



PRVD2009-11

Projet de décision de réévaluation

Carbofuran

(also available in English)

Le 31 juillet 2009

Ce document est publié par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Section des publications
Agence de réglementation de
la lutte antiparasitaire
Santé Canada
2720, promenade Riverside
I.A. 6605C
Ottawa (Ontario) K1A 0K9

Internet : pmra_publications@hc-sc.gc.ca
santecanada.gc.ca/arla
Télécopieur : 613-736-3758
Service de renseignements :
1-800-267-6315 ou 613-736-3799
pmra_infoserv@hc-sc.gc.ca

SC Pub : 8349

ISBN : 978-1-100-92155-6 (978-1-100-92156-3)

Numéro de catalogue : H113-27/2009-11F (H113-27/2009-11F-PDF)

© **Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Santé Canada, 2009**

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire ou de transmettre l'information (ou le contenu de la publication ou du produit), sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique ou mécanique, photocopie, enregistrement sur support magnétique ou autre, ou de la verser dans un système de recherche documentaire, sans l'autorisation écrite préalable du ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0S5.

Avant-propos

Projet de décision de réévaluation du carbofuran

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada a effectué l'évaluation des risques et de la valeur de l'insecticide carbofuran et de ses utilisations commerciales sur les cultures destinées à la consommation humaine et animale. Un résumé des activités réglementaires déjà réalisées est présenté ci-après.

En juin 1990, Agriculture et Agroalimentaire Canada a annoncé un examen spécial de l'insecticide carbofuran. Cet examen donnait suite aux préoccupations exprimées par le Service canadien de la faune d'Environnement Canada au sujet des répercussions de cet insecticide sur la faune vertébrée, en particulier les oiseaux. Puis, en juillet 1993, Agriculture et Agroalimentaire Canada publiait le document de travail D93-02, intitulé *Document de travail : Examen spécial de l'insecticide carbofuran : Impact sur la faune avienne et valeur pour l'agriculture canadienne*. Le propos du document était de résumer les données examinées par Agriculture et Agroalimentaire Canada et Environnement Canada sur le risque et la valeur du carbofuran et de présenter les options réglementaires possibles à l'égard de l'homologation future du carbofuran et de chacun de ses usages homologués. Les résultats du document de travail ont été publiés en 1995 dans le document des décisions E95-05 intitulé *Carbofuran*, qui présentait les mesures réglementaires à prendre à la suite de l'examen des données. Les préparations granulaires de même que certaines applications en pulvérisation foliaire du carbofuran ont été retirées afin d'éliminer en partie les risques pour les oiseaux.

En 2002, l'ARLA a annoncé la réévaluation du carbofuran dans la note de réévaluation REV2002-06 intitulée *Réévaluation de certains pesticides du groupe des carbamates sélectionnés*.

D'après une évaluation des renseignements scientifiques à sa disposition, l'ARLA juge que, dans les conditions d'utilisation actuelles, les produits contenant du carbofuran posent des risques inacceptables pour la santé humaine et l'environnement et ne satisfont donc pas aux normes de protection de la santé humaine et de l'environnement établies par Santé Canada. En conséquence, l'ARLA propose l'abandon graduel de toutes les utilisations du carbofuran, y compris les utilisations homologuées sur les cultures de canola, de moutarde, de tournesol, de maïs (maïs sucré, maïs de grande culture et maïs d'ensilage), de betterave à sucre, de poivron vert, de pomme de terre, de framboise et de fraise, de même que les utilisations d'urgence temporaires sur les cultures de navet et de rutabaga. Les homologations d'urgence concernant le navet et le rutabaga ont été homologuées pour la période du 1^{er} avril 2008 au 31 août 2008 et ne sont plus en vigueur au Canada, mais ont été incluses au moment de l'évaluation.

Le présent projet de décision de réévaluation vise toutes les préparations commerciales contenant du carbofuran qui sont homologuées au Canada. Il est un document de consultation¹ qui résume l'évaluation scientifique du carbofuran et présente les motifs de la décision de réévaluation proposée.

L'ARLA acceptera les commentaires écrits concernant le projet de décision jusqu'à 60 jours après la date de publication du présent document. Veuillez envoyer vos commentaires aux Publications

1 « Énoncé de consultation » tel que prescrit au paragraphe 28(2) de la Loi sur les produits antiparasitaires.

Table des matières

Aperçu	1
Projet de décision de réévaluation du carbofuran.....	1
Sur quoi se fonde Santé Canada pour prendre sa décision de réévaluation?	2
Situation réglementaire dans les pays de l'Organisation de la coopération et du développement économiques.....	3
Qu'est-ce que le carbofuran?.....	3
Considérations relatives à la santé.....	3
Considérations relatives à l'environnement	6
Mesures de réduction des risques.....	8
Quelles données scientifiques supplémentaires sont demandées?	8
Prochaines étapes.....	8
Autres renseignements.....	9
Évaluation scientifique	11
1.0 Introduction.....	11
2.0 La matière active de qualité technique, ses propriétés et ses utilisations	11
2.1 Description de la matière active de qualité technique	11
2.2 Propriétés physiques et chimiques de la matière active de qualité technique	12
2.3 Description des utilisations homologuées du carbofuran	12
3.0 Effets sur la santé humaine et animale.....	13
3.1 Sommaire toxicologique.....	13
3.1.1 Évaluation des risques aux termes de la <i>Loi sur les produits antiparasitaires</i>	15
3.2 Évaluation des risques professionnels et autres.....	16
3.2.1 Choix des critères d'effet toxicologique pour l'évaluation des risques professionnels.....	16
3.2.2 Évaluation de l'exposition professionnelle et des risques connexes	17
3.2.3 Évaluation de l'exposition autre que professionnelle et de l'exposition résidentielle ainsi que des risques connexes.....	19
3.3 Évaluation des risques alimentaires.....	19
3.3.1 Détermination de la dose aiguë de référence.....	20
3.3.2 Évaluation de l'exposition aiguë par voie alimentaire et des risques connexes.....	20
3.3.3 Détermination de la dose journalière admissible.....	21
3.3.4 Évaluation de l'exposition chronique par voie alimentaire et des risques connexes..	22
3.4 Exposition liée à la consommation d'eau potable	23
3.5 Évaluation des risques globaux.....	23
3.6 Déclaration des incidents liés à la santé humaine.....	23
3.7 Données manquantes relativement à l'évaluation des risques pour la santé	24
4.0 Effets sur l'environnement.....	25
4.1 Devenir et comportement dans l'environnement.....	25
4.2 Effets sur les organismes non ciblés	25
4.2.1 Effets sur les organismes terrestres.....	26
4.2.2 Effets sur les organismes aquatiques	31
4.2.3 Déclarations d'incidents relatifs à l'environnement	35
5.0 Valeur	37
5.1 Produits à usage restreint	37

5.1.1	Utilisations à usage restreint pour lesquelles on demande des renseignements sur la valeur du carbofuran	37
5.2	Produits à usage domestique.....	37
5.3	Valeur du carbofuran	37
5.3.1	Mode d'action systémique.....	37
5.3.2	Utilisations du carbofurane avec des produits de remplacement homologués limités ou des produits de remplacement viables	38
5.4	Valeur du carbofuran dans le contexte réglementaire aux États-Unis.....	39
6.0	Considérations relatives à la Politique de gestion des substances toxiques	40
6.1	Considérations relatives à la Politique de gestion des substances toxiques	40
6.2	Produits de formulation et contaminants préoccupants pour la santé ou l'environnement.....	41
7.0	Sommaire	41
7.1	Santé et sécurité humaines.....	41
7.1.1	Risques professionnels.....	41
7.1.2	Risques alimentaires liés à la nourriture	41
7.1.3	Risques alimentaires liés à l'eau potable	42
7.1.4	Risques autres que professionnels	42
7.1.5	Risques globaux (nourriture et eau).....	42
7.2	Risques pour l'environnement.....	42
7.3	Valeur.....	42
8.0	Mesures réglementaires proposées	42
8.1	Définition du résidu préoccupant et limites maximales de résidus	43
8.1.1	Définition du résidu aux fins de l'évaluation des risques et de l'application de la loi.....	43
8.1.2	Limites maximales de résidus de carbofuran dans les aliments	43
	Tableau 8.2 LMR pour le carbofuran au Canada	44
8.2	Demande de renseignements scientifiques additionnels.....	44
	Liste des abréviations.....	45
Annexe I	Produits contenant du carbofuran homologués au 7 août 2008 ¹	47
Annexe II	Utilisations homologuées du carbofuran à usage restreint au Canada au 7 août 2008.....	49
Annexe III	évaluation toxicologique du carbofuran	53
Tableau 1	Profil toxicologique du carbofuran de qualité technique.....	53
Tableau 2	Critères d'effet toxicologique utilisés dans l'évaluation des risques du carbofuran	66
Annexe IV	Évaluation des risques pour les préposés agricoles au mélange, au chargement et à l'application et après l'application.....	67
Tableau 1	Estimations de l'exposition, de la marge d'exposition et du délai de sécurité après l'application.....	69
Tableau 2	Estimation de l'exposition au carbofuran par voie alimentaire et des risques connexes	71
Annexe VI	Sommaire de la chimie des résidus dans les aliments	73

Annexe VII	Renseignements supplémentaires sur la conjoncture internationale relativement aux limites maximales de résidus et sur les incidences commerciales de ces limites.....	77
Tableau 1	LMR au Canada, tolérance aux États-Unis et LMR du Codex concernant le carbofuran.	79
Annexe VIII	Données de surveillance	81
Tableau 1	Résumé du Programme national de surveillance des résidus chimiques de l'Agence canadienne d'inspection des aliments de 2000 à 2004 dans les denrées produites au Canada et les denrées importées	82
Annexe IX	Devenir environnemental et toxicité.....	83
Tableau 1	Devenir du carbofuran dans l'environnement	83
Tableau 2	Écotoxicité du carbofuran.....	85
Tableau 3	Évaluation préliminaire des risques pour les organismes terrestres autres que les oiseaux et les mammifères.....	89
Tableau 4	Exposition alimentaire journalière estimée pour les petits mammifères sauvages s'alimentant sur les lieux traités au carbofuran	90
Tableau 5	Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur des lieux traités au carbofuran.....	91
Tableau 6	Risques associés à l'exposition chronique pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur des lieux traités au carbofuran.....	92
Tableau 7	Évaluation préliminaire des risques associés à l'exposition au carbofuran des organismes aquatiques.....	93
Tableau 8	Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %), à distance du site traité, après applications par rampe d'aspersion.....	97
Tableau 9	Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (26 %), à distance du site traité, après pulvérisation par voie aérienne	98
Tableau 10	Risques associés à l'exposition chronique des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %), à distance du site traité, après applications par rampe d'aspersion.....	99
Tableau 11	Risques associés à l'exposition chronique des petits mammifères sauvages par dérive de pulvérisation (26 %), à distance du site traité, après pulvérisation par voie aérienne	100
Tableau 13	Évaluation des risques pour les organismes aquatiques en fonction du ruissellement prévu à l'aide des modèles PRZM-EXAMS	105
Tableau 14	Risques associés à l'exposition aiguë et chronique des organismes aquatiques à partir de concentrations du carbofuran, dans l'eau de surface, estimés à partir des données de surveillance disponibles	110
Annexe X	Evaluation de l'écoscénario aquatique concernant le carbofuran.....	111
Tableau 1	Données d'entrée principales du modèle pour l'évaluation de niveau 1 du carbofuran	112
Tableau 2	Résultats de la modélisation de niveau 1 de l'écoscénario aquatique ($\mu\text{g m.a./L}$) pour le carbofuran dans un plan d'eau d'une profondeur de 0,8 m, la dérive de pulvérisation n'étant pas comprise	113
Tableau 3	Résumé des études de surveillance relatives au carbofuran	116

Tableau 4	Concentrations de carbofuran dans les eaux de surface estimées au moyen des données de surveillance	124
Annexe XI	Résumés des études environnementales	125
Annexe XII	Utilisations du carbofuran pour lesquelles on demande des renseignements sur la valeur : combinaisons culture-organisme nuisible pour lesquelles l'utilisation de produits à usage restreint est soutenue par le titulaire de la matière de qualité technique et pour lesquelles on a soulevé des préoccupations.....	135
Références	137

Aperçu

Projet de décision de réévaluation du carbofuran

À la suite de la réévaluation de l'insecticide carbofuran, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada, en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*, propose l'abandon graduel des produits contenant du carbofuran au Canada.

D'après une évaluation des renseignements scientifiques à sa disposition, l'ARLA juge que, dans les conditions d'utilisation actuelles, les produits contenant du carbofuran posent des risques inacceptables pour la santé humaine et l'environnement et ne satisfont donc pas aux normes de protection de la santé et de l'environnement établies par Santé Canada. En conséquence, l'ARLA propose l'abandon graduel de toutes les utilisations du carbofuran, y compris les utilisations homologuées sur les cultures de canola, de moutarde, de tournesol, de maïs (maïs sucré, maïs de grande culture et maïs d'ensilage), de betterave à sucre, de poivron vert, de pomme de terre, de framboise et de fraise, de même que les utilisations d'urgence temporaires sur les cultures de navet et de rutabaga. Les homologations d'urgence concernant le navet et le rutabaga ont été homologuées pour la période du 1^{er} avril 2008 au 31 août 2008 et ne sont plus en vigueur au Canada, mais ont été incluses au moment de l'évaluation.

Dans le cadre de son programme de réévaluation des pesticides, l'ARLA évalue les risques que peuvent présenter les produits antiparasitaires ainsi que la valeur de ces produits afin de s'assurer qu'ils sont conformes aux normes en vigueur dans le but de protéger la santé humaine et l'environnement. La directive d'homologation DIR2001-03, intitulée *Programme de réévaluation de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire*, fournit des détails sur les activités de réévaluation et la structure du programme. La réévaluation est basée sur des données provenant des titulaires, des comptes rendus scientifiques, des renseignements provenant d'organismes de réglementation et de toute autre source de renseignements pertinente à la disposition de l'ARLA.

Le présent projet de décision de réévaluation vise toutes les préparations commerciales contenant du carbofuran qui sont homologuées au Canada. Il est un document de consultation qui résume l'évaluation scientifique du carbofuran et présente les motifs de la décision de réévaluation proposée.

Les renseignements sont présentés en deux volets : l'Aperçu, qui décrit le processus réglementaire et les principaux points de l'évaluation, et l'Évaluation scientifique, qui offre des renseignements techniques détaillés sur la santé humaine, l'environnement et l'évaluation de la valeur du carbofuran.

Sur quoi se fonde Santé Canada pour prendre sa décision de réévaluation?

La *Loi sur les produits antiparasitaires* vise principalement à faire en sorte que l'utilisation des produits antiparasitaires n'entraîne pas de risques inacceptables pour la population et l'environnement. Les risques pour la santé ou l'environnement sont considérés comme acceptables s'il existe une certitude raisonnable que l'utilisation du produit et l'exposition à celui-ci ne causeront aucun tort à la santé humaine, aux générations futures ou à l'environnement, si les conditions d'homologation fixées ou proposées² sont respectées. La *Loi sur les produits antiparasitaires* exige aussi que les produits aient une valeur³ lorsqu'ils sont utilisés conformément au mode d'emploi figurant sur l'étiquette. Les conditions d'homologation peuvent inclure l'ajout de mises en garde particulières sur l'étiquette du produit en vue de réduire davantage les risques.

Les décisions ne sont prises qu'après l'application de méthodes et de politiques rigoureuses et modernes d'évaluation des dangers et des risques. Ces méthodes consistent notamment à examiner les caractéristiques uniques de sous-populations vulnérables chez les humains (par exemple, les enfants) et chez les organismes présents dans l'environnement (par exemple, ceux qui sont les plus sensibles aux contaminants environnementaux). Ces méthodes et ces politiques consistent également à examiner la nature des effets observés et à évaluer les incertitudes associées aux prévisions concernant les répercussions des pesticides. Pour obtenir de plus amples renseignements sur la façon dont l'ARLA réglemente les pesticides, sur le processus d'évaluation et sur les programmes de réduction des risques, veuillez consulter la portion des pesticides et de la lutte antiparasitaire du site Web de Santé Canada, www.santecanada.gc.ca/arla.

Le carbofuran est l'un des pesticides du groupe des carbamates ayant fait l'objet d'une réévaluation, comme il est indiqué dans la note de réévaluation REV2002-06. L'ARLA a pris en compte toutes les données actuellement disponibles concernant les risques pour la santé et l'environnement, notamment les examens effectués par la United States Environmental Protection Agency (EPA), afin de réaliser ses études de réévaluation.

Avant de prendre une décision de réévaluation finale au sujet du carbofuran, l'ARLA examinera tous les commentaires formulés par le public en réponse au présent document de consultation⁴. L'ARLA publiera ensuite un document sur sa décision de réévaluation⁵ concernant le carbofuran, dans lequel elle présentera sa décision, les motifs qui la fondent, un résumé des commentaires reçus au sujet du projet de décision et ses réponses à ces commentaires.

Pour obtenir des précisions sur les renseignements présentés dans cet aperçu, veuillez consulter l'évaluation scientifique du présent document de consultation.

2 « Risques acceptables » tels que définis au paragraphe 2(2) de la Loi sur les produits antiparasitaires.

3 « Valeur » telle que définie au paragraphe 2(1) de la Loi sur les produits antiparasitaires : « L'apport réel ou potentiel d'un produit dans la lutte antiparasitaire, compte tenu des conditions d'homologation proposées ou fixées, notamment en fonction : a) de son efficacité; b) des conséquences de son utilisation sur l'hôte du parasite sur lequel le produit est destiné à être utilisé; c) des conséquences de son utilisation sur l'économie et la société de même que de ses avantages pour la santé, la sécurité et l'environnement. ».

4 « Énoncé de consultation » tel que prescrit au paragraphe 28(2) de la Loi sur les produits antiparasitaires.

5 « Énoncé de décision » tel que prescrit au paragraphe 28(5) de la Loi sur les produits antiparasitaires.

Situation réglementaire dans les pays de l'Organisation de la coopération et du développement économiques

L'EPA a examiné l'innocuité et les avantages de toutes les utilisations du carbofuran et a conclu que les risques écologiques et sanitaires liés au carbofuran étaient préoccupants.

Le 15 mai 2009, l'EPA a édicté une règle⁶ finale en vertu de laquelle elle abroge tous les seuils de tolérance aux États-Unis, dénommés limites maximales de résidus au Canada, sur les cultures dès le 31 décembre 2009, et qu'elle allait aussi annuler toutes les homologations restantes afférentes au carbofuran dans l'avenir.

Qu'est-ce que le carbofuran?

Le carbofuran est un insecticide systémique du groupe des carbamates dont la gestion de la résistance repose sur le mode d'action du groupe 1A. Il est utilisé pour lutter contre un large éventail d'insectes nuisibles sur certaines grandes cultures et cultures de légumes et de fruits. Il est appliqué au moyen d'équipement classique au sol sur les cultures de canola, de moutarde, de tournesol, de maïs (maïs sucré, maïs de grande culture et maïs d'ensilage), de betterave à sucre, de poivron vert, de pomme de terre, de framboise, de fraise, de navet et de rutabaga et peut aussi être pulvérisé par voie aérienne sur les cultures de maïs (maïs de grande culture, maïs d'ensilage et maïs sucré), de canola et de moutarde. Le carbofuran peut être appliqué par des agriculteurs, des ouvriers agricoles et des spécialistes de l'application.

Considérations relatives à la santé

Les utilisations approuvées du carbofuran peuvent-elles affecter la santé humaine?

L'exposition professionnelle et alimentaire au carbofuran présente des risques préoccupants pour la santé humaine.

