifiée, sa présence ne peut sûrement pas être attribuée à un usage de type industriel mais plutôt à une pollution préexistante des eaux utilisées par les industriels.

3.3 Rejets liés à l'utilisation de produits

L'isoproturon est rejeté dans l'environnement suite à son usage en tant qu'herbicide utilisé dans le domaine agricole.

Ainsi, selon le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (non publié) sur les rejets de 24 stations d'épuration urbaines, de l'isoproturon a été identifié dans 1 seul rejet et à une concentration très faible (le flux cumulé était inférieur à 1 g.j^{-1}). Ces chiffres confortent bien le constat d'un usage agricole quasi exclusif pour la substance.

Après son application, cette substance se retrouve majoritairement dans le compartiment aquatique (Tissier *et al.*, 2005).

3.4 Pollutions historiques

Aucune pollution historique n'a été identifiée pour l'isoproturon. Le tableau 3.1. présente les propriétés de cette substance vis-à-vis de différents phénomènes de dissipation. Ainsi, bien

ISOPROTURON

que la rémanence de l'isoproturon dans les sols soit faible (< 1 mois), celle dans les eaux profondes (jusqu'à plus de 4 ans) peut entraîner un effet « retard ».

Tableau 3.1. Quantification des principaux phénomènes de dissipation de l'isoproturon dans l'environnement (d'après Tissier *et al.*, 2005 ; Gouzy *et al.*, 2005 ; INERIS, 2005).

Phénomène de dissipation de l'isoproturon :	Durée (jours) :
Temps de ½ vie dans l'eau (hydrolyse à pH5 à 25°C)	1210
Temps de ½ vie dans l'eau (hydrolyse à pH7 à 25°C)	1560
Temps de ½ vie dans l'eau (hydrolyse à pH 9 à 25°C)	540
Temps de ½ vie dans l'eau (photolyse à pH 7 à 25°C à 52°N)	72 à 88
Temps de ½ vie dans l'eau (photolyse à pH 7 à 25°C à 40°N)	48
Dégradation aérobie dans les sols	17 à 105
Dégradation anaérobie dans les sols	4 à 15
Temps ½ vie en plein champ	22
Temps ½ vie dans l'atmosphère (photo-oxydation)	1 à 74 h

3.5 Présence dans l'environnement

La figure 3.1 illustre la répartition théorique de l'isoproturon d'après ses caractéristiques physicochimiques dans les différents compartiments de l'environnement d'après Tissier *et al.* (2005). Cette répartition a été calculée par le modèle de Mackay niveau I.

ISOPROTURON

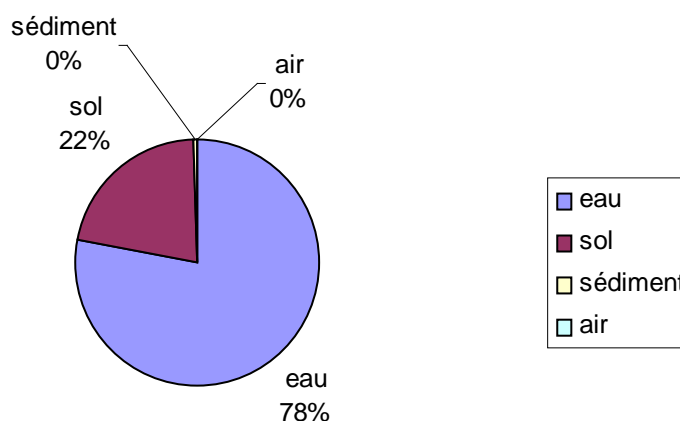


Figure 3.1. Répartition de l'isoproturon dans les différents compartiments (d'après Tissier *et al.*, 2005).

- **Isoproturon dans les sols**

L'isoproturon a une tendance très faible à l'adsorption sur les matières en suspension et les sédiments (Tissier *et al.*, 2005) et est considérée comme moyennement mobile dans les sols (site internet Footprint). En revanche dans ce compartiment de l'environnement l'isoproturon donne lieu à la formation de métabolites : le desmethylisoproturon et l'isoproturon monométhyle (site internet Footprint et Gaillardon et Sabar, 1994).