L'alimentation (nourriture et eau) ainsi que la manipulation ou l'application du produit peuvent entraîner des risques d'exposition au carbofuran. Au moment d'évaluer les risques pour la santé, l'ARLA examine deux facteurs clés : les doses n'ayant aucun effet sur la santé des animaux soumis aux essais et les doses auxquelles les gens pourraient être exposés. Les doses utilisées pour évaluer les risques sont déterminées de façon à protéger les populations humaines les plus sensibles (par exemple, les enfants et les mères qui allaitent). Les seules utilisations qui sont considérées comme acceptables pour l'homologation sont celles pour lesquelles les niveaux d'exposition prévus sont bien inférieurs à ceux ne causant aucun effet d'après les essais effectués sur des animaux.

6 Federal Register Rules and Regulations (volume 74, numéro 93)

Le carbofuran s'est avéré très toxique par voie orale mais a présenté une faible toxicité cutanée chez le rat. Aucune étude d'exposition aiguë par inhalation n'a été recensée. Le carbofuran était un léger irritant pour les yeux et ne constituait pas un sensibilisant cutané.

Une surexposition aiguë au carbofuran peut inhiber la cholinestérase, une enzyme nécessaire au bon fonctionnement du système nerveux. L'inhibition de la cholinestérase peut entraîner divers symptômes chez les animaux et les humains, dont l'ataxie, une salivation excessive, des larmoiements, des tremblements et des difficultés respiratoires. L'inhibition de la cholinestérase associée à une exposition au carbofuran peut se produire relativement rapidement (en quelques minutes), mais s'estompe également rapidement, en même temps que cessent les symptômes cholinergiques mentionnés précédemment. Afin de prévenir toute surexposition, le produit doit être utilisé conformément au mode d'emploi figurant sur l'étiquette.

Rien n'indique que le carbofuran soit cancérigène ou tératogène. Selon une évaluation du potentiel mutagène réalisée dans le cadre d'études de génotoxicité *in vitro* et *in vivo*, le carbofuran présente de faibles propriétés mutagènes dans les cellules de bactéries et de mammifères. Il n'a pas été nécessaire de procéder à une évaluation du risque de cancer. Chez le rat, le lapin et le chien, la toxicité ciblait principalement le système nerveux. À des doses plus élevées, le carbofuran semblait également cibler le système reproducteur mâle de ces animaux. Lorsque le carbofuran a été administré à des femelles gravides, des effets sur le fœtus en développement ont été observés à des concentrations supérieures à celles qui étaient toxiques pour les mères, ce qui indique que le fœtus n'est pas plus sensible au carbofuran que l'animal adulte.

Résidus dans les aliments et l'eau

Les risques alimentaires associés aux aliments sont préoccupants.

Les doses de référence définissent les doses auxquelles une personne peut être exposée au cours d'une seule journée (exposition aiguë) ou durant toute sa vie (exposition chronique) sans s'attendre à des effets nocifs sur sa santé.

Généralement, l'exposition alimentaire par l'eau et les aliments est acceptable si elle est inférieure à 100 % de la dose aiguë de référence ou de la dose journalière admissible. La dose journalière admissible est l'estimation de l'exposition journalière à une dose de résidus de pesticide que l'on estime ne pas causer d'effets nocifs importants, au cours de la durée d'une vie.

L'exposition alimentaire aiguë au carbofuran, exprimée en pourcentage de la dose aiguë de référence, varie entre **311 %** pour les jeunes âgés de 13 à 19 ans et **1 501 %** pour les enfants de 1 à 2 ans, et est de **579 %** pour la population générale. L'exposition alimentaire aiguë au carbofuran est plus élevée que la dose aiguë de référence pour tous les sous-groupes de la population et est donc préoccupante.

L'exposition alimentaire chronique au carbofuran, exprimée en pourcentage de la dose journalière admissible, varie entre **10 %** pour les femmes âgées de 13 à 49 ans, et **35 %** pour les enfants de 1 à 2 ans, et est de **14 %** pour la population générale. L'exposition alimentaire chronique au carbofuran est inférieure à la dose journalière admissible pour tous les sous-groupes de la population et n'est donc pas préoccupante.

On n'a pas effectué d'évaluation des risques globaux pour l'exposition combinée par les aliments et l'eau potable, puisque l'exposition attribuable aux aliments seulement est jugée préoccupante.

La *Loi sur les aliments et drogues* interdit la vente d'aliments qui contiennent des concentrations de résidus de pesticide supérieures à la limite maximale de résidus (LMR) établie. Les LMR des pesticides visant les aliments sont fixées par l'évaluation des données scientifiques requises aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Chaque LMR correspond à la concentration maximale de pesticide en parties par million (ppm) permise dans ou sur certains aliments. Des LMR de carbofuran sont actuellement en vigueur pour les carottes, les oignons, les poivrons, les pommes de terre, les rutabagas, les navets et les fraises. En l'absence de LMR, une LMR par défaut de 0,1 ppm s'applique, ce qui signifie que la concentration de résidus de pesticide dans une denrée ne doit pas dépasser 0,1 ppm. Cependant, il se peut que des changements soient apportés à cette LMR générale, comme on l'indique dans le document de travail DIS2006-01, intitulé *Abrogation de la norme générale relative à la limite maximale de résidus de 0,1 ppm pour les résidus de pesticides dans les aliments [Règlement B.15.002(1)]*.

Afin de protéger l'approvisionnement alimentaire du Canada et d'atténuer les risques alimentaires préoccupants, il est proposé de modifier ou d'abroger toutes les LMR de carbofuran. Même si une LMR générale de 0,1 ppm s'applique, le but visé par cette mesure est d'éviter les résidus de carbofuran sur ou dans les aliments. Comme il est indiqué ci-dessus, des modifications à l'article B.15.002(1) du *Règlement sur les aliments et drogues* pourraient être adoptées dans l'avenir.

Risques en milieu résidentiel et autres milieux non professionnels

Les risques autres que professionnels ne sont pas préoccupants.

Le carbofuran n'est pas utilisé actuellement en milieu résidentiel. Comme le produit n'est pas appliqué par des particuliers, aucune analyse des risques n'a été effectuée pour ce scénario.

Risques professionnels associés à la manipulation du carbofuran

Certains risques professionnels associés au mélange, au chargement et à l'application du produit sont préoccupants.

En se fondant sur les mises en garde et les modes d'emploi qui figurent sur l'étiquette des produits examinés dans le cadre de cette réévaluation, l'ARLA juge préoccupants les risques associés à certaines activités de mélange, de chargement et d'application du pesticide. Les risques estimés pour les préposés appliquant du carbofuran au moyen d'une rampe d'aspersion à des cultures de navet et de rutabaga ou au moyen d'un aéronef à des cultures de maïs n'ont pas atteint la marge d'exposition (ME) cible ou l'indice du risque global (IRG), même en tenant compte du port de l'équipement de protection individuelle maximal et de l'application de mesures techniques. Ces risques sont donc préoccupants.

Certains risques professionnels associés à l'exposition après l'application sont préoccupants.

L'évaluation des risques professionnels liés à l'exposition après l'application a porté sur l'exposition des travailleurs qui retournent dans une zone agricole traitée. Compte tenu des mises en garde et des modes d'emploi qui figurent sur l'étiquette actuelle des produits contenant du carbofuran pour les scénarios d'application en milieu agricole examinés dans le cadre de la présente réévaluation, les risques professionnels liés à l'exposition après traitement des travailleurs qui retournent dans des sites traités pour effectuer des tâches comme l'éclaircissage, l'émondage et la récolte de la plupart des cultures, ne satisfont pas aux normes actuelles et sont jugés préoccupants. Les mesures d'atténuation établies afin de réduire les risques après l'application pourraient ne pas être réalistes sur le plan agronomique.

Considérations relatives à l'environnement

Que se passe-t-il lorsque du carbofuran pénètre dans l'environnement?

Le carbofuran présente des risques potentiels pour les organismes terrestres et aquatiques.

Lorsque le carbofuran est rejeté dans l'environnement, il aboutit en partie dans les sols et les eaux de surface. Le carbofuran est très mobile dans les sols et peut donc atteindre les eaux souterraines par lessivage et contaminer les eaux de surface par ruissellement. Le carbofuran se dégrade en plusieurs produits de transformation par hydrolyse, phototransformation et biotransformation modérée à des taux variant selon les conditions du milieu. L'hydrolyse se fait plus rapidement lorsque le pH de l'eau est supérieur à 6 (conditions basiques), la demi-vie variant entre quelques heures et 28 jours. Le carbofuran est stable à l'hydrolyse dans l'eau acide (pH < 7). La phototransformation est rapide dans l'eau, la demi-vie s'y établissant à 6 jours. Le carbofuran est persistant dans les sols acides (demi-vie de 321 jours) et modérément persistant dans les sols dont le

pH est supérieur à 7 (demi-vie de 149 jours). Il ne devrait pas se volatiliser de façon significative et présente un faible potentiel de bioaccumulation dans le biote.

Le carbofuran présente des risques tant pour les organismes terrestres qu'aquatiques. Il existe un risque pour les oiseaux et les petits mammifères sauvages qui consomment des aliments contaminés sur le site d'application ou à proximité. Ce risque ne peut être atténué.

Selon les 33 déclarations d'incidents environnementaux provenant des États-Unis et du Canada qui ont été analysées aux fins de l'évaluation du carbofuran, l'exposition au carbofuran utilisé selon le profil d'emploi actuellement homologué a entraîné la mort d'oiseaux, de petits mammifères sauvages et d'abeilles.

Considérations relatives à la valeur

Quelle est la valeur du carbofuran?

Le carbofuran est le seul insecticide disponible pour la lutte contre certains insectes nuisibles dans les cultures, et il existe peu de produits de remplacement homologués viables.

Le carbofuran est absorbé par la plante hôte, agissant de deux manières :

- comme insecticide de contact, tuant les insectes ciblés par contact direct,
- comme insecticide d'ingestion, tuant les insectes ciblés qui ingèrent des plantes traitées.

Le carbofuran est un insecticide systémique; la plante entière se trouve protégée du fait que la matière active est absorbée et transportée dans toutes ses parties. Les insecticides systémiques sont efficaces contre les insectes piqueurs-suceurs, comme les cicadelles, les cercopes et les punaises ternes. Ces insecticides circulent en effet dans les tissus vasculaires dont se nourrissent ces insectes nuisibles.

À titre d'insecticide systémique qui agit lorsqu'il est ingéré, le carbofuran offre un moyen efficace de lutte contre les insectes nuisibles qui ne pourraient être ciblés au moyen d'insecticides de contact ou d'insecticides d'ingestion non systémiques, comme les insectes broyeurs, lorsqu'ils pénètrent dans les plantes hôtes. Par exemple, les larves de la pyrale du maïs creusent des galeries dans la nervure médiane des feuilles et migrent dans la tige des plantes ou dans l'enveloppe des épis de maïs, ou bien se nourrissent à l'intérieur des tiges et des fruits (poivron).

Il n'existe pas de matière active de remplacement du carbofuran homologuée (ou viable) pour la lutte contre certains insectes nuisibles dans les cultures de canola, de moutarde, de framboise, de fraise, de betterave à sucre ainsi que de navet et de rutabaga (utilisations temporaires).

Mesures de réduction des risques

L'ARLA propose l'abandon graduel de tous les produits contenant du carbofuran puisque, selon les données scientifiques disponibles, ils ne satisfont pas aux normes de protection de la santé humaine et de l'environnement établies par Santé Canada et présentent donc des risques inacceptables. Aucune mesure additionnelle de réduction des risques n'est proposée pour l'instant.

Quelles données scientifiques supplémentaires sont demandées?

L'ARLA aimerait obtenir des données quantitatives ou qualitatives concernant l'importance économique et sociale du carbofuran pour certains secteurs industriels, de même que des renseignements sur la disponibilité et la viabilité de méthodes de lutte antiparasitaire de remplacement, chimiques ou non, pour les combinaisons culture-organisme nuisible homologuées pour le carbofuran. Ces renseignements permettront à l'ARLA d'améliorer ses solutions de lutte intégrée durable pour les utilisations du carbofuran.

Prochaines étapes

Avant de rendre une décision de réévaluation au sujet du carbofuran, l'ARLA examinera tous les commentaires formulés par le public en réponse au présent document de consultation. L'ARLA prendra également en considération les données quantitatives ou qualitatives reçues concernant l'importance économique et sociale du carbofuran pour certains secteurs industriels, de même que les renseignements sur la disponibilité et la viabilité de méthodes de lutte antiparasitaire de remplacement, chimiques ou non, pour les combinaisons culture-organisme nuisible homologuées pour le carbofuran.

L'ARLA publiera ensuite un document sur sa décision de réévaluation, dans lequel elle présentera sa décision, les motifs qui la fondent, un résumé des commentaires reçus au sujet du projet de décision et ses réponses à ces commentaires.

Au terme de la réévaluation de tous les pesticides du groupe des carbamates, on procédera à une évaluation des risques cumulatifs, qui examinera l'exposition potentielle à tous les produits chimiques présentant le même mécanisme de toxicité. Les résultats de l'évaluation des risques cumulatifs pourraient avoir une incidence sur toute décision de réévaluation antérieure.

Autres renseignements

Au moment où l'ARLA arrêtera sa décision de réévaluation, elle publiera, dans le contexte de cette décision, un rapport d'évaluation sur le carbofuran (sur la base de la section « Évaluation scientifique » du présent document de consultation). De plus, les données des essais sur lesquels se fonde la décision seront mises à la disposition du public, sur demande, dans la salle de lecture de l'ARLA, située à Ottawa (Ontario) Canada.

Évaluation scientifique

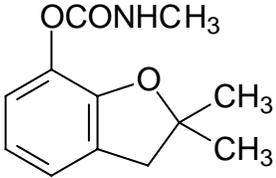
1.0 Introduction

Le carbofuran est un insecticide systémique à large spectre du groupe des carbamates dont la gestion de la résistance repose sur le mode d'action du groupe 1A (inhibiteur de l'acétylcholinestérase). Il agit par contact et par ingestion.

Après l'annonce de la réévaluation du carbofuran, la FMC Corporation, titulaire de la matière active de qualité technique (MAQT) et principale fournisseuse de données au Canada, a indiqué qu'elle comptait continuer à appuyer toutes les utilisations figurant sur l'étiquette des préparations commerciales d'usage restreint.

2.0 La matière active de qualité technique, ses propriétés et ses utilisations

2.1 Description de la matière active de qualité technique

Nom commun		Carbofuran
Utilité		Insecticide, nématicide
Famille chimique		Carbamates
Nom chimique		
1	Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC)	méthylcarbamate de 2,3-dihydro-2,2-diméthylbenzofurane-7-yle
2	Chemical Abstracts Service (CAS)	méthylcarbamate de 2,3-dihydro-2,2-diméthyl-7-benzofuranyle
Numéro CAS		1563-66-2
Formule moléculaire		$C_{12}H_{15}NO_3$
Formule développée		
Masse moléculaire		221,3

Pureté de la MAQT	95 % en poids
Numéro d'homologation	19169

Description des impuretés pertinentes qui sont préoccupantes pour la santé humaine ou l'environnement :

En raison de la présence d'un groupement fonctionnel d'amine secondaire et de plusieurs impuretés dans le carbofuran, ces substances pourraient être des précurseurs des dérivés de nitrosamine correspondants. Compte tenu de la décision proposée, le potentiel que présentent les nitrosamines ne sera pas étudié plus à fond pour l'instant.

2.2 Propriétés physiques et chimiques de la matière active de qualité technique

Propriété	Résultats
Pression de vapeur	0,031 mPa à 20 °C 0,072 mPa à 20 °C
Spectre d'absorption ultraviolet (UV)-visible	Aucune absorption prévue à $\lambda > 300$ nm
Solubilité dans l'eau	320 mg/L à 20 °C 351 mg/L à 25 °C
Coefficient de partage <i>n</i> -octanol-eau (K_{oc}) à 20° C	$\log K_{oc} = 1,52$
Constante de dissociation	Aucune

2.3 Description des utilisations homologuées du carbofuran

La liste de tous les produits contenant du carbofuran homologués en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* se trouve à l'annexe I. L'annexe II dresse la liste de toutes les utilisations pour lesquelles le carbofuran est actuellement homologué. Toutes les utilisations étaient appuyées par le titulaire lorsque la réévaluation a été entreprise; elles ont donc toutes été prises en compte dans l'évaluation des risques que présente le carbofuran pour la santé et pour l'environnement. On précise également si les utilisations ont été ajoutées dans le cadre du programme d'homologation des usages limités de l'ARLA.

Les utilisations du carbofuran relèvent des catégories d'utilisation suivantes : les cultures industrielles de graines oléagineuses et de plantes à fibres, les cultures en milieu terrestre destinées à la consommation animale et les cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine.

3.0 Effets sur la santé humaine et animale

3.1 Sommaire toxicologique

L'ARLA a examiné en détail la base de données toxicologiques sur le carbofuran. Cette base de données se fonde principalement sur des études effectuées par le titulaire. De nombreuses études sur le carbofuran réalisées par Industrial Bio-Test Laboratory étaient disponibles, mais peu étaient validées. Les études non validées ou non accompagnées de rapports de validation n'ont pas été utilisées aux fins de la réévaluation.

Le carbofuran a été absorbé, métabolisé et éliminé rapidement, principalement dans l'urine, après administration par voie orale chez la souris et le rat. La première étape de la voie métabolique est l'hydroxylation du carbofuran, qui entraîne la formation de 3-hydroxycarbofuran, suivie d'une oxydation entraînant la formation de 3-cétocarbofuran. La rupture de la liaison de l'ester du carbamate entraîne la libération des dérivés phénoliques et des conjugués correspondants, surtout des glycosides. Ces produits de dégradation sont ensuite excrétés, principalement sous forme de conjugués d'acide glucuronique et de sulfate. Les métabolites carbamate les plus courants sont le 3-hydroxycarbofuran et le 3-cétocarbofuran. On n'a noté aucune différence liée au sexe en ce qui a trait à l'absorption, à la distribution, à la métabolisation ou à l'excrétion du carbofuran. La plupart des métabolites se sont avérés significativement moins toxiques que le composé d'origine lors des essais de létalité aiguë par voie orale. Un métabolite, le 3-hydroxycarbofuran, a présenté une toxicité aiguë par voie orale semblable à celle du carbofuran.

Dans les études de toxicité aiguë, le carbofuran s'est avéré très toxique par voie orale mais a présenté une faible toxicité cutanée chez le rat. Aucune étude d'exposition aiguë par inhalation n'a été recensée. Le carbofuran était un léger irritant pour les yeux et ne constituait pas un sensibilisant cutané. Les effets aigus observés dans les études d'exposition par voie orale étaient caractéristiques des symptômes de l'inhibition de la cholinestérase : ataxie, salivation excessive, larmolements, exophtalmie, hyperpnée, cyanose et tremblements généralisés. Comme c'est le cas pour les autres composés du groupe des carbamates, l'inhibition de la cholinestérase causée par le carbofuran est réversible et de courte durée.

Dans des études sur l'exposition par voie alimentaire en doses répétées réalisées chez diverses espèces (souris, rat et chien), le chien a semblé être l'espèce la plus sensible pour ce qui est des symptômes cholinergiques. L'inhibition de la cholinestérase a été observée chez toutes les espèces, la souris s'étant montrée la moins sensible. L'inhibition de l'activité de la cholinestérase a également été observée chez le lapin après exposition par voie cutanée. Aucune étude en doses répétées par inhalation n'a été recensée. On n'a constaté aucune sensibilité propre au sexe dans les études sur l'exposition par voie alimentaire en doses répétées. Parmi les autres effets observés dans le cadre des études sur l'exposition par voie alimentaire en doses répétées, on note une diminution du gain en poids corporel chez la souris et le rat ainsi que des effets sur les testicules chez le chien. Les études menées sur les rongeurs mettent en lumière les écarts entre les doses administrées par gavage et les doses administrées par voie alimentaire, les animaux ayant toléré des doses chroniques par voie alimentaire équivalentes ou même supérieures aux doses létales à 50 % (DL₅₀) obtenues dans le cadre des études d'exposition aiguë par gavage. Les

études sur l'exposition par voie alimentaire en doses répétées réalisées chez le rat et le chien n'ont pas indiqué qu'une augmentation de la durée de l'exposition entraînait une hausse de la toxicité pour ce qui est de l'activité de la cholinestérase ou des effets observés.