L'isoproturon présente une $\frac{1}{2}$ vie en plein champ de l'ordre de 20 jours (Gouzy *et al.*, 2005)

- **Isoproturon dans le compartiment aérien**

L'isoproturon est peu volatil (Tissier *et al.*, 2005). Ainsi, il est peu probable que cette substance se disperse dans l'air, se volatilise après le traitement des sols ou depuis les eaux de surface. La pollution atmosphérique semble donc être une voie d'apport vers les milieux aquatiques très mineure.

A titre d'exemple, Lig'Air, lors d'une campagne de mesure de pesticide dans l'air (année 2002), n'a jamais détecté cette substance malgré une fréquence de recherche supérieure à 40% (site internet de Lig'Air) et malgré l'important usage quantitatif qui est fait de cette substance au niveau national.

ISOPROTURON

- **Isoproturon dans l'eau**

Ce produit est entraîné dans les eaux aussi bien dans les eaux de surface par ruissellement que dans les eaux souterraines par lessivage des sols.

L'IFEN (2006) présente un état des lieux (données de 2004) de la contamination des eaux par les substances prioritaires de la directive cadre sur l'eau (dont l'isoproturon). Pour cette substance, le tableau 3.2 reprend les principales informations.

Tableau 3.2. Statistiques de recherche et de quantification des eaux de surface et souterraines pour l'isoproturon (d'après IFEN, 2006 ; Source : agences de l'Eau - conseils généraux - Diren -Draf - SRPV -Ddass - Producteurs d'eau.

Nombre de points de recherche		Taux de recherche de l'isoproturon		Taux de quantification de l'isoproturon	
Eaux de surface	Eaux souterraines	Eaux de surface	Eaux souterraines	Eaux de surface	Eaux souterraines
1 810	6 948	80,5%	84,0%	18,5%	1,2%

Ces données soulignent le fait que l'isoproturon est un contaminant relativement fréquent des eaux de surface et plus rare dans les eaux souterraines.

Une quantification des teneurs en isoproturon des eaux de surface et souterraine, issue de IFEN (2001) cité par Miquel (2001) est présentée dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3. Quelques teneurs des eaux en isoproturon (1998-1999) ; d'après IFEN (2001).

	Valeur maxi ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
Eaux superficielles	10,5
Eaux souterraines	1,5

Une quantification des teneurs en isoproturon des eaux de surface du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien (Côtes d'Armor), issue de Dour hon douar (2005) est présentée dans le tableau 3.4 (données de la campagne 2004-2005).

ISOPROTURON

Tableau 3.4. Quelques teneurs des eaux en isoproturon du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien (2004-2005) ; d'après Dour hon douar (2005).

	Valeur mini ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Date de la mesure minimale	Valeur maxi ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Date de la mesure maximale
Rivière Guindy	0,09	16/02/2005	1,15	Mars 2004
Rivière Jaudy	0,135	16/02/2005	0,51	02/03/2005
Rivière Bizien	0,115	16/02/2005	1,75	23/02/2005

Selon le Ministère de la Santé et des Solidarités (2007) parmi les 132 unités de distribution d'eau potable⁴ en situation B2⁵ au moins une fois au cours de l'année 2005, une seule était liée à une contamination par l'isoproturon.

Plus en détail, ces informations, ont été reprises sous forme cartographique (Figures 3.2). Ces documents repris du rapport IFFEN (2002) sont construits à partir des données des agences de l'eau, des DIREN, des Groupes régionaux, des Conseils généraux, des DDASS et des producteurs d'eau.

⁴ En France, il y a plus de 20 000 unités de distribution d'eau potable.

⁵ B2 : situation « de présence fréquente ou importante d'un ou de plusieurs pesticides conduisant à une restriction d'utilisation de l'eau distribuée pour la boisson et la préparation des aliments ».