Bien qu'on n'ait recensé aucune étude de neurotoxicité aiguë satisfaisant au protocole, deux études publiées ont fourni des résultats probants. Selon Cambon *et al.* (1979), des doses uniques de 0,05 mg/kg p.c. ou plus administrées par gavage à des rates gravides au jour 18 de la gestation a entraîné une réduction de l'activité de la cholinestérase, les effets maximaux ayant été observés une heure après l'administration de la dose. Dans le cadre d'une étude sur le métabolisme menée par Ferguson *et al.* (1984), une dose par gavage de 0,05 mg/kg p.c. a également inhibé la cholinestérase érythrocytaire 15 minutes après l'administration de la dose, avec récupération après 3 heures. Ces études mettent en lumière les effets de courte durée habituellement associés aux carbamates inhibiteurs de la cholinestérase.

Des études de neurotoxicité subchronique (par voie alimentaire) ont fait mention de signes cliniques, d'une baisse de l'activité motrice et d'une modification du fonctionnement neurologique, mais ne comprenaient pas de mesures de la cholinestérase. Selon les résultats de l'étude de toxicité chronique chez le rat, l'inhibition de la cholinestérase se serait produite à des doses causant des atteintes neurologiques. Dans une étude de la neurotoxicité sur le plan du développement (par voie alimentaire), des doses suffisamment fortes pour causer la mort de nouveau-nés, un ralentissement marqué de la croissance et des retards de développement n'ont pas entraîné d'effets neurologiques persistants. Aucun signe de neuropathologie n'a été noté dans les études disponibles.

Divers essais *in vitro* et *in vivo* sur des souches cellulaires provenant de bactéries et de mammifères ont permis d'évaluer le potentiel mutagène du carbofuran. Dans le cadre d'études réalisées sur des bactéries, on a obtenu des résultats positifs chez le *S. typhimurium* (TA 1535 et, à l'occasion, TA 98 et TA 1538), mais les résultats ont été négatifs pour d'autres souches du *S. typhimurium* et pour le *S. cerevisiae*, l'*E. coli* et le *B. subtilis*. Les résultats de l'essai pour le potentiel mutagène du carbofuran sur des cellules de lymphome de souris ont été faiblement positifs. D'autres essais ont produit des résultats positifs, notamment l'essai d'aberrations chromosomiques *in vivo* et le test du micronoyau. Ces résultats positifs ont toutefois été obtenus à des doses provoquant la létalité, selon les études sur la DL₅₀ aiguë. Des résultats négatifs ont été obtenus pour les mutations récessives létales liées au sexe chez le *Drosophyla*, pour la recombinaison mitotique chez la levure, pour les aberrations chromosomiques *in vitro*, pour les échanges de chromatides sœurs et la synthèse non programmée de l'ADN. Les preuves sont suffisantes pour conclure que le carbofuran a un faible pouvoir mutagène à l'égard de cellules bactériennes et de cellules de mammifères.

Des essais sur la toxicité chronique et la cancérogénicité ont été réalisés sur des souris et des rats. Aucun signe de cancérogénicité n'a été noté dans les études examinées.

Les études de la toxicité sur le plan du développement chez la souris, le rat et le lapin n'ont indiqué aucun signe de tératogénicité ni signe de sensibilité particulière des fœtus exposés *in utero* au carbofuran. Les effets sur le développement observés chez les fœtus comprenaient la mortalité, une diminution du poids et une variabilité accrue. Parmi les effets observés chez les mères figuraient la mortalité, des signes cliniques et une diminution du gain en poids corporel.

À des doses plus élevées, le carbofuran administré à des rats mâles adultes ou à des rats exposés *in utero* ou durant la lactation a causé des dommages aux spermatozoïdes et au système reproducteur (Pant *et al.*, 1995, 1997). On a constaté une dégénérescence des cellules de Sertoli et une atrophie des tubules séminifères. Une altération de la spermatogénèse (diminution du nombre de spermatozoïdes, morphologie anormale des spermatozoïdes et altération des enzymes testiculaires) a été notée chez le rat. Yousef *et al.* (1995) ont également observé des effets sur la quantité et la qualité des spermatozoïdes chez les lapins exposés au carbofuran. Dans l'étude d'un an sur le chien, les effets sur les testicules se sont manifestés sous forme de perte de poids, de dégénérescence des tubules séminifères et d'aspermie. Malgré ces effets, aucun effet sur la reproduction n'a été noté dans le cadre de l'étude plurigénérationnelle sur la reproduction. Les effets sur les parents se sont limités à une diminution du gain en poids corporel et de la consommation alimentaire, tandis que les effets chez les petits comprenaient une diminution du gain en poids corporel et de la viabilité. Compte tenu des résultats obtenus chez le rat, le lapin et le chien, le carbofuran présente un potentiel de toxicité sur le plan de la reproduction.

Les doses de référence ont été déterminées d'après les doses sans effet nocif observé (DSENO) associées au critère d'effet toxicologique le plus pertinent, en l'occurrence la propriété d'inhibition de la cholinestérase du carbofuran. Ces doses de référence incorporent plusieurs facteurs d'incertitude visant à prendre en compte l'extrapolation entre les animaux de laboratoire et les humains, la variabilité au sein des populations humaines et les facteurs pertinents énoncés dans la *Loi sur les produits antiparasitaires*.

Les résultats des essais de toxicité aiguë et chronique du carbofuran de qualité technique menés en laboratoire sur des animaux ainsi que les critères d'effet toxicologique utilisés pour l'évaluation des risques pour les humains sont résumés aux tableaux 1 et 2 de l'annexe III.

3.1.1 Évaluation des risques aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires*

Pour l'évaluation des risques associés à la présence potentielle de résidus dans les aliments ou les produits utilisés à la maison ou à l'école, la *Loi sur les produits antiparasitaires* prescrit l'application d'un facteur additionnel de 10 aux effets de seuil. Ce facteur doit tenir compte de l'exhaustivité des données sur l'exposition et la toxicité chez les nourrissons et les enfants, de même que sur une éventuelle toxicité prénatale ou postnatale. Il se pourrait qu'un facteur différent soit jugé approprié si l'on dispose de données scientifiques fiables.

La base de données toxicologiques sur l'exposition des nourrissons et des enfants et la toxicité du produit pour ces derniers comportait de nombreuses études sur le carbofuran, dont trois études de la toxicité sur le plan du développement chez le rat, deux études de la toxicité sur le plan du développement chez le lapin et une étude plurigénérationnelle sur la reproduction chez le rat. En outre, on a pu consulter des études de neurotoxicité aiguë et à court terme, une étude de la neurotoxicité sur le plan du développement et quelques études supplémentaires. Comme le carbofuran semblait principalement cibler le système nerveux chez toutes les espèces évaluées, les doses de référence ont été déterminées en fonction des signes cliniques de neurotoxicité et de l'inhibition de la cholinestérase, qui sont relevés dans l'ensemble de la base de données. On considère que le fait de fonder la réglementation sur l'indicateur de toxicité le plus sensible assure une protection contre tout autre effet toxicologique qui pourrait être attribué à l'exposition

au carbofuran. Compte tenu des études disponibles, on n'a pas jugé nécessaire de retenir le facteur de la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Cependant, une étude comparative bien menée sur la cholinestérase permettrait de mieux analyser la sensibilité potentielle chez les petits.

Pour ce qui est du potentiel de toxicité prénatale et postnatale, les études de la toxicité sur le plan du développement chez le rat et le lapin n'ont révélé aucun signe de sensibilité accrue chez les fœtus exposés *in utero*. Rien, dans l'étude sur la reproduction de trois générations de rats, n'indique une sensibilité plus grande chez les petits que chez les parents. D'après les résultats de ces études, les risques de toxicité prénatale et postnatale associés au carbofuran sont peu préoccupants.

3.2 Évaluation des risques professionnels et autres

On évalue les risques professionnels et autres en comparant les expositions possibles au critère d'effet toxicologique le plus pertinent, parmi ceux tirés des études toxicologiques, afin de calculer la marge d'exposition (ME). On la compare ensuite à une ME cible qui incorpore des facteurs d'incertitude assurant la protection de la sous-population la plus sensible. Si la ME calculée est inférieure à la ME cible, l'exposition n'entraînera pas forcément des effets nocifs. Il faudra néanmoins appliquer des mesures de réduction des risques dans un tel cas. Pour certains scénarios, on n'a pu calculer de ME combinée pour l'exposition par voie cutanée, par inhalation et par ingestion accidentelle puisque chaque voie d'exposition comportait des DSENO et des ME cibles différentes. En conséquence, un indice du risque global (IRG) a été établi. Pour les IRG supérieurs ou égaux à 1, aucune mesure d'atténuation des risques n'est nécessaire.

3.2.1 Choix des critères d'effet toxicologique pour l'évaluation des risques professionnels

3.2.1.1 Évaluation des risques à court et à moyen terme associés à l'exposition cutanée

Pour l'évaluation des risques à court et à moyen terme associés à l'exposition professionnelle par voie cutanée (entre 1 et 30 jours et entre 1 mois et plusieurs mois, respectivement), on a eu recours à une DSENO de 10 mg/kg p.c./j obtenue dans le cadre d'une étude sur la toxicité cutanée de 21 jours menée sur des lapins. La ME cible associée à cette étude a été établie à 100, compte tenu des facteurs d'incertitude habituels utilisés relativement à l'extrapolation interspécifique (facteur de 10) et à la variabilité intraspécifique (facteur de 10).

3.2.1.2 Évaluation des risques à court et à moyen terme associés à l'exposition par inhalation

Puisqu'il n'existe aucune étude sur la toxicité en doses répétées par inhalation, il convient de supposer que l'absorption par inhalation équivaut à l'absorption par voie orale.

En ce qui concerne l'exposition à court et à moyen terme (jusqu'à plusieurs mois), on a choisi les études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat et une dose minimale avec effet nocif observé (DMENO) de 0,05 mg/kg p.c. en fonction de l'inhibition de la cholinestérase. La ME cible choisie lorsqu'on utilise ces études est de 300; elle englobe les facteurs d'incertitude habituels traduisant l'extrapolation interspécifique (10) et la variabilité

intraspécifique (10), de même qu'un facteur d'incertitude additionnel de 3 du fait que la DSENO n'a pas été déterminée dans cette étude.

3.2.1.3 Absorption cutanée

Un facteur d'absorption cutanée n'est pas applicable pour l'évaluation des risques cutanés, car le critère d'effet toxicologique pour l'exposition cutanée est basé sur une étude de toxicité cutanée.

3.2.2 Évaluation de l'exposition professionnelle et des risques connexes

Les travailleurs peuvent être exposés au carbofuran lorsqu'ils mélangent, chargent ou appliquent le pesticide, ou lorsqu'ils retournent sur les sites traités pour y effectuer diverses tâches telles que le dépistage des organismes nuisibles et la manipulation ou la récolte des cultures traitées.

3.2.2.1 Évaluation de l'exposition des préposés au mélange, au chargement et à l'application ainsi que des risques connexes

Les préposés au mélange, au chargement et à l'application peuvent être exposés au carbofuran dans le cadre de leur travail. Cette exposition a été évaluée pour les utilisations appuyées suivantes :

- application de liquides, par voie aérienne ou au moyen d'une rampe d'aspersion, à des cultures de canola, de moutarde et de maïs (maïs de grande culture, maïs d'ensilage et maïs sucré);
- application de liquides au moyen d'une rampe d'aspersion à des cultures de tournesol, de poivron vert, de pomme de terre, de betterave à sucre, de fraise, de framboise ainsi que de rutabaga et de navet (utilisations temporaires).

Compte tenu du nombre de traitements par année (variant de 1 à 3), la durée de l'exposition est probablement de court à moyen terme (c'est-à-dire jusqu'à plusieurs mois). L'ARLA a estimé l'exposition des préposés à la manipulation du produit en fonction de différents degrés de protection individuelle :

- A. Mélange et chargement de liquides :
 - Mélange et chargement en système ouvert et équipement de protection individuelle maximal.
 - Équipement de protection individuelle maximal : combinaison de travail résistant aux produits chimiques par-dessus une seule couche de vêtements (vêtement à manches longues et pantalon long), gants résistant aux produits chimiques et respirateur approprié.
- B. Application par voie aérienne :
 - Une seule couche de vêtements (vêtement à manches longues et pantalon long), pas de gants.

C. Application au moyen d'une rampe d'aspersion :

Cabine fermée et équipement de protection individuelle maximal.

Équipement de protection individuelle maximal : combinaison de travail résistant aux produits chimiques par-dessus une seule couche de vêtements (vêtement à manches longues et pantalon long).

Aucune donnée acceptable propre au produit chimique sur l'exposition des préposés n'a été fournie pour le carbofuran. Les expositions par voie cutanée et par inhalation ont donc été estimées à partir des données de la *Pesticide Handlers Exposure Database*, version 1.1. La *Pesticide Handlers Exposure Database* est un recueil de données génériques de dosimétrie passive sur l'exposition des personnes qui mélangent, chargent et appliquent des pesticides, recueil accompagné d'un logiciel facilitant l'estimation de l'exposition dans des scénarios d'utilisations spécifiques, qui varient en fonction du type de formulation, de l'équipement employé pour l'application, des dispositifs de mélange et de chargement et du degré de protection offert par l'équipement de protection individuelle porté.

Dans la plupart des cas, la *Pesticide Handlers Exposure Database* ne contenait pas d'ensembles de données appropriés pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs portant une combinaison résistant aux produits chimiques ou un appareil respiratoire. L'ARLA a estimé cette exposition en intégrant aux données un facteur de protection vestimentaire de 90 % pour la combinaison résistante aux produits chimiques.

L'ARLA a également intégré aux données d'exposition unitaire un facteur de protection de 90 % pour le respirateur. On n'a pas pris en compte les respirateurs dans le cas des systèmes clos.

Les expositions par inhalation sont fondées sur un faible taux d'inhalation de 17 litres par minute.

Dans le cas de certaines utilisations agricoles, les estimations des risques professionnels associés au mélange, au chargement et à l'application n'ont pas atteint les cibles fixées, même en tenant compte de l'application de mesures techniques ou du port de l'équipement de protection individuelle, comme il est indiqué à la section 8. Le tableau 1 de l'annexe IV présente un résumé des ME calculées pour les préposés au mélange, au chargement et à l'application.

Les estimations de l'exposition des préposés au mélange, au chargement et à l'application sont fondées sur les meilleures données disponibles au moment de l'évaluation.

3.2.2.2 Évaluation de l'exposition des travailleurs après l'application et des risques connexes

L'évaluation des risques professionnels associés à l'exposition après l'application a porté sur l'exposition des travailleurs qui pénètrent dans un site agricole traité. Compte tenu du profil d'emploi du carbofuran, il y aurait un risque d'exposition après le traitement à court ou à moyen terme pour les travailleurs. Les activités qui présentent un risque d'exposition après l'application sont notamment la récolte manuelle, le pincement, l'émondage et l'éclaircissage des cultures.

Aucune donnée ou étude sur les résidus foliaires à faible adhérence (RFFA) spécifiques au produit chimique n'a été soumise à l'ARLA. En conséquence, l'évaluation a été fondée sur une valeur maximale par défaut des RFFA (jour 0) de 20 % de la dose d'application et sur un taux de dissipation par défaut de 10 % par jour. Les coefficients de transfert (CT) propres aux activités concernées ont servi à estimer l'exposition après traitement résultant du contact avec le feuillage traité à divers moments après l'application. Les données sur les RFFA comprennent la quantité de résidus pouvant être délogés ou transférés d'une surface, comme les feuilles d'une plante. Un CT est un facteur qui établit un rapport entre l'exposition d'un travailleur et les résidus transférables. Les CT sont spécifiques à une combinaison culture-activité donnée (par exemple, la cueillette manuelle de poivrons verts et le dépistage des organismes nuisibles dans les cultures de maïs en fin de saison) et prennent en compte les vêtements que les travailleurs adultes doivent porter lors des travaux.

Des délais de sécurité (DS) sont calculés afin de déterminer le temps minimal d'attente requis avant que les travailleurs puissent retourner en toute sécurité dans les sites traités. Le DS est le temps nécessaire pour que la concentration de résidus diminue à un niveau où l'exposition d'une personne effectuant une activité précise donne une ME supérieure à la ME cible (c'est-à-dire > 100 pour les scénarios d'exposition à court ou à moyen terme).

Dans le cas des scénarios d'application en milieu agricole, il faudrait, selon les données disponibles, augmenter la durée de la plupart des DS actuels afin d'atteindre les ME cibles établies pour les travailleurs qui retournent dans les sites traités. Le tableau 2 de l'annexe IV présente un résumé des DS calculés pour certaines activités agricoles après traitement, selon les données sur l'exposition actuellement disponibles et la ME cible de 100.

Selon l'évaluation des risques, les risques associés à l'exposition après traitement des travailleurs qui effectuent des activités associées à une forte exposition, comme la récolte manuelle des navets, des rutabagas et du maïs de semence traités, n'atteignent pas la ME cible (soit une ME > 100), avant 32 jours après le traitement. Ces DS pourraient ne pas être considérés comme réalistes sur le plan agronomique par les producteurs.

3.2.3 Évaluation de l'exposition autre que professionnelle et de l'exposition résidentielle ainsi que des risques connexes

L'évaluation des risques autres que professionnels consiste à estimer les risques pour la population générale, notamment les enfants, durant ou après l'application d'un pesticide à la maison ou aux alentours. Étant donné qu'il n'existe aucun produit à usage domestique contenant du carbofuran et que ce dernier ne possède aucune application en milieu résidentiel, on n'a pas effectué d'évaluation des risques liés à l'exposition non professionnelle.

3.3 Évaluation des risques alimentaires

Lorsqu'elle procède à l'évaluation de l'exposition par voie alimentaire, l'ARLA détermine la quantité de résidus de pesticide, y compris ceux dans le lait et la viande, qui peuvent être ingérés dans l'alimentation quotidienne. L'évaluation porte aussi sur l'exposition au carbofuran dans les aliments importés qui peuvent être traités à l'insecticide. Les évaluations de l'exposition par voie

alimentaire tiennent compte de l'âge des personnes et des différences dans les habitudes alimentaires de la population à diverses étapes de la vie. Par exemple, les évaluations tiennent compte des différences dans l'alimentation des enfants, comme leurs préférences alimentaires et le fait qu'ils consomment davantage de nourriture proportionnellement à leur poids corporel que les adultes. Les risques d'exposition par voie alimentaire sont ensuite déterminés en combinant les résultats de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de toxicité. Une forte toxicité ne correspond pas nécessairement à un risque élevé si le niveau d'exposition est faible. De même, un pesticide peu toxique peut présenter des risques si l'exposition est élevée.

L'ARLA envisage de limiter l'utilisation d'un pesticide lorsque le risque, exprimé en pourcentage de la dose de référence, dépasse 100 %. Le document de principes de Santé Canada, intitulé *Évaluation de l'exposition aux pesticides contenus dans les aliments : Guide de l'utilisateur* (SPN2003-03), présente des procédures détaillées d'évaluation des risques aiguë et chronique.

L'évaluation de l'exposition aiguë et chronique au carbofuran par voie alimentaire et des risques connexes a été réalisée à l'aide du logiciel Dietary Exposure Evaluation Model – Food Commodity Intake Database^{MD} (DEEM-FCID^{MD}, version 2.03), qui intègre des données sur la consommation tirées des Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (CSFII) du United States Department of Agriculture (1994-1996 et 1998).