ISOPROTURON

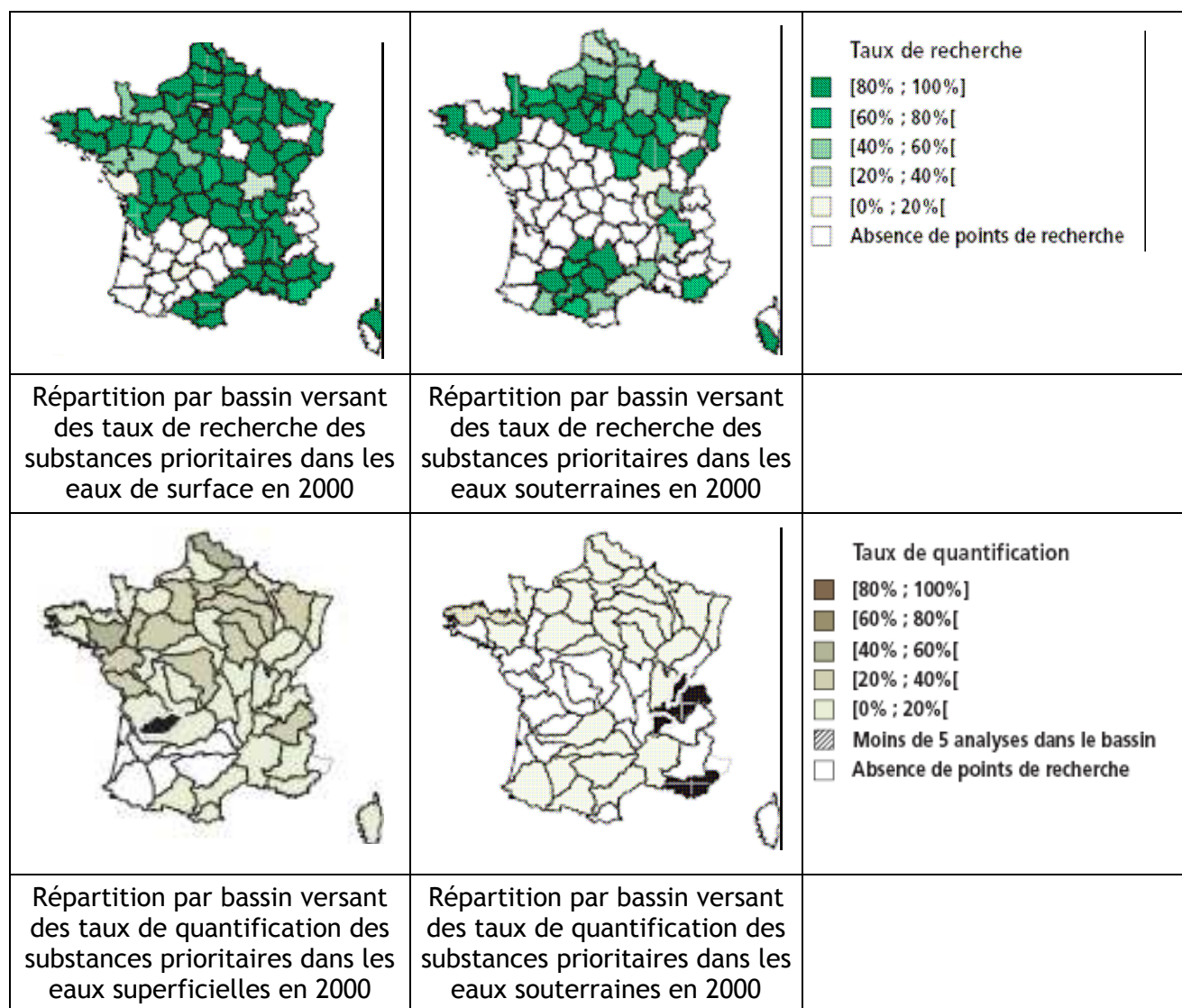


Figure 3.2. Représentations cartographiques des données de recherche et de quantification des eaux de surface et souterraines pour l'isoproturon (d'après IFEN, 2002).

ISOPROTURON

4 POSSIBILITES DE REDUCTION DES REJETS

4.1 Réduction d'utilisation agricole

4.1.1 Substitution chimique

Il semble difficile de trouver un produit de substitution idéal pour remplacer l'isoproturon. Toutefois, dans un objectif de protection de la ressource en eau, Dour hon douar (2002) préconise le remplacement de cette molécule :

- en premier lieu par du diflufénicanil, de l'ioxynil ou du bifénox ;
- et de façon plus contrôlée par du mécoprop-p ou de l'imazaméthabenz-méthyl.