On trouvera des précisions sur les estimations du risque alimentaire et les données sur la chimie des résidus ayant servi à l'évaluation de ce risque aux annexes V à VIII.

3.3.1 Détermination de la dose aiguë de référence

Pour estimer les risques d'exposition aiguë par voie alimentaire (une journée), l'ARLA a choisi la DMENO de 0,05 mg/kg p.c. tirée de deux études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat fondées sur l'inhibition de la cholinestérase (Cambon *et al.*, 1979, et Ferguson *et al.*, 1984). On a appliqué les facteurs d'incertitude habituels traduisant l'extrapolation interspécifique (10) et la variabilité intraspécifique (10), de même qu'un facteur d'incertitude additionnel de 3 du fait que la DSENO n'a pas été déterminée dans ces études. Pour ce qui est du facteur prévu par la *Loi sur les produits antiparasitaires*, toutes les études nécessaires pertinentes pour l'évaluation des risques chez les nourrissons et les enfants étaient disponibles aux fins de la présente évaluation. En conséquence, le facteur de la *Loi sur les produits antiparasitaires* a été réduit à 1 et le facteur d'évaluation composé est de 300.

$$\text{Dose aiguë de référence} = \frac{0,05 \text{ mg/kg p.c.}}{300} = 0,0002 \text{ mg/kg p.c.}$$

3.3.2 Évaluation de l'exposition aiguë par voie alimentaire et des risques connexes

Les risques associés à l'exposition aiguë par voie alimentaire sont calculés à partir de la quantité maximale de carbofuran susceptible d'être ingérée en une journée donnée selon la consommation d'aliments et la teneur en résidus des aliments. Une analyse statistique permet de combiner toutes les associations possibles de consommation d'aliments et de quantités de résidus afin d'estimer la distribution des quantités de résidus de carbofuran susceptibles d'être ingérées en

une journée. Une valeur représentant la tranche supérieure (99,9^e centile) de cette distribution est ensuite comparée à la dose aiguë de référence, soit la dose à laquelle un individu peut être exposé un jour donné sans craindre d'effets nocifs sur sa santé. Si la quantité de résidus susceptible d'être ingérée est inférieure à la dose aiguë de référence, on considère que la dose qui serait ingérée n'est pas préoccupante pour la santé.

L'exposition aiguë par le régime alimentaire a été établie en procédant à une évaluation probabiliste détaillée. Les détails supplémentaires étudiés proviennent de la constitution de fichiers sur la distribution des résidus dans ou sur les denrées pour lesquelles l'emploi du carbofuran est homologué au Canada ou dans d'autres pays. Ces fichiers comprenaient notamment ce qui suit :

- données de surveillance provenant de l'Agence canadienne d'inspection des aliments et des États-Unis;
- données empiriques d'études sur l'importance des résidus;
- études sur la transformation;
- estimations du pourcentage traité de denrées;
- estimations de la production canadienne de denrées alimentaires ou des pourcentages de denrées importées d'autres pays.

L'évaluation de l'exposition aiguë par voie alimentaire est fondée sur les utilisations actuelles du carbofuran au Canada, y compris les utilisations d'urgence (temporaires) sur les cultures de navet et de rutabaga qui ne sont plus homologuées. On a estimé le risque d'exposition aiguë avec et sans ces utilisations.

Si l'on tient compte des utilisations sur les cultures de navet et de rutabaga, l'exposition alimentaire aiguë au carbofuran, exprimée en pourcentage de la dose aiguë de référence, varie entre 311 % pour les jeunes âgés de 13 à 19 ans et 1 501 % pour les enfants de 1 à 2 ans, et est de 579 % pour la population générale. L'exposition alimentaire aiguë au carbofuran est plus élevée que la dose aiguë de référence pour tous les sous-groupes de la population et est donc préoccupante.

Si l'on ne tient pas compte des utilisations sur les cultures de navet et de rutabaga, l'exposition alimentaire aiguë au carbofuran, exprimée en pourcentage de la dose aiguë de référence, varie entre 108 % pour les adultes âgés de 50 ans ou plus et 360 % pour les enfants de 1 à 2 ans, et est de 180 % pour la population générale. L'exposition alimentaire aiguë au carbofuran est plus élevée que la dose aiguë de référence pour tous les sous-groupes de la population et est donc préoccupante.

3.3.3 Détermination de la dose journalière admissible

Pour estimer les risques alimentaires associés à une exposition répétée, on a choisi deux études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat (comme il est indiqué à la section 3.3.1, Détermination de la dose aiguë de référence). Le déclenchement rapide et la nature réversible de l'inhibition des carbamates ont justifié le fait de se référer à la DMENO aiguë, qui est inférieure à la DSENO subchronique ou chronique. Dans le cas du

carbofuran, des expositions quotidiennes à long terme sont considérées comme équivalentes à des expositions quotidiennes multiples, chacune ayant pour résultat l'inhibition temporaire de la cholinestérase, d'où une toxicité potentielle. On a appliqué les facteurs d'incertitude habituels traduisant l'extrapolation interspécifique (10) et la variabilité intraspécifique (10), de même qu'un facteur d'incertitude additionnel de 3 du fait que la DSENO n'a pas été déterminée dans ces études. Pour ce qui est du facteur prévu par la *Loi sur les produits antiparasitaires*, toutes les études nécessaires pertinentes pour l'évaluation des risques chez les nourrissons et les enfants étaient disponibles aux fins de la présente évaluation. En conséquence, le facteur de la *Loi sur les produits antiparasitaires* a été réduit à 1 et le facteur d'évaluation composé est de 300.

$$\text{Dose journalière admissible} = \frac{0,05 \text{ mg/kg p.c./j}}{300} = 0,0002 \text{ mg/kg p.c./j}$$

Cette dose journalière admissible fournit une marge de sécurité > 2 500 par rapport à la DSENO relative au développement (viabilité réduite), > 500 par rapport à la DSENO la plus faible quant aux effets sur les testicules et > 1 000 par rapport à la DMENO la plus faible relative à la toxicité maternelle. On considère donc que cette dose protège adéquatement toutes les populations, y compris les hommes, les femmes enceintes, les nourrissons et les enfants.

3.3.4 Évaluation de l'exposition chronique par voie alimentaire et des risques connexes

L'exposition chronique par le régime alimentaire est calculée à partir de la consommation moyenne de divers aliments et des concentrations moyennes de résidus dans ces aliments. Cette dose de résidus susceptible d'être ingérée est comparée à la dose journalière admissible, soit la dose à laquelle une personne pourrait être exposée pendant sa vie entière sans craindre d'effets nocifs sur sa santé. Lorsque la dose de résidus susceptible d'être ingérée est inférieure à la dose journalière admissible, on considère que la dose qui serait ingérée n'est pas préoccupante. L'exposition chronique par le régime alimentaire a été établie en procédant à une évaluation probabiliste détaillée. Comme pour l'évaluation de l'exposition aiguë, les détails supplémentaires étaient notamment fondés sur ce qui suit :

- données de surveillance provenant de l'Agence canadienne d'inspection des aliments et des États-Unis;
- données empiriques d'études sur l'importance des résidus;
- études sur la transformation;
- estimations du pourcentage traité de denrées;
- estimations de la production canadienne de denrées alimentaires ou des pourcentages de denrées importées d'autres pays.

L'exposition chronique par voie alimentaire, exprimée en pourcentage de la dose journalière admissible, varie entre 10 % pour les femmes âgées de 13 à 49 ans et 35 % pour les enfants de 1 à 2 ans, et est de 14 % pour la population générale. L'exposition alimentaire chronique au carbofuran est moins élevée que la dose journalière admissible pour tous les Canadiens et n'est donc pas préoccupante.

3.4 Exposition liée à la consommation d'eau potable

Comme l'exposition aiguë attribuable aux aliments seulement dépasse la dose aiguë de référence, toute exposition additionnelle liée à la consommation d'eau potable serait jugée préoccupante.

3.5 Évaluation des risques globaux

Par « exposition globale », on entend l'exposition totale à un pesticide donné attribuable à l'absorption de nourriture et d'eau potable, aux utilisations en milieu résidentiel et aux sources d'exposition autres que professionnelles, et à toutes les voies d'exposition connues ou possibles (voie orale, voie cutanée et inhalation).

L'évaluation des risques globaux porte sur le risque potentiel combiné associé à la consommation d'aliments et d'eau potable et à l'exposition en milieu résidentiel. Puisqu'il n'y a pas d'usage résidentiel du carbofuran, seules l'exposition alimentaire et l'exposition par l'eau constituent l'exposition globale. L'exposition combinée à la nourriture et à l'eau potable est comparée à la dose aiguë de référence pour l'évaluation de l'exposition aiguë (exposition d'un jour) et à la dose journalière admissible pour l'évaluation de l'exposition chronique.

Comme le risque lié à l'exposition aiguë attribuable aux aliments seulement est jugé préoccupant, aucune évaluation des risques globaux n'a été effectuée pour le carbofuran.

3.6 Déclaration des incidents liés à la santé humaine

Depuis le 26 avril 2007, les titulaires sont tenus par la loi de déclarer à l'ARLA les incidents, et notamment les effets nocifs sur la santé et l'environnement, dans des délais déterminés. Le règlement sur les déclarations d'incident peut être consulté à l'adresse www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/registrant-titulaire/reporting-declaration/mandatory-obligatoire/index-fra.php.

Les incidents sont classés en six grandes catégories, dont les effets sur l'humain, les effets sur les animaux domestiques et les défauts d'emballage. Ils sont en outre classés par ordre de gravité, allant par exemple, dans le cas de l'humain, des effets mineurs comme les éruptions cutanées, les maux de tête, etc., aux effets majeurs, comme les troubles de la reproduction ou du développement, les affections menaçant la vie, et la mort.

L'ARLA examinera les déclarations et, s'il y a raisonnablement lieu de penser que les risques sanitaires ou environnementaux que présente le produit antiparasitaire ne sont plus acceptables, prendra des mesures appropriées allant des modifications mineures aux étiquettes jusqu'à l'interdiction du produit.

Un incident ayant trait à la santé humaine a été déclaré à l'ARLA en rapport avec le carbofuran. Selon la déclaration d'incident, l'homme ne portait pas les vêtements protecteurs prescrits sur l'étiquette du produit lorsqu'il l'a pulvérisé. Il a été traité à l'hôpital et a obtenu son congé après la disparition de ses symptômes. Aucun autre incident lié à la santé humaine n'avait été déclaré à l'ARLA en date du 29 septembre 2008.

Aux États-Unis, l'EPA a indiqué que plus de 700 cas possibles d'empoisonnement au carbofuran avaient été déclarés (EPA, 2007). Dans la plupart des cas, les symptômes étaient caractéristiques de l'intoxication cholinergique et résultaient d'une exposition par voie cutanée ou par inhalation plutôt que par voie orale. La majorité des troubles étaient de type systémique. De nombreux problèmes oculaires ont aussi été signalés, constituant environ le quart de tous les incidents. Les causes des incidents comprenaient l'omission de porter l'équipement de protection individuelle approprié, l'exposition durant le nettoyage ou la réparation de l'équipement de pulvérisation, la dérive de pulvérisation ou le retour anticipé dans les sites traités. La majorité des victimes d'incidents étaient des personnes préposées au mélange, au chargement et à l'application de carbofuran dans des champs agricoles. L'EPA a conclu que le nombre et le taux de cas d'empoisonnement au carbofuran était suffisant pour que des mesures d'atténuation des risques soient établies de manière prioritaire pour ce pesticide.

Pour examiner les données sur les incidents dus à un empoisonnement au carbofuran, l'EPA a consulté les bases de données suivantes : 1) OPP Incident Data System (IDS); 2) Poison Control Centres (PCC); 3) California Department of Pesticide Regulation; 4) National Pesticide Telecommunications Network (NPTN) et 5) National Institute of Occupational Safety and Health's Sentinel Event Notification System for Occupational Risks (NIOSH SENSOR).

3.7 Données manquantes relativement à l'évaluation des risques pour la santé

L'absence des données suivantes a été relevée dans le cadre de la réévaluation. Aucune demande officielle ne sera cependant faite pour les obtenir auprès du titulaire compte tenu de l'abandon graduel du produit proposé :

- étude de la toxicité aiguë par inhalation;
- étude d'irritation cutanée;
- étude comparative sur l'inhibition de la cholinestérase (mères par opposition aux petits);
- étude de toxicité par inhalation à court terme;
- études sur le métabolisme des animaux d'élevage, définition des résidus dans les matrices d'animaux d'élevage;
- études sur le métabolisme des plantes, définition des résidus dans les matrices végétales;
- méthode d'analyse pour les essais supervisés sur les résidus;
- méthode d'analyse aux fins de l'application de la loi;
- validation interlaboratoire de la méthode;
- évaluation de la méthode d'analyse de plusieurs résidus;
- description ou scénario d'utilisation – préposés au mélange, au chargement et à l'application et travailleurs qui retournent dans les sites traités;
- préposés au mélange, au chargement et à l'application – dosimétrie passive ou surveillance biologique;
- travailleurs qui retournent dans les sites traités – dosimétrie passive ou surveillance biologique;
- données relatives aux résidus transférables ou à faible adhérence.

4.0 Effets sur l'environnement

4.1 Devenir et comportement dans l'environnement

Milieu terrestre

La volatilité du carbofuran est relativement faible dans les conditions observées sur le terrain. La phototransformation ne constitue pas une voie de transformation importante du carbofuran dans le sol. Dans les sols aérobies, la transformation du carbofuran semble résulter de l'hydrolyse combinée à la biotransformation. Dans un sol acide (pH 5,7), le carbofuran se dégrade avec une demi-vie de 321 jours, alors que dans un sol à pH 7,7, la demi-vie du produit chute à 149 jours. Le principal produit de transformation identifié est le 3-cétocarbofuran. En raison des adaptations microbiennes, la persistance du carbofuran peut diminuer dans les sols qui ont déjà été traités avec le produit. Aucune information n'est disponible au sujet de la biotransformation dans le sol du carbofuran en conditions anaérobies. Selon les études sur l'adsorption dans le sol, la mobilité du carbofuran dans le sol est élevée à très élevée. Les valeurs de K_{co} se situent entre 10 et 63 dans divers sols. Le carbofuran s'est avéré mobile dans les études de lixiviation en colonne de sol vieilli, avec 33 à 78 % de la radioactivité détectée dans le lixiviat. Le carbofuran constitue le principal résidu extractible dans le sol vieilli et le lixiviat. D'après les études sur la dissipation du produit dans le sol menées aux États-Unis, le carbofuran serait considéré comme non persistant à modérément persistant selon la classification de Goring *et al.* (1975).

Milieu aquatique

La solubilité du carbofuran dans l'eau (700 mg/L à 25 °C) en fait une substance très soluble. Le carbofuran est résistant à l'hydrolyse lorsque le pH est inférieur à 6, mais devient de plus en plus susceptible de s'hydrolyser lorsque le pH augmente, s'hydrolysant rapidement à un pH alcalin (demi-vie inférieure à une journée). Dans les eaux peu profondes et claires, la phototransformation constitue une voie de transformation importante pour le carbofuran. La biotransformation représente une voie de transformation importante dans les habitats aquatiques en conditions aérobies. Le carbofuranphénol est le principal produit de transformation du carbofuran dans les systèmes aquatiques. La biotransformation constitue aussi une voie de transformation dans les systèmes aquatiques en conditions anaérobies; cependant, la dégradation n'est peut-être pas seulement attribuable à des processus métaboliques anaérobies, et l'hydrolyse peut avoir joué un rôle dans la dégradation. Le carbofuranphénol est le principal produit de transformation du carbofuran et est surtout associé aux sédiments. Dans les milieux alcalins, le carbofuran semble avoir un faible potentiel d'accumulation dans le poisson.

Les données sur le devenir du carbofuran dans l'environnement sont résumées au tableau 1 de l'annexe IX.

4.2 Effets sur les organismes non ciblés

Dans l'évaluation des risques pour l'environnement, on combine les données sur l'exposition environnementale et les renseignements écotoxicologiques afin d'estimer les risques d'effets nocifs sur les espèces non visées. Pour ce faire, on compare les concentrations d'exposition aux concentrations produisant des effets nocifs. Les concentrations prévues dans l'environnement (CPE) sont les concentrations de pesticides dans divers compartiments de l'environnement,

notamment les aliments, l'eau, les sols et l'air. Elles sont estimées au moyen de modèles standards qui tiennent compte de la dose d'application, des propriétés chimiques et du devenir dans l'environnement, y compris la dissipation du pesticide entre deux applications. Les renseignements écotoxicologiques comprennent les données sur la toxicité aiguë et chronique pour divers organismes ou groupes d'organismes terrestres et aquatiques, y compris des invertébrés, des vertébrés et des végétaux. Les critères d'effet toxicologique utilisés dans les évaluations des risques peuvent être modifiés afin de tenir compte des différences potentielles de sensibilité selon les espèces et des objectifs de protection visés, qui peuvent varier (protection à l'échelle de la collectivité, de la population ou de l'individu).

On effectue d'abord une évaluation préalable afin de déterminer quels pesticides ou utilisations ne présentent aucun risque pour les espèces non ciblées, et de déterminer les groupes d'organismes pour lesquels des risques sont possibles. À cette étape, on a recours à des méthodes simples, à des scénarios d'exposition prudents (par exemple, application directe à une dose d'application cumulative maximale) et à des critères d'effet toxicologique traduisant une sensibilité. On calcule un quotient de risque (QR) en divisant la valeur d'exposition estimée par une valeur de toxicité appropriée ($QR = \text{exposition}/\text{toxicité}$). Le QR est ensuite comparé au niveau préoccupant ($NP = 1$). Si le QR issu de l'évaluation préalable est inférieur au NP, on considère que les risques sont négligeables, et il n'est pas nécessaire d'approfondir la caractérisation des risques. Si le QR est égal ou supérieur au NP, on effectue une évaluation approfondie des risques afin de les caractériser davantage. À cette étape, on prend en considération des scénarios d'exposition plus réalistes, comme la dérive de pulvérisation vers des habitats non ciblés, et on peut tenir compte de différents critères d'effet toxicologique. L'évaluation approfondie peut comprendre une caractérisation plus poussée des risques obtenue à l'aide de la modélisation de l'exposition, de données de surveillance, de résultats d'études sur le terrain ou en mésocosmes, ou de méthodes probabilistes d'évaluation des risques. L'évaluation approfondie des risques peut devoir se poursuivre jusqu'à ce qu'on obtienne une caractérisation adéquate des risques ou jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de pousser davantage l'exercice.

4.2.1 Effets sur les organismes terrestres

L'évaluation des risques que présente le carbofuran pour les organismes terrestres s'appuie sur des données relatives à la toxicité pour les organismes suivants (tableau 2, annexe IX) :

- trois espèces de lombrics, une espèce d'abeille (exposition aiguë);
- quinze espèces d'oiseaux et une espèce de mammifère représentant les vertébrés (toxicité aiguë, toxicité par voie alimentaire, toxicité par voie de reproduction).

Les données toxicologiques sur le carbofuran en milieu terrestre sont résumées au tableau 2 de l'annexe IX. Aux fins de l'évaluation des risques, les critères d'effet toxicologique retenus pour l'espèce la plus sensible ont servi de données de substitution pour l'ensemble des espèces susceptibles d'être exposées au carbofuran après l'application du produit. L'évaluation des risques pour les oiseaux ne comprend aucune évaluation préalable des risques, mais se fonde plutôt sur les conclusions d'un examen spécial mené au Canada ainsi que sur les résultats d'une évaluation probabiliste approfondie des risques réalisée par l'EPA, parce que les doses

d'application figurant sur l'étiquette du produit et utilisées pour l'évaluation des risques de l'EPA sont semblables à celles qui figurent sur l'étiquette au Canada.