De plus, pratique par pratique, d'autres traitements équivalents peuvent être proposés : les correspondances sont listées, par exemple, dans l'index phytosanitaire (publication ACTA remise à jour annuellement).

4.1.2 Retour d'expérience

Les gestionnaires des bassins versants se heurtent à la difficulté d'imposer la substitution de l'isoproturon apprécié pour son efficacité et son faible coût (COREP, 2002). Outre cette alternative, ils peuvent avoir recours à deux techniques :

- le rappel des bonnes pratiques aux agriculteurs (adaptation de la dose de traitement au sol et à la flore adventice à éliminer ; respect des bonnes conditions climatiques de traitement, entretien du matériel) ;
- usage de l'isoproturon en mélange afin de limiter les doses utilisées tout en maintenant l'efficacité et en augmentant le spectre du traitement. A titre d'exemple, ces conseils peuvent être trouvés dans les bulletins de liaison agricole des bassins versant (Dour hon douar, 2002 ; 2005), sur les site internet des réseaux agricoles (site internet du Trame).

4.2 Réduction des émissions industrielles

4.2.1 Techniques de traitement des milieux pollués

Les multiples sources de rejets d'isoproturon à l'échelle nationale limitent les possibilités de réduction des rejets par traitement spécifique des effluents contaminés. Ainsi, l'essentiel des possibilités de réduction des rejets dans le domaine agricole passe par la réduction des utilisations ou de meilleures conditions d'emploi de la substance et/ou sa substitution.

ISOPROTURON

Néanmoins, les rejets liquides contaminés par de l'isoproturon peuvent être traités par un passage sur des filtres à charbon actif. A ce propos, plusieurs sociétés spécialisées indiquent que cette substance présente une très grande probabilité d'être efficacement adsorbée sur le charbon actif. Cependant, ces techniques ont un coût très élevé et ne sont pas adaptées aux rejets diffus.

4.2.2 Retour d'expérience

Selon les dirigeants de l'usine BASF de Gravelines (site industriel qui réalisait jusqu'en 2006 la formulation de produits commerciaux contenant de l'isoproturon), les effluents d'eaux de formulation (eaux de lavage) du site sont traitées par un procédé physico-chimique sur colonne de charbon actif en station de traitement des eaux. Conformément à l'arrêté préfectoral d'exploitation (APE) Les eaux traitées sont rejetées en discontinu par un émissaire en mer après contrôle des traces résiduelles de matières actives dans chaque rejet.

4.3 Procédés agricoles alternatifs

Le paragraphe ci-dessous reprend les principales techniques de désherbage agricole alternatives déjà appliquées. En effet, rappelons qu'en France, l'isoproturon n'est utilisé que dans le domaine agricole.

Pour préserver ou restaurer la qualité des eaux dans les milieux agricoles, Speich (2006) recommande d'appliquer ces techniques (de préférence à tous autres traitements phytosanitaires) aux zones inclinées fortement susceptibles d'entraîner, non pas l'infiltration dans les sols, mais le ruissellement à leur surface des substances actives.

4.3.1 Retour d'expérience

Contrairement à d'autres substances actives à action herbicide, les alternatives thermiques ne semblent pas pertinentes pour la plupart des cultures sur lesquels l'isoproturon est utilisé.

Une solution alternative à l'usage de produits phytosanitaires réside dans l'utilisation de procédés ayant un impact plus faible sur l'environnement tel que le désherbage mécanique. Ce type de solution est notamment exploré par le Conseil général des Côtes d'Armor afin de limiter le recours à l'utilisation d'isoproturon. Bien que recommandé sur les cultures de céréales, le désherbage mécanique (Dour hon douar, 2002) semble avoir du mal à s'imposer malgré les aides des collectivités territoriales (communication personnelle).

ISOPROTURON

Afin de protéger les eaux, le bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien mène des actions dans différentes optiques (communication personnelle et site internet sur l'expérience du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien) :

- 1.) *optique de réduction des doses d'isoproturon employées*

Des campagnes de diagnostic de pulvérisateurs (en partie financées par le Conseil régional de Bretagne) sont organisées. Elles permettent aux agriculteurs volontaires de vérifier leur matériel afin d'optimiser leur désherbage.

Des Engagements de Progrès Agronomiques (EPA) sont contractés entre le bassin versant et les agriculteurs volontaires : les EPA sont des contrats de 2 ou 3 ans pendant lesquels l'agriculteur s'engage à améliorer ses pratiques en échange d'une aide lui permettant de financer à 80 % des analyses de sols, de terre et de déjections, des conseils en fertilisation et en désherbage ainsi que son plan de fumure.

- 2.) *optique de protection des zones les plus à risque*

Des techniciens agréés proposent aux agriculteurs du bassin versant de classer leurs parcelles pour connaître leur sensibilité aux transferts de produits phytosanitaires. Suite à cela, des conseils individuels sont apportés concernant l'aménagement des parcelles, les pratiques de désherbage et le choix des matières actives.

- 3.) *optique de diminution du ruissellement au fossé ou à la rivière*

Des programmes de reconstitution du bocage ou de bandes enherbées permettent de diminuer le risque global de pollution des cours d'eau⁶. Ce constat est appuyé par Patty et Tissot (1997) qui ont montré expérimentalement que les quantités d'isoproturon transférées par ruissellement sont inférieures à 1% de la dose appliquée une fois une bande enherbée mise en place, et ce pour différentes conditions pédoclimatiques.

Le Comité de bassin versant apporte des aides directes aux agriculteurs souhaitant acquérir une cuve de rinçage qui, intégrée au pulvérisateur, permet d'éviter la vidange de fonds de cuve à proximité d'un ruisseau, d'un fossé ou sur une surface imperméabilisée.

⁶ L'expert interrogé à ce sujet a soulevé le problème du retrait des surfaces consacrées au bocage dans le calcul de la surface des terres agricoles : certains agriculteurs, après restauration du bocage, peuvent voir leurs aides agricoles diminuer du fait de la diminution de leur surface cultivable.

ISOPROTURON

5 ASPECTS ECONOMIQUES

5.1 Place de la substance dans l'économie mondiale et française

Selon nos estimations, au début des années 2000, au niveau français, les ventes d'isoproturon étaient estimées à environ 2 000 tonnes par an. Actuellement (en 2007), on estime ce chiffre à environ 1 000 tonnes par an.

En France, la place de cette molécule dans l'économie française est liée à l'usage de cette substance en tant que produit phytosanitaire. Ainsi, en croisant les quantités utilisées et le prix moyen de vente, il est possible de calculer à la fois :

- le prix unitaire de vente de la substance active en euro en 2006 (site internet Agrigeneve) : soit environ 19 €.kg⁻¹ ;
- le coût de l'usage de l'isoproturon à l'échelle nationale : soit ~ 3 800 k€.an⁻¹.

Sachant qu'en 2004 les facturations françaises d'herbicides atteignaient 930 M€ (site internet du SESSI), la place de l'isoproturon dans l'économie française des herbicides représente moins de 1%.

5.2 Impact économique et environnemental des mesures de réduction

Selon l'ACTA (2007), en France métropolitaine, l'isoproturon est majoritairement utilisé sur les cultures de blé et d'orge (en une seule application à une teneur maximale de 1 200 g.ha⁻¹). Sur ces cultures, un exemple d'évaluation du coût économique du remplacement de l'isoproturon par d'autres pesticides à même spectre d'action peut être mené (Tableau 5.1 ; ci-après). Les substances de remplacement ainsi que les doses d'application recommandées sont issues du site internet agrigeneve.