L'étiquette actuelle du produit recommande une application unique à raison de 72 à 2 500 g m.a./ha et de 72 à 1 056 g m.a./ha pour des pulvérisations au sol et aériennes, respectivement. Elle recommande aussi des applications multiples par année pour certaines cultures (annexe II). En ce qui concerne les applications multiples, les doses d'application cumulatives sont calculées en prenant en compte la demi-vie du carbofuran dans le sol (321 jours) et sur le feuillage (3 jours).

Selon l'évaluation préalable des risques, le NP pour les lombrics et les abeilles est dépassé aux doses d'application de 528 g m.a./ha et plus. Le tableau 3 (annexe IX) résume l'évaluation préalable des risques que présente le carbofuran pour les lombrics et les abeilles.

Pour déterminer la concentration de pesticide dans le régime alimentaire de petits mammifères sauvages, l'ARLA s'est servie de scénarios d'exposition normaux de la végétation et d'autres sources de nourriture fondés sur les corrélations de Hoerger et Kenaga (1972) et de Kenaga (1973) et modifiés selon Fletcher *et al.* (1994). L'exposition dépend du poids corporel de l'organisme et de la quantité et du type d'aliment consommé. Pour effectuer l'évaluation préalable des risques, on a utilisé un ensemble de poids corporels génériques pour les mammifères (15, 35 et 1 000 g) afin de représenter une gamme d'espèces de petits mammifères sauvages. On a employé des catégories d'aliments pertinentes pour chaque groupe de poids, consistant en une consommation entière d'un aliment spécifique. Les aliments visés comprenaient les concentrations de résidus les plus prudentes pour les végétaux, les grains et les semences, les insectes et les fruits. Les valeurs de l'exposition journalière estimée (EJE) par le régime alimentaire pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran sont présentées au tableau 4 (annexe IX).

Les risques liés à l'exposition aiguë par voie orale pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran sont présentés au tableau 5 (annexe IX). Le NP de l'exposition aiguë est dépassé par des facteurs allant de 1 à 380 pour la plupart des poids corporels génériques et des guildes alimentaires de petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran, à l'exception des insectivores, granivores et frugivores de 1 kg après une application unique à raison de 72 g m.a./ha et des insectivores et granivores de 1 kg après une ou deux applications à raison de 132 g m.a./ha. Les petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran pourraient donc être exposés à des risques liés à une exposition aiguë à la végétation contaminée.

Les risques liés à l'exposition chronique pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran sont présentés au tableau 6 (annexe IX). Le NP de l'exposition chronique est dépassé par des facteurs allant de 1 à 190 pour tous les poids corporels génériques et toutes les guildes alimentaires après une ou deux applications à raison de 528 g m.a./ha et après des applications uniques à raison de 1 132 g m.a./ha et de 2 500 g m.a./ha. À toute dose d'application, le NP de l'exposition chronique est dépassé par des facteurs allant de 1,5 à 190 pour l'ensemble des insectivores de 15 g et de 35 g et des herbivores de 35 g. Le NP de l'exposition chronique est dépassé aussi par des facteurs allant de 3 à 102 pour les herbivores de

1 000 g à toute dose d'application. Les petits mammifères sauvages se nourrissant sur le site traité au carbofuran pourraient donc être exposés à des risques liés à une exposition chronique à la végétation contaminée.

En outre, on a aussi évalué les risques associés à la consommation d'aliments contaminés par la dérive de pulvérisation depuis le champ traité, en prenant en considération le dépôt de fines gouttelettes de pulvérisation selon les critères de l'American Society of Agricultural Engineers pour la pulvérisation par rampe d'aspersion au sol (11 %) et le dépôt de fines gouttelettes de pulvérisation selon les critères de l'American Society of Agricultural Engineers pour la pulvérisation aérienne (26 %), à 1 m sous le vent à partir du site d'application.

Les risques liés à l'exposition aiguë par voie orale pour les petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %) depuis le site traité au carbofuran par pulvérisation par rampe d'aspersion au sol sont présentés au tableau 8 (annexe IX). Le NP de l'exposition aiguë est dépassé par des facteurs allant de 1 à 42 pour tous les poids corporels génériques et toutes les guildes alimentaires après une unique pulvérisation par rampe d'aspersion au sol à raison de 2 500 g m.a./ha et pour la plupart des poids corporels génériques et des guildes alimentaires après une unique pulvérisation par rampe d'aspersion au sol à raison de 1 132 g m.a./ha. Le NP est dépassé aussi par des facteurs allant de 1 à 42 pour tous les herbivores de 35 g et de 1 000 g pour toute dose de pulvérisation par rampe d'aspersion au sol, à l'exception des herbivores de 1 000 g après une application unique à raison de 72 g m.a./ha.

Les risques liés à l'exposition chronique pour les petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %) depuis le site traité au carbofuran par pulvérisation par rampe d'aspersion au sol sont présentés au tableau 10 (annexe IX). Le NP de l'exposition chronique est dépassé par des facteurs allant de 1 à 30 pour tous les poids corporels génériques et toutes les guildes alimentaires, à l'exception des insectivores et des granivores de 1 000 g après une pulvérisation par rampe d'aspersion au sol à raison de 2 500 g m.a./ha. Le NP de l'exposition chronique est dépassé aussi par des facteurs allant de 1 à 30 pour les herbivores de 35 g pour toute dose de pulvérisation par rampe d'aspersion au sol, à l'exception de 72 g m.a./ha.

Les risques liés à l'exposition aiguë par voie orale pour les petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (26 %) depuis le site traité au carbofuran par pulvérisation aérienne sont présentés au tableau 9 (annexe IX). Le NP est dépassé par des facteurs allant de 1 à 22 pour tous les poids corporels génériques et toutes les guildes alimentaires après une ou deux pulvérisations aériennes à raison de 528 g m.a./ha, à l'exception des insectivores et des granivores de 1 kg. Le NP de l'exposition aiguë est dépassé aussi par des facteurs allant de 1 à 45 pour tous les poids corporels génériques et toutes les guildes alimentaires après une pulvérisation aérienne unique à raison de 1 132 g m.a./ha. Le NP de l'exposition aiguë est dépassé par des facteurs allant de 1,5 à 31 pour tous les insectivores de 15 g et de 35 g, à l'exception des pulvérisations aériennes uniques à raison de 72 g m.a./ha. Le NP de l'exposition aiguë est dépassé par des facteurs allant de 1,5 à 45 pour tous les herbivores de 35 g et de 1 000 g à toute dose d'application.

Les risques liés à l'exposition chronique pour les petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (26 %) depuis le site traité au carbofuran par pulvérisation aérienne sont présentés au tableau 11 (annexe IX). Le NP de l'exposition chronique est dépassé par des facteurs allant de

1 à 22 pour tous les poids génériques et toutes les guildes alimentaires après des pulvérisations aériennes uniques à raison de 1 132 g m.a./ha, à l'exception des insectivores et des granivores de 1 kg. Le NP de l'exposition chronique est dépassé aussi par des facteurs allant de 1,4 à 22 pour les herbivores de 35 g et de 1 000 g pour toute dose de pulvérisation aérienne, à l'exception de 72 g m.a./ha.

Certains petits mammifères pourraient donc être exposés à des risques liés à une exposition aiguë ou chronique associée à la consommation d'aliments contaminés par la dérive de pulvérisation depuis le site traité après une pulvérisation par rampe d'aspersion au sol et des pulvérisations aériennes de carbofuran.

L'EPA a effectué une réévaluation du carbofuran (EPA, 2005) en utilisant une méthode d'évaluation approfondie des risques pour les oiseaux. Les modèles d'examen terrestre (Terrestrial Investigation Models) de l'EPA (TIM v. 1.0, v. 2.0 et v. 2.1) ont été utilisés dans le cadre de l'évaluation approfondie probabiliste des risques, qui intègre la distribution de l'exposition au carbofuran et la distribution de la toxicité pour évaluer le taux de mortalité des oiseaux après l'application de carbofuran. Les doses d'application mentionnées sur l'étiquette et utilisées dans l'évaluation approfondie des risques étant semblables aux doses d'application figurant sur l'étiquette au Canada, les résultats s'appliquent au Canada. Une partie de l'analyse a été menée en respectant les doses d'application du carbofuran mentionnées sur l'étiquette pour la luzerne, utilisation non homologuée au Canada; cependant, la plus faible dose d'application de 550 g m.a./ha est proche des doses d'application homologuées au Canada pour le maïs (de 240 g m.a./ha à 528 g m.a./ha), la pomme de terre (de 264 g m.a./ha à 528 g m.a./ha), le poivron (528 g m.a./ha), la fraise – en Colombie-Britannique seulement (de 528 g m.a./ha à 1 200 g m.a./ha) –, et la fraise dans l'Est du Canada seulement (528 g m.a./ha). Les conclusions de l'examen de l'EPA sur le carbofuran en pâte fluide sont les suivantes :

Aux doses d'application maximales modélisées pour la pulvérisation foliaire (1 120 g m.a./ha dans la luzerne et le maïs), on a estimé qu'un tiers des espèces d'oiseaux associées aux champs de maïs et de luzerne avaient connu un taux de mortalité de 60 % et que la moitié de ces espèces avaient connu un taux de mortalité de 35 %. On a estimé que le taux de mortalité des 10 % d'espèces les plus vulnérables se nourrissant dans les champs traités était d'environ 95 %. Dans le cas de la pulvérisation aérienne sur le maïs et la luzerne, de faibles doses d'application ont entraîné un faible taux de mortalité estimé. Cependant, même à la dose d'application minimale pour le maïs (280 g m.a./ha), on a estimé que le taux de mortalité des 10 % d'espèces d'oiseaux les plus vulnérables était de 70 %, avec un maximum de 86 %, et on s'attendait à ce que le taux de mortalité moyen des deux tiers des espèces d'oiseaux soit de 10 %. À la dose d'application minimale pour la luzerne (140 g m.a./ha), on a estimé que le taux de mortalité d'environ les deux tiers des espèces d'oiseaux était de 10 %, alors que celui des 10 % d'espèces d'oiseaux les plus vulnérables était de 40 %, avec un maximum de 48 %.

Il est prévu que le taux de mortalité moyen du carouge à épaulettes, espèce pour laquelle des données précises sur la toxicité sont disponibles, dans les cultures de maïs traitées soit de 24 % à 64 % pour des doses d'application allant de 280 g m.a./ha à 1 120 g m.a./ha, respectivement. Pour certains groupes de carouges à épaulettes, le taux de mortalité pourrait atteindre 95 %.

En moyenne, un tiers des espèces d'oiseaux associées aux champs de maïs et de luzerne avaient connu un taux de mortalité estimé de 50 % et de 30 %, respectivement, aux doses d'application habituelles (pulvérisation foliaire : maïs, 840 g m.a./ha; luzerne, 560 g m.a./ha). En combinant la sensibilité toxicologique et l'exposition, le taux de mortalité des 10 % d'espèces d'oiseaux les plus vulnérables était de 85 % et de 80 % dans le maïs et la luzerne, respectivement. On a estimé que le taux de mortalité moyen de bandes de Canards colverts se nourrissant dans un champ de luzerne (épisode de nourrissage unique) traité à la dose d'application habituelle était de 92 % lorsque les oiseaux s'étaient nourris dans le champ à n'importe quel moment entre les applications et jusqu'à au moins trois jours après l'application. Environ une semaine après l'application, on a estimé que le taux de mortalité d'une bande de canards s'étant posés et nourris dans un seul champ traité était de 84 %.

Des données provenant d'études au champ et de déclarations d'incidents soutiennent les estimations modélisées, en montrant que les pulvérisations de carbofuran liquide à des fins agricoles approuvées ou homologuées entraînent de la mortalité chez les oiseaux. En plus de la mortalité directe d'oiseaux, ces études au champ et les déclarations relatives à la mortalité d'oiseaux indiquent que le carbofuran en pâte fluide peut causer de la mortalité secondaire d'oiseaux dans les cas où les oiseaux de proie avalent des espèces leur servant de proies, comme les petits oiseaux et les petits mammifères qui ont déjà succombé à une intoxication au carbofuran.

Un récent groupe consultatif scientifique (GCS) a approuvé la conclusion de l'évaluation des risques de l'EPA, selon laquelle les résultats de l'évaluation probabiliste des risques soutiennent la conclusion qu'il existe un risque de mortalité d'oiseaux dans les sites traités au carbofuran et autour (EPA, 2008).

Un examen spécial du carbofuran, axé sur les risques que présente le produit pour les oiseaux, a été mené au Canada au début des années 1990 (Agriculture Canada, 1993). Les conclusions de l'examen sur le carbofuran en pâte fluide sont les suivantes :

Selon des études de laboratoire, une fraction substantielle d'une DL₅₀ peut être atteinte par les oiseaux chanteurs se nourrissant de criquets et d'autres invertébrés contaminés à l'une des plus faibles doses de pulvérisation homologuées (132 g m.a./ha). On a signalé la mortalité de goélands et de mouettes (*Larus spp.*) s'étant nourris de criquets fraîchement pulvérisés. Cette voie d'exposition correspond aussi à l'explication probable de l'incidence du carbofuran sur la chevêche des terriers (*Speotyto cunicularia*). Les recherches ont conclu que le carbofuran, appliqué à la dose de pulvérisation recommandée pour les criquets (132 g m.a./ha), avait une forte incidence sur la survie et le succès de nidification de la chevêche des terriers. On a constaté des baisses importantes du succès de nidification et de la taille de la nichée à mesure que la distance entre la zone de pulvérisation au carbofuran et le nid aménagé dans un terrier diminuait. L'information disponible sur les voies d'exposition probables suggère fortement que le danger pour la chevêche des terriers est directement proportionnel à la disponibilité des proies contaminées, qu'il s'agisse d'invertébrés ou de rongeurs.

Le fabricant a mené aux États-Unis des études sur la pulvérisation de champs de luzerne à une dose d'application de 550 g m.a./ha ou de 1 100 g m.a./ha par voie terrestre et aérienne. La faible

dose de 550 g m.a./ha est proche de la dose d'application homologuée au Canada pour les cultures de maïs, de pomme de terre, de poivron et de fraise dans l'Est du Canada. De la mortalité d'oiseaux chanteurs a été signalée aux deux doses d'application, que l'insecticide ait été pulvérisé par voie aérienne ou terrestre. La plupart des oiseaux morts ont été trouvés à la lisière des champs traités.

D'autres études ont porté sur la pulvérisation aérienne de carbofuran dans des champs de maïs, à une dose d'application de 1 100 g m.a./ha, pour lutter contre la pyrale du maïs. Cette dose d'application est semblable à la dose d'application maximale homologuée au Canada pour le maïs (528 g m.a./ha) et inférieure aux doses homologuées au Canada pour la betterave à sucre dans l'Ouest du Canada (1 123,2 g m.a./ha), et pour les utilisations temporaires de navet et de rutabaga en Colombie-Britannique (2 520 g m.a./ha). La couverture de l'application était encore une fois très faible, avec une valeur moyenne de dépôt correspondant à 22 % de la dose appliquée; la contamination des lisières de champ a été établie aussi dans le cadre de ces études. Malgré les faibles doses d'application mesurées, la pulvérisation du produit a encore une fois causé de la mortalité chez les oiseaux chanteurs.

4.2.2 Effets sur les organismes aquatiques

Une évaluation des risques que présente le carbofuran pour les organismes d'eau douce a été fondée sur une évaluation des données de toxicité pour les organismes suivants (tableau 2, annexe IX) :

- quatre espèces d'invertébrés d'eau douce (exposition aiguë et chronique);
- huit espèces de poisson d'eau douce (exposition aiguë et chronique);
- une espèce d'algue d'eau douce;
- deux espèces de plantes vasculaires d'eau douce;
- une espèce d'amphibien;
- cinq espèces estuariennes ou marines d'invertébrés (exposition aiguë et chronique);
- trois espèces estuariennes ou marines de poissons (exposition aiguë et chronique).

L'exposition aiguë au carbofuran est toxique pour les invertébrés aquatiques et les poissons. Il est prévu que l'exposition au produit entraînera aussi des effets chroniques pour les organismes aquatiques. Des données toxicologiques en milieu aquatique relatives au carbofuran sont présentées au tableau 2 (annexe IX). Aux fins de l'évaluation des risques, les critères d'effet toxicologique établis pour les espèces les plus sensibles ont servi de données de substitution pour l'ensemble des espèces susceptibles d'être exposées au carbofuran après l'application du produit.

Évaluation préalable

Les calculs des concentrations prévues dans l'environnement (CPE) pour les systèmes aquatiques, établis dans le cadre de la première évaluation préalable prudente, étaient fondés sur une application directe dans l'eau à des profondeurs de 15 cm et de 80 cm. On a retenu la profondeur de 15 cm pour représenter un plan d'eau temporaire où des amphibiens pourraient vivre et choisi la profondeur de 80 cm pour représenter un plan d'eau permanent typique pour des applications de produits antiparasitaire à des fins agricoles. Selon l'évaluation préalable des risques, le carbofuran présente des risques aigus et chroniques pour les invertébrés et les

poissons d'eau douce, estuariens et marins à la plupart des doses d'application. Le NP n'est pas dépassé pour les algues et les plantes vasculaires d'eau douce. Il n'est dépassé que pour les amphibiens à la dose d'application la plus élevée de 2 500 g m.a./ha. Le tableau 7 (annexe IX) résume les données de l'évaluation préalable des risques que présente le carbofuran pour les organismes aquatiques.

Une évaluation approfondie des risques a été réalisée pour les taxons dont le NP est dépassé dans l'évaluation préalable. Le tableau 12 (annexe IX) résume les données de l'évaluation approfondie des risques que présente la dérive de pulvérisation du carbofuran pour les organismes aquatiques.

Évaluation approfondie des risques de dérive de pulvérisation

On a utilisé les données sur la dérive de pulvérisation de Wolf et Caldwell (2001) afin de déterminer que le dépôt de pulvérisation maximal dans un habitat aquatique situé à 1 m sous le vent d'un champ traité au moyen d'une rampe d'aspersion et d'un équipement aérien (fines gouttelettes de pulvérisation) ne dépassait pas 11 % et 26 % de la dose d'application, respectivement. Ces données ont servi à recalculer les concentrations maximales dans des plans d'eau modèles d'une profondeur de 15 cm et de 80 cm adjacents à un champ dans lequel du carbofuran avait été pulvérisé par voie aérienne et au moyen d'une rampe d'aspersion. Les critères d'effet toxicologique utilisés pour calculer les QR étaient les mêmes que ceux ayant servi aux fins de l'évaluation préalable.

Après les pulvérisations par rampe d'aspersion, les NP de la toxicité aiguë et chronique pour les invertébrés d'eau douce sont dépassés pour tous les profils d'emploi par des facteurs allant de 1,4 à 26,5, à l'exception d'une pulvérisation à raison de 72 g m.a./ha. Après les pulvérisations aériennes, les NP de la toxicité aiguë et chronique sont dépassés aussi pour tous les profils d'emploi par des facteurs allant de 1,8 à 28,3.

Le NP pour les invertébrés benthiques est dépassé après des pulvérisations par rampe d'aspersion, pour des applications uniques à raison de 1 132 g m.a./ha et de 2 500 g m.a./ha, par des facteurs allant de 1,5 à 3,3. Le NP est dépassé après des pulvérisations aériennes, pour une application et deux applications à raison de 528 g m.a./ha et des applications uniques à raison de 1 132 g m.a./ha, par des facteurs allant de 1,6 à 3,5.

Le NP de la toxicité aiguë pour les poissons d'eau douce est dépassé, pour des pulvérisations par rampe d'aspersion uniques à raison de 1 132 g m.a./ha et de 2 500 g m.a./ha et pour deux pulvérisations par rampe d'aspersion à raison de 528 g m.a./ha, par des facteurs allant de 1,8 à 3,9. Le NP de la toxicité aiguë est dépassé aussi pour une ou deux pulvérisations aériennes à raison de 528 g m.a./ha et des pulvérisations aériennes uniques à raison de 1 132 g m.a./ha par des facteurs allant de 2,1 à 4,2.

Le NP de la toxicité chronique pour les poissons d'eau douce pour des pulvérisations par rampe d'aspersion est dépassé seulement pour une pulvérisation à raison de 2 500 g m.a./ha par un facteur de 1,4. Le NP de la toxicité chronique pour des pulvérisations aériennes est dépassé seulement pour une pulvérisation aérienne à raison de 1 132 g m.a./ha par un facteur de 1,5.

Le NP de la toxicité chronique pour les amphibiens n'est pas dépassé pour une pulvérisation à raison de 2 500 g m.a./ha, qui correspond au seul profil d'emploi nécessitant une évaluation approfondie des risques.

Le NP de la toxicité aiguë pour les invertébrés estuariens ou marins est dépassé par des facteurs allant de 2,2 à 10,4 pour des pulvérisations par rampe d'aspersion à raison de 528 g m.a./ha, 1 132 g m.a./ha et 2 500 g m.a./ha et deux pulvérisations par rampe d'aspersion à raison de 528 g m.a./ha. Le NP de la toxicité aiguë est dépassé par des facteurs allant de 1,3 à 11,2 pour des pulvérisations aériennes, à l'exception d'une pulvérisation à raison de 72 g m.a./ha.

Le NP de la toxicité chronique pour les invertébrés estuariens ou marins est dépassé par des facteurs allant de 2,5 à 92,3 pour tous les profils d'emploi du carbofuran, tant pour la pulvérisation par rampe d'aspersion que pour la pulvérisation aérienne.

Le NP de la toxicité aiguë pour les poissons estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 2,2 à 10,4 pour des pulvérisations par rampe d'aspersion uniques à raison de 528 g m.a./ha, 1 132 g m.a./ha et 2 500 g m.a./ha et deux pulvérisations par rampe d'aspersion à raison de 528 g m.a./ha. Le NP de la toxicité aiguë a été dépassé par des facteurs allant de 1,3 à 11,2 pour toutes les pulvérisations aériennes, à l'exception d'une pulvérisation à raison de 72 g m.a./ha.

Le NP de la toxicité chronique pour les poissons estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 2,8 à 13,2 pour des pulvérisations uniques à raison de 528 g m.a./ha, 1 132 g m.a./ha et 2 500 g m.a./ha et pour deux pulvérisations à raison de 528 g m.a./ha. Le NP de la toxicité chronique est dépassé par des facteurs allant de 1,6 à 14,2 pour toutes les pulvérisations aériennes, à l'exception d'une pulvérisation à raison de 72 g m.a./ha.

Évaluation approfondie des risques de ruissellement

Les CPE de carbofuran associées au ruissellement du produit dans un plan d'eau récepteur ont été simulées au moyen des modèles PRZM-EXAMS, lesquels permettent de simuler le ruissellement du pesticide d'un terrain traité vers un plan d'eau adjacent ainsi que le devenir du pesticide dans ce plan d'eau. Pour l'évaluation de niveau 1, le plan d'eau consiste en une zone humide de 1 ha, dont la profondeur moyenne est de 0,8 m et le bassin versant, de 10 ha.

Le carbofuran est un insecticide qui est surtout utilisé sur le maïs et la pomme de terre. La dose d'application maximale annuelle pour le maïs et la pomme de terre est de deux applications à raison de 528 g m.a./ha, à intervalle de 14 jours. On a aussi modélisé l'utilisation temporaire du produit sur le navet et le rutabaga en Colombie-Britannique (3 applications à raison de 2 500 g m.a./ha, à intervalles de 20 jours).

On a eu recours à six scénarios normaux pour représenter diverses régions du Canada. On a utilisé huit dates d'application en juillet et en août dans la modélisation – l'utilisation sur le navet a été modélisée à l'aide d'un seul scénario allant du 1^{er} avril au 1^{er} juin.) Le dépôt de la dérive de pulvérisation n'étant pas compris dans les simulations, les CPE visent la portion du pesticide qui pénètre dans le plan d'eau par ruissellement seulement. Le modèle a été utilisé pour

simuler 50 années pour tous les scénarios. Pour chaque année de la simulation, les modèles PRZM-EXAMS ont permis de calculer les concentrations maximales (ou maximales quotidiennes) ainsi que les concentrations à moyenne temporelle. Les concentrations à moyenne temporelle correspondent à la moyenne des concentrations quotidiennes durant cinq périodes (96 h, 21 j, 60 j, 90 j et 1 an). Le 90^e percentile propre à chaque période de calcul de la moyenne est considéré comme la CPE pour cette période. Les CPE sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 Résultats ($\mu\text{g m.a./L}$) de la modélisation PRZM-EXAMS du ruissellement du carbofuran dans un plan d'eau d'une profondeur de 0,8 m, la dérive de pulvérisation n'étant pas comprise.

Région	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)					
	Max.	96 h	21 j	60 j	90 j	Annuelle
Utilisation sur le maïs et la pomme de terre, 2 X 528 g m.a./ha						
Ontario	31,6	29,7	23,9	16,4	13	3,46
Québec	28	26,7	21,7	14,6	12	3,19
Manitoba	34,9	32,8	28,4	20,6	16	4,44
Nouveau-Brunswick	8,2	7,7	6,1	4	3	0,81
Île-du-Prince-Édouard	31	29,2	24,1	17,2	13	3,61
Colombie-Britannique	24,7	23,2	19,4	14,4	11	3,02
Utilisation sur le navet et le rutabaga, 3 X 2 500 g m.a./ha (facultatif)						
Colombie-Britannique	117,7	111	90,9	60,6	49	14,7

Les critères d'effet toxicologique utilisés dans l'évaluation préalable et l'évaluation approfondie des risques de dérive ont servi à calculer les QR afin de définir les risques associés au ruissellement pour les organismes aquatiques dans habitats adjacents à un site où ont eu lieu des applications de carbofuran. Les CPE correspondant aux périodes pertinentes ont permis de calculer les QR, par exemple, 96 h pour les critères d'effet toxicologique aigu et 21 j pour les critères d'effet toxicologique chronique.

Le tableau 13 (annexe IX) résume l'évaluation approfondie des risques associés au ruissellement du carbofuran pour les organismes aquatiques.

Les NP de la toxicité aiguë et chronique pour les invertébrés d'eau douce sont dépassés par des facteurs allant de 6 à 85 pour tous les scénarios de profil d'emploi. Le NP pour les invertébrés benthiques est dépassé par des facteurs allant de 2 à 11 pour tous les scénarios de profil d'emploi, à l'exception du scénario concernant la pomme de terre au Nouveau-Brunswick.

Le NP de la toxicité aiguë pour les poissons d'eau douce est dépassé par des facteurs allant de 3 à 13 pour tous les scénarios de profil d'emploi, à l'exception du scénario concernant la pomme

de terre au Nouveau-Brunswick. Le NP de la toxicité chronique pour les poissons d'eau douce est dépassé par des facteurs allant de 1 à 4,7 pour tous les scénarios de profil d'emploi, à l'exception du scénario concernant la pomme de terre au Nouveau-Brunswick. Le NP n'est pas dépassé pour les amphibiens et l'utilisation du produit sur le rutabaga en Colombie-Britannique.

Le NP de la toxicité aiguë pour les invertébrés estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 6 à 79 pour tous les scénarios de profil d'emploi. Le NP de la toxicité chronique pour les invertébrés estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 15 à 227 pour tous les scénarios de profil d'emploi.

Le NP de la toxicité aiguë pour les poissons estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 2 à 34 pour tous les scénarios de profil d'emploi. Le NP de la toxicité chronique pour les poissons estuariens et marins est dépassé par des facteurs allant de 2 à 35 pour tous les scénarios de profil d'emploi.

Évaluation des risques pour les eaux de surface fondée sur les données de surveillance

À partir des données de surveillance dont on disposait, on a estimé les valeurs minimales pour l'exposition aiguë et chronique en utilisant les valeurs du 95^e percentile des concentrations moyennes maximales et arithmétiques (y compris les concentrations indécélables) mesurées dans chaque étude de surveillance et chaque site de surveillance, respectivement. Les activités de surveillance des eaux, telles que réalisées dans bon nombre d'études examinées, nécessitent un échantillonnage qui est limité dans le temps et dans l'espace, et il est peu probable qu'elles permettent de déceler la concentration maximale réelle de l'analyte en question. Les CPE figurant au tableau 14 (annexe IX) et les critères d'effet toxicologique utilisés dans l'évaluation préalable et approfondie ont servi à calculer les QR pour les organismes aquatiques. Les risques aigus et chroniques pour ces organismes, établis à partir des valeurs du 95^e percentile pour les concentrations observées dans les eaux de surface issues des données de surveillance, sont présentés au tableau 14 (annexe IX).

Le NP de la toxicité aiguë est dépassé pour les invertébrés d'eau douce par un facteur de 3,2, pour les invertébrés estuariens et marins par un facteur de 2,9 et pour les poissons estuariens et marins par un facteur de 1,2. Le NP de la toxicité chronique n'est pas dépassé pour aucun des taxons aquatiques. La présente analyse soutient la précédente évaluation des risques pour la vie aquatique en montrant que les concentrations minimales réelles observées dans les eaux de surface canadiennes, définies selon les données de surveillance, pourraient présenter un risque pour les invertébrés d'eau douce, estuariens et marins ainsi que pour les poissons estuariens et marins.

4.2.3 Déclarations d'incidents relatifs à l'environnement

Les déclarations d'incidents relatifs à l'environnement proviennent de deux sources principales, le système canadien de déclaration d'incidents relatifs aux pesticides (y compris la déclaration obligatoire présentée par le titulaire et la déclaration volontaire présentée par le public et certains ministères) et l'Ecological Incident Information System (EIIS) de l'EPA.

Au Canada, on a déclaré au moins un incident relatif à la mortalité d'oiseaux aquatiques et relié à l'exposition à des flaques d'eau contaminées, après un traitement au carbofuran liquide d'un champ de navets en Colombie-Britannique. Au moins une étude de terrain menée au Canada a montré une incidence importante sur les populations de petits mammifères. Les espèces herbivores comme le campagnol des prés (*Microtus pennsylvanicus*) semblant les plus touchées, on pense que les petits mammifères ont été exposés principalement en se nourrissant de végétation contaminée.

De 1972 à 2000, on a déclaré 31 incidents de mortalité d'oiseaux aux États-Unis après l'utilisation de carbofuran en pâte fluide dans cinq des principales cultures pour lesquelles le produit est homologué, et ces incidents sont presque exclusivement des mortalités d'oiseaux résultant d'une exposition directe au produit. La majorité (27) des mortalités ont été déclarées après l'utilisation du carbofuran sur le maïs et la luzerne, les deux principales cultures où on applique le produit. Des mortalités de 37 espèces, avec un total de 7 300 carcasses, ont été déclarées dans douze États différents, et des cas d'intoxication primaire et secondaire seraient possibles.

À la fin des années 1990, le titulaire du produit technique a apporté un certain nombre de modifications à l'étiquette des produits américains dans le but de réduire les risques préoccupants pour l'eau potable et l'écologie. Les modifications ont porté sur la réduction des doses d'application et la réduction du nombre d'applications pour la luzerne, le coton, le maïs, la pomme de terre, le soja, la canne à sucre et le tournesol. L'EPA a donc évalué les incidents qui se sont produits depuis 1998. Depuis cette date, 47 incidents associés à l'utilisation de carbofuran ont été déclarés dans l'*Ecological Incident Information System* (EIIS) de l'EPA. Quatre de ces incidents sont associés à des utilisations homologuées :

- 1) en 1998, en Pennsylvanie, utilisation sur le maïs (pâte fluide), 2 quiscales;
- 2) en 1998, en Pennsylvanie, utilisation sur le maïs (pâte fluide), 12 quiscales;
- 3) en 2000, au Nouveau-Mexique, utilisation sur la luzerne (pâte fluide), de 800 à 1 200 oies des neiges et canards;
- 4) en 2000, en Californie, utilisation sur la luzerne (pâte fluide), 4 ruches d'abeilles.

Les autres incidents sont reliés à une mauvaise utilisation intentionnelle (28) ou à des cas pour lesquels la légalité de l'utilisation n'a pas été établie (14). Sur les 47 incidents, 13 ont été associés au carbofuran en pâte fluide, 2 au carbofuran en granulés et, en ce qui concerne les autres incidents (32), la formulation du produit n'a pas été précisée.

De plus, le titulaire a déclaré un total de 3 incidents depuis 2000 (deux en 2000 et un en 2004), qui ne figurent pas dans l'EIIS. Aucun renseignement concernant ces incidents n'est disponible.

5.0 Valeur

5.1 Produits à usage restreint

5.1.1 Utilisations à usage restreint pour lesquelles on demande des renseignements sur la valeur du carbofuran

L'annexe XII présente les utilisations de carbofuran que le titulaire continue à soutenir, mais qui soulèvent des préoccupations relatives aux risques établis dans la présente réévaluation.

L'ARLA appréciera tout commentaire qui pourrait lui être transmis au sujet de la disponibilité et de l'utilisation des produits chimiques de remplacement du carbofuran ainsi que tout renseignement sur l'existence, l'efficacité et l'étendue de l'utilisation de méthodes de lutte non chimiques qui pourraient remplacer l'une ou l'autre des utilisations homologuées du carbofuran. Ces renseignements permettront à l'ARLA d'améliorer ses solutions de lutte intégrée durable pour les combinaisons culture-organisme nuisible.

5.2 Produits à usage domestique

Il n'existe aucun produit de carbofuran à usage domestique qui soit homologué.

5.3 Valeur du carbofuran

Certaines utilisations du carbofuran peuvent nécessiter une analyse plus poussée en ce qui concerne leur valeur. Les préoccupations touchent l'économie, les organismes de quarantaine ou le manque de produits de remplacement viables pour les utilisations présentant des risques, etc. Les utilisations pour lesquelles la disparition du carbofuran serait nuisible sont présentées ci-dessous.

5.3.1 Mode d'action systémique

Le carbofuran est efficace de deux manières : a) comme un insecticide de contact, tuant les insectes ciblés par contact direct; b) comme un insecticide qui fonctionne à la manière d'un poison par ingestion, tuant les insectes ciblés lorsqu'ils consomment les plantes traitées. Étant un insecticide systémique, le carbofuran est absorbé par les plantes et transporté dans les plantes, protégeant les plantes en entier. Les insecticides systémiques sont efficaces contre les insectes piqueurs-suceurs, comme les criquets, les cercopes et la punaise terne, parce qu'ils se déplacent dans les tissus vasculaires et dans les cellules dont se nourrissent ces organismes nuisibles.

Comme insecticide systémique qui agit après ingestion, le carbofuran est efficace contre des insectes nuisibles qui ne seraient pas touchés par des insecticides de contact ou des insecticides non systémiques qui agissent comme un poison par ingestion, tels que les insectes broyeur, lorsqu'ils ont pénétré dans les plantes hôtes. Par exemple, la pyrale du maïs creuse des galeries dans la nervure médiane des feuilles, puis migre dans la tige des plantes ou dans l'enveloppe des épis de maïs, ou se nourrit à l'intérieur des tiges et des fruits (poivron).

Le calendrier d'application des insecticides systémiques est plus flexible que celui des insecticides non systémiques et de contact pour lutter contre les insectes nuisibles se nourrissant à l'intérieur des plantes hôtes. Les insecticides de contact et non systémiques qui agissent par ingestion sont limités à lutter contre les insectes nuisibles lorsque ces derniers sont présents sur les plantes hôtes ou lorsqu'ils se nourrissent à la surface des plantes hôtes avant de pénétrer à l'intérieur. Le calendrier d'application doit donc être précis pour cibler la plus grande partie de la population d'insectes nuisibles avant que ces derniers pénètrent dans les plantes hôtes. L'application d'insecticides non systémiques à longue période d'activité résiduelle, ou des applications répétées d'insecticides à courte période d'activité résiduelle seront donc peut-être nécessaires pour remplacer une application d'insecticide systémique.

5.3.2 Utilisations du carbofuran avec des produits de remplacement homologués limités ou des produits de remplacement viables

Le carbofuran constitue le seul insecticide qui soit disponible pour lutter contre certains organismes nuisibles en agriculture, ou il existe de rares produits de remplacement homologués viables pour le carbofuran. Le tableau 5.1 présente les renseignements relatifs à la valeur de ces utilisations de carbofuran établie par l'ARLA.

Tableau 5.1 Utilisations du carbofuran pour lesquelles il n'existe aucun produit de remplacement homologué, ou pour lesquelles la disponibilité de produits de remplacement viables est limitée, ou pour lesquelles les produits de remplacement font présentement l'objet d'une réévaluation.

Culture	Organisme nuisible	Produits de remplacement homologués ¹ (modes d'action) ²	Commentaires
Canola, Moutarde	Chrysomèle du navet	Aucun	Il n'y a aucune matière active de remplacement proposée.
Framboise	Charançon du bourgeon ou de la racine	1B) : malathion	Le malathion est actuellement en cours de réévaluation.
Fraise	Charançon de la racine du fraisier	1B) : malathion	Le malathion est actuellement en cours de réévaluation.
	Anthonyme de la fleur du fraisier	3 : cyperméthrine, Lambda-cyhalothrine	Gestion de la résistance (Est du Canada) Le carbofuran est homologué pour la vente dans l'Est du Canada seulement. Le carbofuran est nécessaire dans la rotation avec des pyréthrinoïdes synthétiques pour la gestion de la résistance dans l'Est du Canada.
Betterave à sucre	Mouche de la betterave à sucre	1B) : diazinon, terbufos	Il n'y a aucune matière active viable de remplacement proposée. Le diazinon est appliqué comme traitement des semences de betterave à sucre. Il est proposé d'abandonner graduellement le traitement des semences au diazinon (PRVD2007-16). L'utilisation du terbufos sur la betterave à sucre doit être abandonnée (RRD2004-04). La date pour l'abandon graduel de l'utilisation du terbufos sur la betterave à sucre a été retardée en raison du manque de stratégies de gestion de remplacement (ARLA, 2008).
Tournesol	Chrysomèle du	2A) : endosulfan	Gestion de la résistance

Culture	Organisme nuisible	Produits de remplacement homologués ¹ (modes d'action) ²	Commentaires
	tournesol	3 : cyperméthrine, deltaméthrine, Lambda-cyhalothrine	L'endosulfan est actuellement en cours de réévaluation. L'évaluation préliminaire des risques associés à l'endosulfan indique un niveau de préoccupation pour les travailleurs et l'environnement (REV2007-13). Le carbofuran (groupes de mode d'action 1A) est nécessaire dans la rotation avec des pyréthrinoïdes synthétiques (groupes de mode d'action 3) à des fins de gestion de la résistance.
Navet, Rutabaga ³	Mouche du navet	1B : diazinon, chlorpyrifos (rutabaga seulement)	Le carbofuran a été homologué en situation d'urgence pour la saison de croissance 2008 en Colombie-Britannique et en Nouvelle-Écosse. Le diazinon est appliqué : 1) en granulés dans les sillons au moment de la plantation et deux semaines après un éclaircissage; 2) par mouillage du sol; 3) par pulvérisation foliaire contre les mouches adultes. Il est proposé d'abandonner graduellement l'utilisation du diazinon en granulés et en pulvérisation foliaire (PRVD2007-16). Le chlorpyrifos est homologué pour une utilisation sur le rutabaga seulement (granulés dans les sillons au moment de la plantation et par mouillage du sol après la plantation) (REV2007-1).

1 Cette liste ne comprend que les produits de remplacement homologués en date d'août 2008. Santé Canada n'endosse aucun de ces produits. Un certain nombre de m.a. de remplacement figurant dans cette liste sont en cours de réévaluation par l'ARLA. Dans l'attente de la décision réglementaire finale, le statut d'homologation des m.a. soumises à une réévaluation est susceptible de changer. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le Tableau récapitulatif de réévaluation (ARLA, 2008).