Néanmoins, il faut rappeler que le remplacement d'une substance phytosanitaire par une autre n'est pas sans impact sur l'environnement. Pour cela, le tableau 5.1 synthétise également les informations disponibles sur l'impact potentiel de ces substitutions. Ces évaluations sont effectuées pour trois milieux de l'environnement :

- **l'air**, grâce à une estimation de l'impact des substances sur la santé suite à une exposition par voie atmosphérique : méthode Sph'air (Gouzy *et al.*, 2005) ;
- **l'eau de surface**, grâce à une estimation du transfert potentiel vers les eaux de surface : méthode SIRIS (Groupe de travail « Listes prioritaires » du Comité de Liaison, 1995 : listes remises à jour en 2006) ;
- **l'eau souterraine**, grâce à cette même méthode déclinée au cas des eaux souterraines : méthode SIRIS (Groupe de travail « Listes prioritaires » du Comité de Liaison, 1995 : listes remises à jour en 2006).

ISOPROTURON

Les méthodes de hiérarchisation indiquées ci-dessus attribuent un rang à chaque substance. Pour la méthode SIRIS, ce rang reflète uniquement le potentiel de transfert vers les eaux : cette méthode ne constitue pas une évaluation du risque pesticide. Pour la méthode Sph'air, ce rang représente l'impact potentiel sur la santé à travers l'exposition atmosphérique aux pesticides. L'intérêt d'effectuer les substitutions est illustré dans le tableau 5.1 sous la forme d'une comparaison entre le rang Siris ou Sph'air de la molécule à substituer et les rangs des molécules de substitution.

Le tableau 5.1 présente également les possibilités économiques de substitution de l'isoproturon par d'autres substances actives seules ou en mélange. Il faut préciser que cette évaluation est purement indicative et dépend en grande partie des informations disponibles sur le prix des substances. Au vu de ces renseignements préliminaires, il semble que la substitution de l'isoproturon s'accompagne d'un important surcoût.

ISOPROTURON

Tab. 5.1. Evaluation du coût économique du remplacement de l'isoproturon par une autre substance.

Culture	Dose d'ap- plication	Coût	Substance de remplacement*	Impact air ♦	Impact eau surface ♦♦	Impact eau profonde ♦♦	Coût	Coût du remplace- ment**
	g.ha ⁻¹	€.ha ⁻¹ *					€.ha ⁻¹ *	€.ha ⁻¹
Blé / Orge	1200	23	Prosulfocarbe	☺	☺	☺	94	+ 71
			Pendiméthaline	☺	☺	☹	72 à 96	+ 49 à + 73
			Chlortoluron / Pendiméthalinel	☺	☹	☹	75 à 94	+ 52 à + 71
			Flufenacet / Diflufénicanil	☺	☺	☹	55 à 82	+ 32 à + 59
			Flupyrsulfuron-méthyle / pendiméthaline	☺	☺	☹	90	+ 67
			Pendiméthaline / Flufenacet	☺	☺	☹	87	+ 64

n.d. donnée non disponible ;

* d'après le site internet agrigeneve ;

** le coût de remplacement ne prend en compte que le prix d'achat des substances.

☺ pour un milieu donné ces substances peuvent être recommandées pour remplacer l'isoproturon (substances hiérarchisées de substitution situées à plus de 10 rangs⁷ vers les substances moins préoccupantes) ;

☹ pour un milieu donné ces substances de remplacement sont équivalentes à l'isoproturon (substances de substitution hiérarchisées à moins de 10 rangs indifféremment vers les substances plus ou moins préoccupantes) ;

⊗ pour un milieu donné ces substances ne sauraient être recommandées pour remplacer l'isoproturon (substances de substitution hiérarchisées à plus de 10 rangs vers les substances les plus préoccupantes).

♦ d'après une estimation d'impact sur la santé humaine par voie atmosphérique (Gouzy *et al.*, 2005) ;

♦♦ d'après le classement « SIRIS » en vue de la surveillance de la qualité des eaux (GT Listes prioritaires, 1995 ; listes mises à jour en 2006).

Ces estimations sont à mettre en parallèle avec le coût de la réhabilitation du bocage évalué à 2 à 3 € le mètre linéaire par un expert interrogé.

⁷ Pour ces méthodes, une valeur de 10 rangs est synonyme d'une différence significative de l'impact écologique entre deux substances.