2 Les numéros de groupe de gestion de la résistance des insecticides et acaricides sont basés sur la directive d'homologation DIR99-06 et les mises à jour contenues dans le site Web du Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) : www.iraac-online.org/Crop_Protection/MoA.asp#area223. 1B = inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (organophosphorés); 2A = antagonistes de l'inhibition par l'acide 4-aminobutanoïque (GABA) du canal ionique chlorure; 3 = modulateurs du canal sodique.

3 Utilisation d'urgence temporaire jusqu'en août 2008

5.4 Valeur du carbofuran dans le contexte réglementaire aux États-Unis

L'EPA a examiné l'innocuité et les avantages de l'ensemble des utilisations de carbofuran et conclu que les risques pour l'écologie et la santé humaine étaient préoccupants. L'EPA prévoit annuler toutes les homologations de carbofuran.

Il existe quelques cultures pour lesquelles l'utilisation de carbofuran est homologuée tant aux États-Unis qu'au Canada. Ces cultures comprennent le maïs (de grande culture et sucré), la pomme de terre, la betterave à sucre et le tournesol. Il existe un nombre limité de produits de remplacement pour la lutte contre les organismes nuisibles dans les cultures de maïs (de grande culture et sucré) et de tournesol dans les deux pays.

L'utilisation de plusieurs matières actives de remplacement est homologuée aux États-Unis, mais non au Canada. Il est possible que certaines de ces matières actives soient proposées dans le futur comme produits de remplacement pour le carbofuran au Canada.

6.0 Considérations relatives à la Politique de gestion des substances toxiques

6.1 Considérations relatives à la Politique de gestion des substances toxiques

La gestion des substances toxiques est encadrée par la PGST du gouvernement fédéral, laquelle propose une approche prudente et préventive pour gérer les substances qui pénètrent dans l'environnement et qui pourraient nuire à l'environnement ou à la santé humaine. Afin que les programmes fédéraux soient conformes aux objectifs de la Politique, celle-ci fournit une orientation aux décideurs et établit un cadre scientifique de gestion. L'un des principaux objectifs est l'élimination quasi totale, dans l'environnement, des substances toxiques qui découlent principalement de l'activité humaine et qui sont persistantes et bioaccumulatives. Ces substances sont désignées substances de la voie 1 dans la Politique.

Au cours du processus d'évaluation du carbofuran, l'ARLA a suivi sa directive d'homologation [DIR99-03](#), *Stratégie de l'ARLA concernant la mise en œuvre de la Politique de gestion des substances toxiques*. On a également pris en compte les substances associées à l'utilisation du carbofuran, y compris les principaux dérivés formés dans l'environnement ainsi que les contaminants et produits de formulation contenus dans le produit de qualité technique. Le carbofuran et ses dérivés étaient évalués par rapport aux critères de la voie 1 suivants : persistance dans le sol ≥ 182 jours, persistance dans l'eau ≥ 182 jours, persistance dans les sédiments ≥ 365 jours, persistance dans l'air ≥ 2 jours, bioaccumulation : $\log K_{oe} \geq 5$ ou FBC $\geq 5\ 000$ (ou FBA $\geq 5\ 000$). Pour que le carbofuran et ses dérivés répondent aux critères de la voie 1, les critères de bioaccumulation et de persistance (dans un milieu) doivent à la fois être remplis. Le produit de qualité technique et les préparations commerciales, y compris les produits de formulation, ont été évalués par rapport aux contaminants identifiés dans la Partie II de la *Gazette du Canada*, volume 139, numéro 24, pages 2641 à 2643 : *Liste des formulants et des contaminants de produits antiparasitaires qui soulèvent des questions particulières en matière de santé ou d'environnement, partie 3 – Contaminants qui soulèvent des questions particulières en matière de santé ou d'environnement*. L'ARLA en a conclu que :

- Le carbofuran ne remplit pas tous les critères de la voie 1. Le carbofuran répond au critère de la voie 1 pour la persistance puisque sa demi-vie dans le sol (321 jours) dépasse le seuil de la voie 1 (182 jours), mais il ne remplit pas le critère de la voie 1 pour la bioaccumulation, puisque son coefficient de partage n-octanol-eau ($\log K_{oe} = 1,52$) est sous le seuil de la voie 1 ($\log K_{oe} = 5,0$). Bien que le carbofuran réponde au critère de la voie 1 relatif à la persistance, il ne satisfait pas au critère relatif à la bioaccumulation; par conséquent, il ne répond pas à tous les critères de la voie 1 et n'est pas considéré comme une substance de la voie 1.
- Le carbofuran ne forme aucun produit de transformation satisfaisant aux critères de la voie 1.

- Le produit de qualité technique ne contient aucun contaminant faisant partie des substances de la voie 1.

Par conséquent, on ne s'attend pas à ce que l'utilisation du carbofuran donne lieu à l'introduction de substances de la voie 1 dans l'environnement.

6.2 Produits de formulation et contaminants préoccupants pour la santé ou l'environnement

Au cours du processus d'évaluation, les contaminants du produit de qualité technique sont comparés à la liste de la *Gazette du Canada*. Cette liste, qui est utilisée selon la description qui en est faite dans l'avis d'intention NOI2005-01⁷ de l'ARLA, est fondée sur les politiques et la réglementation actuelles, dont les DIR99-03 et DIR2006-02⁸, en tenant compte du *Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone* de 1998 pris en application de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (substances désignées en vertu du Protocole de Montréal). L'ARLA en a conclu que :

Le carbofuran de qualité technique ne contient aucun des contaminants qui soulèvent des questions particulières en matière de santé ou d'environnement mentionnés dans la *Gazette du Canada*.

7.0 Sommaire

7.1 Santé et sécurité humaines

7.1.1 Risques professionnels

Les estimations des risques associés aux activités d'application, de mélange et de chargement liées à certains usages agricoles proposés sont préoccupantes, et ce, même quand des mesures techniques et de l'équipement de protection individuelle sont utilisées. Pour certains scénarios, les risques pour les travailleurs après l'application étaient préoccupants. De fait, des mesures d'atténuation permettant de diminuer les risques ont été considérées, mais il est possible que les mesures d'atténuation calculées pour réduire les risques après l'application soient irréalisables du point de vue agronomique.

7.1.2 Risques alimentaires liés à la nourriture

- Les risques liés à une exposition alimentaire aigüe associés à une exposition au carbofuran par la nourriture seule sont préoccupants chez toutes les sous-populations.

7 Avis d'intention NOI2005-01, *Liste des formulants et des contaminants de produits antiparasitaires qui soulèvent des questions particulières en matière de santé ou d'environnement en vertu de la nouvelle Loi sur les produits antiparasitaires.*

8 DIR2006-02, *Programme sur les produits de formulation de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire.*

- Les risques liés à une exposition alimentaire chronique associés à une exposition au carbofuran par la nourriture seule ne sont préoccupants chez aucune sous-population.

7.1.3 Risques alimentaires liés à l'eau potable

Étant donné que l'exposition alimentaire aiguë dépasse la dose aiguë de référence pour la nourriture seule, il y a une préoccupation à l'égard de toute exposition additionnelle par l'eau potable.

7.1.4 Risques autres que professionnels

Étant donné qu'il n'y a aucune utilisation résidentielle pour le carbofuran, aucune évaluation des risques pour ce scénario n'a été réalisée.

7.1.5 Risques globaux (nourriture et eau)

Aucune évaluation des risques globaux combinant l'exposition par la nourriture et l'eau potable n'a été réalisée, puisque l'exposition à la nourriture seule est préoccupante.

7.2 Risques pour l'environnement

L'évaluation des risques liés au carbofuran indique que des effets nocifs sont observés chez des vertébrés et des invertébrés terrestres ainsi que chez des organismes aquatiques non ciblés, certains de ces effets ne pouvant pas être atténués. Il se peut que le carbofuran soit présent dans l'eau de surface en raison du ruissellement et dans l'eau souterraine en raison du lessivage.

7.3 Valeur

Le carbofuran est absorbé par la plante hôte, entraînant un mode d'action systémique en plus du mode d'action par contact. Il est efficace en tant qu'insecticide de contact, en tuant par contact direct les insectes ciblés, et en tant qu'insecticide d'ingestion, en tuant les insectes ciblés par l'ingestion de matériel végétal contenant du carbofuran ayant été absorbé et disséminé dans l'ensemble de la plante.

Pour le canola, la moutarde, la framboise, la fraise et la betterave à sucre ainsi que pour les utilisations d'urgence temporaires du navet et rutabaga, il n'y a aucune matière active de remplacement homologuée (ou viable) autre que le carbofuran pour la lutte contre certains organismes nuisibles.

8.0 Mesures réglementaires proposées

Après la réévaluation de l'insecticide carbofuran, l'ARLA de Santé Canada, en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*, propose l'élimination graduelle de tous les produits contenant du carbofuran au Canada à la lumière des risques que présente le produit pour la santé humaine et l'environnement (section 7.0).

8.1 Définition du résidu préoccupant et limites maximales de résidus

8.1.1 Définition du résidu aux fins de l'évaluation des risques et de l'application de la loi

La nature des résidus de carbofuran est définie comme étant le total du carbofuran et du 3-hydroxycarbofurane, exprimé en carbofuran. Les limites maximales de résidus (LMR) sur ou dans les denrées alimentaires sont actuellement exprimées en termes de carbofuran et de 3-hydroxycarbofurane exprimé en carbofuran en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Pour l'estimation de la dose ingérée, les résidus sont définis comme la somme de carbofuran, de 3-hydroxycarbofurane libre et de 3-hydroxycarbofurane conjugué, exprimé en carbofuran.

8.1.2 Limites maximales de résidus de carbofuran dans les aliments

En général, lorsque l'ARLA a terminé la réévaluation d'un pesticide, elle s'efforce de mettre à jour les limites maximales de résidus applicables au Canada et d'éliminer les LMR qui ne sont plus appropriées. Toutefois, l'ARLA reconnaît que les parties intéressées peuvent vouloir maintenir une LMR donnée même si un produit n'est pas homologué au Canada afin de permettre l'importation légale au pays de produits traités. L'ARLA exige les mêmes données sur la chimie et la toxicologie pour les LMR des denrées importées que celles qui sont requises pour appuyer les utilisations alimentaires canadiennes qui sont homologuées. De plus, l'ARLA exige des données sur les résidus qui sont représentatives des conditions d'utilisation dans les pays exportateurs, de la même façon qu'elle exige des données sur les résidus représentatives pour appuyer l'utilisation du pesticide au pays. Ces données sont nécessaires pour que l'ARLA puisse déterminer si les LMR demandées sont essentielles, et faire en sorte qu'elles ne présentent pas de risques inacceptables pour la santé.

Les LMR pour les pesticides sur ou dans les aliments sont établies par l'ARLA de Santé Canada en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Après l'abrogation d'une LMR ou lorsqu'aucune LMR précise n'a été établie pour un produit antiparasitaire, le paragraphe B.15.002 (1) du *Règlement sur les aliments et drogues* s'applique. Aux termes de ce paragraphe, les résidus ne doivent pas dépasser 0,1 ppm (LMR générale aux fins de l'application de la loi). Cependant, il se peut que des changements soient apportés à cette LMR générale, comme on l'indique dans le document de travail DIS2006-01, intitulé *Abrogation de la norme générale relative à la limite maximale de résidus de 0,1 ppm des résidus de pesticides dans les aliments [Règlement B.15.002(1)]*.

Tel qu'indiqué dans le tableau 8.2, des LMR précises ont été établies pour les résidus de carbofuran dans les carottes, les oignons, les poivrons, les pommes de terre, les rutabagas, les navets et les fraises. Les résidus présents dans toutes les autres denrées agricoles, y compris celles dont le traitement a été approuvé au Canada, mais pour lesquelles aucune LMR précise n'a été fixée, ne doivent pas dépasser la LMR générale de 0,1 ppm.

De manière à protéger les ressources alimentaires canadiennes et à atténuer les risques alimentaires préoccupants, on propose que toutes les LMR pour le carbofuran soient modifiées ou abrogées. Indépendamment de la LMR générale de 0,1 ppm, cette mesure vise à modifier ou à abroger ces LMR en vue d'empêcher que des résidus de carbofuran soient présents sur ou dans la

nourriture. Tel qu'indiqué ci-dessus, il est possible que des changements au *Règlement B.15.002(1)* soient apportés dans le futur.

La liste complète des LMR fixées au Canada est affichée dans le site Web de Santé Canada à la page Web sur les limites maximales de résidus :

www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/protect-protoger/food-nourriture/mrl-lmr-fra.php.

Tableau 8.2 LMR pour le carbofuran au Canada

Denrée	LMR canadienne pour le carbofuran, ppm
Carotte	0,5
Oignon	0,3
Poivron	0,5
Pomme de terre	0,5
Rutabaga et navet	0,5
Fraise	0,4

8.2 Demande de renseignements scientifiques additionnels

L'ARLA souhaite obtenir des renseignements quantitatifs ou qualitatifs sur l'importance économique et sociale du carbofuran pour certaines industries ainsi que des renseignements sur la disponibilité et la viabilité d'autres pratiques de lutte antiparasitaire chimiques et non chimiques pour les combinaisons culture-organisme nuisible homologuées pour le carbofuran. Ces renseignements permettront à l'ARLA d'améliorer notre compréhension des options durables de lutte antiparasitaire pour les organismes nuisibles actuellement supprimés par le carbofuran.

Liste des abréviations

°C	degré Celsius
µg	microgramme
ARLA	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
CE ₂₅	concentration efficace sur 25 % de la population
CE ₅₀	concentration efficace à 50% of the population
CL ₅₀	concentration létale à 50 % de la population
cm	centimètre
CO	carbone organique
CPE	concentration prévue dans l'environnement
CSENO	concentration sans effet nocif observé
CSEO	concentration sans effet observé
CU	catégorie d'utilisation
DL ₅₀	dose létale à 50 % de la population
EJE	exposition journalière estimée
EPA	United States Environmental Protection Agency
g	gramme
h	heure
ha	hectare
j	jour
K _{co}	coefficient de partition carbone organique
K _d	coefficient d'adsorption
kg	kilogramme
K _{oe}	coefficient de partition <i>n</i> -octanol-eau
L	litres
m	mètre
m.a.	matière active
m/sec	mètre par seconde
MAQT	matière active de qualité technique
mg	milligramme
ml	millilitre
mm	millimètre
MO	matière organique
nm	nanometre
NP	niveau préoccupant

NZB	Néo-Zélandais blanc
p.c.	poids corporel
PEPUDU	Programme d'extension du profil d'emploi à la demande des utilisateurs
PGST	Politique de gestion des substances toxiques
pH	-log10 de la concentration d'ion hydrogène
QR	quotient de risque
RFFA	résidus foliaires à faible adhérence
SU	suspension
TD ₅₀	temps de dissipation à 50%
TD ₉₀	temps de dissipation à 90%
TGI	tractus gastro-intestinal

Annexe I Produits contenant du carbofuran homologués au 7 août 2008¹

N° d'homologation	Classe commerciale	Titulaire	Nom du produit	Type de formulation	Garantie
19169	Qualité technique	FMC Corporation	Carbofuran technique	Solide	95 %
10363	À usage restreint	FMC Corporation	Insecticide systémique en pâte fluide Furadan 480	Suspension	480 g/L
10828	À usage restreint	Bayer CropScience Inc.	Insecticide systémique liquide Furadan 480 F	Suspension	480 g/L

¹ À l'exception des produits abandonnés ou suspendus ou pour lesquels il y a demande d'abandon en cours.

Annexe II Utilisations homologuées du carbofuran à usage restreint au Canada au 7 août 2008

Culture(s)	Parasite	Type de formulation ¹	Méthodes et équipement d'application	Dose d'application		Nombre maximal d'applications par année	Délai d'attente minimum avant applications (jours)	Utilisation appuée? ²
				Produit (L/ha)	Matière active (g m.a./ha)			
CU n° 7 (Cultures industrielles de graines oléagineuses et de plantes à fibres) CU n° 13 (Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation animale) CU n° 14 (Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine)								
Canola (colza) Moutarde	Altise	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique Pulvérisation aérienne	0,15	72	1	Sans objet	O
	Chrysomèle du navet			0,275	132			
Tournesol	Chrysomèle du tournesol	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	0,275	132	2	Non précisé	O
CU n° 13 (cultures en milieu terrestre destinées à la consommation animale) CU n° 14 (cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine)								
Maïs (de grande culture, d'ensilage), Dans l'Ouest canadien seulement	Pyrale du maïs	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique Pulvérisation aérienne	1,1	528	2	Non précisé	O
	Chrysomèle des racines du maïs et chrysomèle orientale des racines du maïs (adultes)			0,5	240			
Betterave à sucre Dans l'Ouest canadien seulement	Mouche de la betterave à sucre	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	2,34	1 123,2	1	Sans objet	O, M
CU n° 14 (cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine)								
Maïs (sucré)	Pyrale du maïs	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	1,1	528	2	Non précisé	O

Culture(s)	Parasite	Type de formulation ¹	Méthodes et équipement d'application	Dose d'application		Nombre maximal d'applications par année	Délai d'attente minimum avant applications (jours)	Utilisation appuyée? ²
				Produit (L/ha)	Matière active (g m.a./ha)			
	Chrysomèle des racines du maïs et chrysomèle orientale des racines du maïs (adultes)		Pulvérisation aérienne	0,5	240			
Poivron (vert) Ontario seulement	Pyrale du maïs	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	1,1	528	3	7	O
Pommes de terre	Doryphore de la pomme de terre, altise de la pomme de terre	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	0,55 à 1,1	264 à 528	2	Non précisé	O
	Cicadelle de la pomme de terre, punaise terne			1,1	528			
Framboisiers (cultivés au champ) Colombie-Britannique seulement	Anthonome de la fleur ou charançon de la racine	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	1,1 -	528 à 1 200	1	Sans objet	O
Fraisiers Colombie-Britannique seulement	Charançon de la racine du fraisier, cercope	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	1,1 - 2,5	528 à 1 200	1	Sans objet	O
Fraisiers Est du Canada seulement	Anthonome de la fleur du fraisier, punaise terne	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	1,1	528	1	Sans objet	O

Culture(s)	Parasite	Type de formulation ¹	Méthodes et équipement d'application	Dose d'application		Nombre maximal d'applications par année	Délai d'attente minimum avant applications (jours)	Utilisation appuée? ²
				Produit (L/ha)	Matière active (g m.a./ha)			
CU n° 14 (cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine)								
Navet Rutabaga (HOMOLOGATION EN SITUATION D'URGENCE du 1 ^{er} avril 2008 au 31 août 2008) Colombie-Britannique seulement	Mouche des racines	SU	Pulvérisation terrestre : équipement de pulvérisation classique	37,5 ml de produit dans 10 L d'eau par 100 m de rang (c'est-à-dire 4,2 L de produit dans 1 110 L d'eau par hectare avec une distance entre les rangs de 90 cm ou 5,25 L de produit dans 1 300 L d'eau par hectare avec une distance entre les rangs de 70 cm	18 g m.a./ 100 m de rang 2 016 avec une distance entre les rangs de 90 cm 2 520 avec une distance entre les rangs de 70 cm	3 (rutabaga) 1 (navet)	20	O
(HOMOLOGATION EN SITUATION D'URGENCE du 8 mai 2008 au 31 août 2008) Nouvelle-Écosse seulement								

¹ SU = Suspension.