ISOPROTURON

6 CONCLUSIONS

A l'horizon 2015, le retour à la pureté des eaux vis-à-vis de l'isoproturon (objectif fixé par la Directive Cadre Eau) semble difficilement possible. En effet, cette substance est à la fois très fréquemment utilisée comme désherbant sur les cultures céréalières et présente dans les eaux superficielles correspondant à ces zones.

Quoi qu'il en soit, afin de se rapprocher de cet objectif, d'importantes mesures de réduction d'utilisation (substitution de molécule ou recours au désherbage mécanique) accompagnées de mesures préventives (vérification du matériel de traitement, création de zones enherbées ou de bocage en bordure de culture, ...) devraient être adoptées. Néanmoins, il semble que la substitution de l'isoproturon par d'autres molécules herbicides à action équivalente s'accompagne d'un important surcoût.

Dans ce cadre, le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides peut s'avérer un bon moteur pour initier la mise en place de ces mesures. En effet, d'ici 2009, il est annoncé une diminution par deux des quantités d'isoproturon vendues en France.

Néanmoins, précisons que pour une amélioration globale de la qualité des eaux en France, il conviendrait, dans la mesure du possible, de privilégier les solutions non chimiques. En effet, au-delà de la question de l'isoproturon, la substitution d'une substance par d'autres produits phytosanitaires continue d'engendrer des problèmes environnementaux même si ceux-ci sont minimisés.

7 REFERENCES

7.1 Entreprises, organismes et experts interrogés

Anonyme	Collectivité territoriale ;
BASF	Industriel réalisant la formulation de produits commerciaux contenant de l'isoproturon ;
Bassin versant Jaudy-Guindy-Bizien	
Chemviron Carbon	Fabriquant-distributeur de filtres à charbon actif
Dosotron	Système de dosage proportionnel de substances actives ;
INERIS	Méthodes de hiérarchisation des pesticides ;
Kersten France	Distributeur de matériel de désherbage alternatif ;

ISOPROTURON

LeMME

Distributeur de matériel de désherbage alternatif.

7.2 Sites Internet consultés

Agrigeneve :

(http://www.agrigeneve.ch/pdf_word/588-Herbicidesaut06.pdf) ;

AGRITOX : Base de données sur les substances actives phytopharmaceutiques

(www.dive.afssa.fr/agritox/index.php) ;

Bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien

(<http://www.jaudy-guindy-bizien.org/actionsdesagriculteurs.php>) ;

e-phy : Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France

(<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) ;

ERB : Eau et Rivières de Bretagne

(<http://assoc.orange.fr/erb/actu21.htm>) ;

FOOTPRINT : Creating tools for pesticide risk assessment and management in Europe

(<http://www.herts.ac.uk/aeru/footprint/>) ;

IREP

(<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>) ;

Lenntech

(<http://www.lenntech.com/fran%C3%A7ais/adsorption.htm>) ;

Lig'Air

(http://www.ligair.fr/fichiers/dossiers_pollution/pesticides.pdf) ;

ORP : Observatoire des Résidus de Pesticide

(<http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/index.php?pageid=348>) ;

SESSI : Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, Statistiques industrielles

(<http://www.industrie.gouv.fr/sessi/index.htm>) ;

TRAME

(http://www.trame.org/bcma/isoproturon/Fiche_isoproturon%20chlortoluron%20september%202003.pdf).

7.3 Bibliographie

ACTA, Association de Coordination Technique Agricole, 2007. Index phytosanitaire, 43^{ème} édition, 832p.

ISOPROTURON

Comité du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien, 2002. Synthèse du diagnostic du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien, 86 p. (<http://www.jaudy-guindy-bizien.org/rapportsetetudes.php>).

COREP, 2002 (Cellule d'orientation régionale pour la protection des eaux contre les pesticide). Compte-rendu de la réunion du 3 juillet 2002, 10p. (<http://draf.bretagne.agriculture.gouv.fr/corpep/IMG/pdf/CR030702.pdf>).

Dour hon douar, 2005. Le bulletin de liaison agricole du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien, 13, 4p. (<http://www.jaudy-guindy-bizien.org/dourhondouarpro.php>).

Dour hon douar, 2002. Le bulletin de liaison agricole du bassin versant du Jaudy-Guindy-Bizien, 2, 4p. (<http://www.jaudy-guindy-bizien.org/dourhondouarpro.php>).

DRIRE NORD-Pas-de-Calais, 2006a. IRE 2006 - EAU (http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr/environnement/IRE_web/documents/Eau/Chimie_parachimie_petrole.pdf).

DRIRE NORD-Pas-de-Calais, 2006b. IRE 2006 - EAU (http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr/environnement/IRE_web/documents/Eau/Pollution_toxique.pdf).

E-pesticide Manual, 2004. Version 3.1, Thirteenth Edition (CD-Rom) sous la direction de S. Tomlin.

Gaillardon, P. et Sabar, M., 1994. Changes in the concentrations of isoproturon and its degradation products in soil and soil solution during incubation at two temperatures. Weed research, 34, 243-250.

Groupe de travail « Listes prioritaires » du Comité de Liaison, 1995. Classements des substances actives phytosanitaires en vue de la surveillance de la qualité des eaux à l'échelle nationale. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Ministère de l'Environnement, Ministère chargé de la Santé, Comité de Liaison « Eau-Produits Antiparasitaires », 51 p. (ce document est disponible à la demande auprès de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, et de la Direction de l'eau au Ministère de l'Environnement).

Gouzy, A., Farret, R. and 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).

IFEN, 2006. L'environnement en France. Les Synthèses, 504 p. (<http://www.ifen.fr/publications/syntheses/PDF/ree2006.pdf>).

IFEN, 2002. Les pesticides dans les eaux, bilan annuel 2002. Etudes et Travaux n° 36.

Ministère de la Santé et des Solidarités, 2007. Bilan de la qualité de l'eau du robinet du consommateur vis-à-vis des pesticides en 2005.

Miquel, G., 2003. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport 215, tome 2 (2002-2003) (<http://www.senat.fr/rap/l02-215-2/l02-215-21.pdf>).

ISOPROTURON

Newbould, M.J., Lewis, K.A. and Thomas, M.R., 1998. Pesticide policies, practices and initiatives - can the UK's know-how be transferred to Chile? Central Science Laboratory, Ministry of Agriculture Fisheries and Food (UK).

Patty, L. et Tissut, M., 1997. Limitation du transfert par ruissellement vers les eaux superficielles de deux herbicides (isoproturon et diflufenicanil). Méthodologie analytique et étude de l'efficacité de bandes enherbées. Université de Grenoble 1, 97 GRE1 0057.

RPA, 2000. Socio-Economic Impacts of the Identification of Priority Hazardous Substances under the Water Framework Directive. European Commission Directorate-General Environment, 121 p. (http://ec.europa.eu/environment/enveco/chemicals/haz_sub_report.pdf).

RSC, 1998. Chemicals and Companies - Chemicals, Formulated Products and their Company Sources (CD ROM Database), Royal Society of Chemistry, Autumn 1998 Edition.

Speich, P., 2006. Entretien des sols viticoles et contamination des eaux : Comment préserver la qualité des eaux. Phytoma, La Défense des Végétaux, 590, 50-51.

Syndicat Mixte de la Côte d'Opale, 2005. Etat des lieux du SAGE du delta de l'Aa, 159p. (http://www.sm-cote-opale.com/download/Etat_lieux_12_2005.pdf).

Tissier, C., Morvan, C., Bocquéné, G., Grosse, H., James, A. et Marchand, M., 2005. Les substances prioritaires de la Directive cadre sur l'eau (DCE), Fiches de synthèse, Rapport IFREMER (http://www.ifremer.fr/delpc/pdf/RAPPORT_FICHES33_SUBSTANCES.pdf).

Venkataratnam, R. V., Radhakrishnan, K. et Shanthan R. P., 1993. Solubility of Dimethylamine in o-Dichlorobenzene under Isoproturon Synthesis Conditions. J. Chem. Eng. Data, 38, 245-246 (http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/jceaax/1993/38/i02/f-pdf/f_je00010a015.pdf?sessid=600613).

WHO, 1996. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/isoproturon.pdf).