² O = Utilisation soutenue par le titulaire; et M = Utilisation homologuée dans le cadre du Programme d'extension du profil d'emploi pour les usages limités à la demande des utilisateurs. CU no 14 (cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine)

Annexe III Évaluation toxicologique du carbofuran

Tableau 1 Profil toxicologique du carbofuran de qualité technique

REMARQUE : L'ARLA ne considère pas que la diminution de la cholinestérase plasmatique est un effet toxicologique nocif, cela peut être vu comme une expression de l'exposition. La diminution de la cholinestérase érythrocytaire peut être considérée comme une donnée substitut pour les changements nocifs dans le tissu nerveux périphérique dans des études de toxicité aiguë et à court terme. Dans les études de plus longue durée, l'ARLA ne considère pas que la diminution de la cholinestérase érythrocytaire est un effet toxicologique nocif.

REMARQUE : Les effets indiqués ci-dessous ont été observés ou sont présumés survenir chez les deux sexes, sauf indication contraire.

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Études de la métabolisation et études toxicocinétiques			
Absorption, distribution, métabolisation et excrétion – souris	• ¹⁴ C-carbofuran administré par gavage		<p>Absorption : Environ 50 % de ¹⁴C-carbofuran est absorbé au cours des 15 premières minutes après le traitement, et 65 % après 60 minutes.</p> <p>Distribution : Le carbofuran marqué se retrouve dans tous les organes.</p> <p>Métabolisation : L'hydroxylation du carbofuran entraîne la formation de 3-hydroxycarbofuran. Cette réaction est suivie d'une oxydation qui donne le 3-cétocarbofuran. La rupture de la liaison de l'ester du carbamate occasionne la libération des dérivés phénoliques et des conjugués correspondants, surtout des glycosides.</p> <p>Excrétion : Le produit est éliminé dans l'urine (24 %) et dans l'air expiré (6 %) en 60 minutes; 37 à 67 % du produit est éliminé en 24 h.</p>
Absorption, distribution, métabolisation et excrétion – rats	• ¹⁴ C-carbofuran administré par gavage		<p>Absorption : Le produit est rapidement absorbé par le tube digestif.</p> <p>Distribution : Le produit est concentré principalement dans le foie.</p> <p>Métabolisation : Métabolites retrouvés dans la bile : conjugués glucuronides du 3-hydroxycarbofuran (~ 60 % du ¹⁴C retrouvé dans la bile) carbofuranphénol 3-hydroxycarbofuranphénol 3-cétocarbofuranphénol Métabolites retrouvés dans l'urine : 3-hydroxycarbofuran 3-cétocarbofuran carbofuranphénol 3-hydroxycarbofuranphénol 3-cétocarbofuranphénol (~ 51 %)</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
		<p>Excrétion :</p> <p>Chez les animaux dont le canal cholédoque est accessible à partir d'une canule : le produit est éliminé dans la bile (28,5 %), l'urine (65,4 %), les fèces (0,4 %) au cours des 48 heures après le traitement.</p> <p>Chez les animaux dont le canal cholédoque n'est accessible à partir d'une canule : le composé au noyau marqué au ¹⁴C est éliminé dans l'urine (92 %) et les fèces (3 %) au cours des 120 heures après le traitement; le composé au groupement carbonyle marqué au ¹⁴C est éliminé dans l'air expiré (45 %), l'urine (38 %) et les fèces (< 4 %) au cours des 32 heures après le traitement.</p>	
Études de toxicité aiguë			
Étude de toxicité orale aiguë – rats	<ul style="list-style-type: none"> • 0 à 25 mg/kg p.c. • 97 à 99,6 % 	<p>DL₅₀ = 4,4 à 21 mg/kg p.c.</p>	<p>Signes cliniques : ↓ ChEE, ↓ ChEP, ↓ ChEC, ataxie, salivation excessive, larmoiement, exophtalmie, hyperpnée, cyanose, convulsions, tremblements, ↓ activités locomotrices, léthargie, chromorhinorrhée, chromodacryorrhée.</p> <p>Dans les études réalisées sur les deux sexes, les femelles ont eu tendance à être plus sensibles aux effets létaux.</p> <p>Toxicité élevée par voie orale.</p>
Toxicité cutanée aiguë – rats	<ul style="list-style-type: none"> • 10 – 5 000 mg/kg p.c. • 99,6 % 	<p>DL₅₀ > 5 000 mg/kg p.c. (mâles); 3 094 mg/kg p.c. (femelles)</p>	<p>Toxicité faible par voie cutanée.</p>
Irritation oculaire aiguë – lapins	<ul style="list-style-type: none"> • 5 mg/œil • qualité technique 		<p>Symptômes comportementaux : hyperactivité, myosis (deux yeux).</p> <p>Irritant minime.</p>
Sensibilisation cutanée – cobayes (20 femelles/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0,25 % par injection intradermique et 50 % par application topique • 99,6 % 		<p>Signes de toxicité systémique : apathie, difficultés respiratoires, tremblements, crampes musculaires et étirement des membres postérieurs.</p> <p>N'est pas un sensibilisant cutané.</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Études de toxicité subchronique			
Étude de 14 jours sur la toxicité alimentaire – chiens Beagle (1/sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 18, 32, 56, 100 ou 316 ppm (= 0, 0,45, 0,8, 1,4, 2,5 ou 8 mg/kg p.c./jour) • Dose de 18 ppm (0,45 mg/kg p.c./jour) augmentée à 1 000 ppm (25 mg/kg p.c./jour) de J4 à J14 • 96,1 % 	2,5	<p>8,0 mg/kg p.c./jour : ↓ consommation alimentaire, ↓ p.c. (première semaine de traitement);</p> <p>25,0 mg/kg p.c./jour : ↓ consommation alimentaire, ↓ p.c.; signes cliniques : tremblements musculaires, vomissements (non formés), salivation excessive.</p> <p>La ChEE n'est pas inhibée, quelle que soit la dose; la ChEC n'a pas été mesurée.</p> <p>Étude considérée comme supplémentaire en raison de la taille réduite du groupe.</p>
Étude de 4 semaines sur la toxicité alimentaire – chiens Beagle (4 mâles/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0 ou 5 ppm (= 0 ou 0,22 mg/kg p.c./jour) • 99,6 % 	DMENO = 0,22	0,22 mg/kg p.c./jour : signes cliniques (vomissement, mucus in les fèces).
Étude de 13 semaines sur la toxicité alimentaire – chiens Beagle (4/sexe/groupe et 2/sexe/groupe pour un rétablissement de 4 semaines)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 10, 70 ou 500/250 ppm (0, 0,43, 3,1 ou 22,0/10,6 mg/kg p.c./jour) • La dose élevée a été réduite au jour 6 en raison de sa toxicité • 99,6 % 	DMENO = 0,43	<p>≥ 0,43 mg/kg p.c./jour : hyperémie, ↑ salivation, ↓ ChEP and ↓ ChEE (maximal au jour 1);</p> <p>22,0/10,6 mg/kg p.c./jour : spasmes musculaires, ↓ motilité, tachypnée, respiration profonde, vomissement, ataxie (prononcée à la semaine 1, sporadique par la suite).</p> <p>Aucun effet sur la ChEC. La totalité de la ChEP et de la ChEE a été récupérée.</p>
Étude de 7 j sur la toxicité par voie cutanée – lapins (nombre non précisé /sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 100, 300 ou 1 000 mg/kg p.c./jour, 6 h/jour • 96,9 % 	DMENO = 100	≥ 100 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEP, ↓ ChEC (mâles).

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Étude de 21 jours sur la toxicité par voie cutanée – lapins NZB (nombre non précisé/sexe/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 10, 100 ou 1 000 mg/kg p.c./jour, 6 h/jour • 96,9 % 	10	≥ 100 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEC (mâles).
Études de neurotoxicité			
Étude de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase- rats Sprague- Dawley (nombre non précisé de mâles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µg/kg p.c. de ¹⁴C-carbofuran administré par voie orale • Pureté non précisée 	DMENO = 0,05	<p>↓ ChEE (37 % au cours des 15 minutes suivant l'administration, et récupération complète 3 h après l'administration).</p> <p>Dans les échantillons prélevés pendant 8 heures, le devenir final du composé était de 41 à 47 % sous forme de ¹⁴CO₂, de 14 à 15 % dans l'urine, de < 1 % dans les fèces et de 30 à 31 % dans la carcasse.</p>
Étude de toxicité sur l'activité de la cholinestérase par voie orale (gavage) – rates Sprague-Dawley en gestation (8 femelles/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 0,05, 0,25 ou 2,5 mg/kg p.c. au J18 de la gestation • Sacrifiées à 1, 5 et 24 h • 99 % 	DMENO = 0,05	<p><i>Mères :</i></p> <p>≥ 0,05 mg/kg p.c./jour : ↓ ChE sanguine, ↓ ChEC, ↓ ChE hépatique;</p> <p>2,5 mg/kg p.c./jour : tremblements, salivation excessive, myosis, dyspnée, horripilation (moins de 5 minutes après l'administration), taux de mortalité élevé.</p> <p><i>Petits :</i></p> <p>≥ 0,05 mg/kg p.c./jour : ↓ ChE sanguine;</p> <p>≥ 0,25 mg/kg p.c./jour : ↓ ChE hépatique;</p> <p>2,5 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEC.</p> <p>Les effets ont été les plus prononcés 1 heure après l'administration de la dose.</p> <p>L'étude est considérée comme supplémentaire.</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Étude de 28 jours sur la neurotoxicité alimentaire (détermination des doses neurotoxiques) – rats CD Sprague-Dawley (5/sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 50, 200, 500, 1 000, 3 000 ou 6 000 ppm (0, 2,5, 10, 25, 50, 150 ou 300 mg/kg p.c./jour) • 98,6 % 	2,5	<p>2,5 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c. négligeable (mâles);</p> <p>≥ 10 mg/kg p.c./jour : exophtalmie; ↓ gain de p.c. (mâles); déviation des membres postérieurs, ↓ gain de p.c. négligeable (femelles);</p> <p>≥ 25 mg/kg p.c./jour : tremblements, ↓ activités locomotrices, déshydratation, larmolement, démarche chancelante, chétivité; ↓ gain de p.c. (femelles);</p> <p>≥ 150 mg/kg p.c./jour : perte de contrôle musculaire, ataxie;</p> <p>300 mg/kg p.c./jour : mortalités (2 mâles).</p>
Étude de 90 jours sur la neurotoxicité subchronique – rats Sprague-Dawley (10/sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 50, 500 or 1 000 ppm dans le régime alimentaire (= 0, 2,4/3,1, 27,3/35,3 ou 55,3/64,4 mg/kg p.c./jour (mâles/femelles) • BOF à la 4^e, 8^e et 13^e semaine de traitement • 99,5 % 	DMENO = 2,4	<p>≥ 2,4/3,1 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c. (mâles);</p> <p>≥ 27,3/35,3 mg/kg p.c./jour : troubles de la démarche (démarche chancelante, déviation des membres postérieurs, ataxie, flexion exagérée des membres postérieurs), ↓ force de préhension des membres postérieurs, exophtalmie (femelles);</p> <p>55,3/64,4 mg/kg p.c./jour : ↓ consommation alimentaire, ↑ nombre de pools d'urine, exophtalmie; ↓ l'activité motrice, ↓ gain de p.c. (femelles).</p>
Étude sur la neurotoxicité pour le développement – rats CrI:CD BR (24 femelles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 20, 75 ou 300 ppm dans le régime alimentaire (= 0, 1,7, 5 ou 20 mg/kg p.c./jour), du J6 de la gestation au J10 de la lactation • 99,1 % 	1,7	<p>Mères :</p> <p>≥ 5 mg/kg p.c./jour : ↓ consommation alimentaire; ↓ gain de p.c.</p> <p>Petits :</p> <p>≥ 5 mg/kg p.c./jour : ↓ survie (jours 0 à 4 de la lactation), ↓ gain de p.c., retards dans le développement de 3 à 4 jours pour l'ouverture vaginale et la séparation préputiale, poids du cerveau réduit et réactions aux stimuli auditifs affectées au jour 30, mais pas au jour 60, délais minimes détachement du pavillon de l'oreille, éruption des incisives inférieures et ouverture des yeux;</p> <p>20 mg/kg p.c./jour : ralentissement de l'apprentissage; ↓ performance de la mémoire à court terme et de la mémoire à long terme, mais aucun effet sur l'apprentissage ou la mémoire avant le jour 60 (mâles).</p>
Études de toxicité chronique et d'oncogénicité			
Étude d'un an sur la toxicité par voie alimentaire – chiens Beagle (6/sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 0, 10, 20 ou 500 ppm (= 0, 0,27/0,2, 0,54/0,4 ou 13,5/12,0 mg/kg p.c./jour) (mâles/femelles) • Les animaux du groupe de sujets traités 	0,27/0,2	<p>≥ 0,54/0,4 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEP; un mâle présentant une dégénérescence des tubules séminifères dans les testicules, formation de spermatides géantes, aspermie, ↓ poids des testicules;</p> <p>13,5/12,0 mg/kg p.c./jour : perte de poids, tremblements, salivation excessive, vomissement, perte de gras corporel, ↓ globules rouges, ↓ Hct, ↓ Hgb, changements inflammatoires dans les poumons; une mortalité, dégénérescence des tubules séminifères dans les testicules, formation de spermatides géantes, aspermie, ↓ poids des testicules (mâles); hyperplasie utérine et hydromètre (femelles).</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
	avec la dose élevée ont reçu une alimentation enrichie témoin à partir du 5 ^e mois • 96,1 %		
Étude de 2 ans sur la toxicité alimentaire et l'oncogénicité – souris CD-1 (100/sexe/groupe dont 10/sexe/groupe, sacrifiés à 6, 12 et 18 mois)	• 0, 20, 125 ou 500 ppm (= 0, 2,8, 18 ou 70 mg/kg p.c./jour) • 95,6 %	2,8	≥ 18 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEC; 70 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c., ↓ consommation alimentaire. Aucune preuve d'oncogénicité.
Étude de 2 ans sur la toxicité alimentaire et l'oncogénicité – rats CD (90/sexe/groupe dont 10/sexe/groupe, sacrifiés à 6, 12 et 18 mois)	• 0, 10, 20 ou 100 ppm (= 0, 0,5, 1,0 ou 5,0 mg/kg p.c./jour) • 95,6 %	1,0	5,0 mg/kg p.c./jour : ↓ ChEC, ↓ ChEP, ↓ ChEE, ↓ gain de p.c.. Aucune preuve d'oncogénicité.
Études de la toxicité sur le plan du développement et de la reproduction			
Toxicité sur le plan du développement par voie orale (gavage) – souris CD-1 (10 à 12 femelles/groupe)	• 0, 0,1, 1, 5, 10 ou 20 mg/kg p.c./jour de J6 à J16 • Pureté non précisée	Mère/développement = 5,0	Mères : ≥ 10 mg/kg p.c./j : mortalité. Développement : ≥ 10 mg/kg p.c./jour : ↑ mortalité intra-utérine, ↓ p.c. du fœtus; variations dans le nombre de côtes (↓ incidence d'un total de 13 côtes, ↑ incidence d'un total de 14 côtes). Aucune preuve de tératogénicité. Étude considérée comme supplémentaire en raison de la taille réduite du groupe.
Toxicité sur le plan du développement par voie orale (gavage) – rats CD (10 à 12 femelles/groupe)	• 0, 0,05, 0,1, 0,5, 1,0, 3,0 ou 5,0 mg/kg p.c./jour de J7 à J19 • Pureté non précisée	Mère/développement = 0,5	Mères : ≥ 1,0 mg/kg p.c./jour : mortalité, ↓ nombre de sites d'implantation. Développement : ≥ 1,0 mg/kg p.c./jour : mortalité, ↓ nombre de fœtus vivants. Aucune preuve de tératogénicité. Étude considérée comme supplémentaire en raison de la taille réduite du groupe.

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Étude de tératologie par voie orale (gavage) – rats (24 femelles/ groupe)	• 0, 0,1, 0,3 ou 1,0 mg/kg p.c./jour de J6 à J15 • 95,6 %	DMENO pour la mère = 0,1 DSENO pour le développement = 1,0	Mères : ≥ 0,1 mg/kg p.c./jour : transient, dose-dependent signes cliniques (mouvements de mastication); ≥ 0,3 mg/kg p.c./jour : pelage âpre, léthargie; 1,0 mg/kg p.c./jour : larmolement, salivation excessive, frissonnement, convulsions, mouvements de mastication, tremblements, pelage âpre, léthargie; 1 mortalité (femelle). Développement : Aucun effet. Aucune preuve de tératogénicité.
Étude de tératologie par voie orale (gavage) – rats (25 femelles/ groupe)	• 0, 0,25, 0,5 ou 1,2 mg/kg p.c./jour de J6 à J15 • 95,6 %	1,2	Aucun effet. Aucune preuve de tératogénicité.
Étude pilote de tératologie (alimentaire) – rats (10 femelles/ groupe)	• 0, 20, 60, 120, 160 ou 200 ppm (= 0, 1,5, 4, 8, 11,0 or 13,0 mg/kg p.c./jour) du J6 à J19 • 95,6 %	Mères = 1,5	Mères : ≥ 1,5 mg/kg p.c./jour : perte de poils; ≥ 4 mg/kg p.c./jour : selles molles, formation de croûtes, ↓ gain de p.c., pelage feutré, ↓ consommation alimentaire; ≥ 8 mg/kg p.c./jour : présence de matière rouge sèche dans la région nasale. Développement : Aucun effet sur les quelques paramètres examinés. Étude considérée comme supplémentaire en raison de la taille réduite du groupe et du petit nombre de paramètres du développement examinés.
Étude de tératologie (par le régime alimentaire) – rats (40 femelles/ groupe)	• 0, 20, 60 ou 160 ppm (= 0, 1,5, 4,4 ou 11,0 mg/kg p.c./jour) du J6 au J19, l'étude se poursuivant pendant la lactation • 95,6%	DSENO chez les mères = 1,5 Toxicité pour les petits DSENO = 4,4	Mères : ≥ 4,4 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c., ↓ consommation alimentaire, anorexie, signes cliniques (feutrage, selles molles). Petits : 11,0 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c., ↑ incidence de la présence d'une 14 ^e paire de côtes rudimentaires.

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Étude de tératologie par voie orale (gavage) – lapins NZB (17 femelles/ groupe)	• 0, 0,2, 0,6 or 2,0 mg/kg p.c./jour de J6 à J18 • 95,6 %	DMENO chez les mères = 0,2 DSENO sur le plan du développement = 2,0	Mères : ≥ 0,2 mg/kg p.c./jour : mortalité; 2,0 mg/kg p.c./jour : signes de toxicité (frissonnement, perte de contrôle musculaire, salivation excessive, éternuements, mouvements de mastication), ↓ consommation alimentaire, ↓ consommation d'eau. Développement : Aucun effet. Aucune preuve de tératogénicité.
Étude de tératologie par voie orale (gavage) – lapins NZB (20femelles/ groupe)	• 0, 0,12, 0,5 ou 2,0 mg/kg p.c./jour du J6 au J18 • 95,6 %	Mères = 0,5 Développement = 2,0	Mères : 2,0 mg/kg p.c./jour : 1 mortalité, ↓ gain de p.c. Développement : Aucun effet. Aucune preuve de tératogénicité.
Étude de toxicité pour la reproduction (par le régime alimentaire) – rats (10 mâles/ 20 femelles/ groupes F ₀ , F ₁ ; 12 mâles/ 24 femelles/ groupe F ₂) (3 générations)	• 0, 20 ou 100 ppm (= 0, 1,2/1,9 ou 6,0/9,7 mâles/femelles mg/kg p.c./jour) • 95,6 %	Parents/petits = 1,2/1,9 Reproduction = 6,0/9,7	Parents : 6,0/9,7 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c., ↓ consommation alimentaire. Reproduction : Aucun effet. Petits : 6,0/9,7 mg/kg p.c./jour : déshydratation (F _{3a} , F _{3b}), ↓ survie au jour 4 (F _{1a} , F _{2a} , F _{3a}), ↓ gain de p.c..
Étude spéciale par voie orale (gavage) – rats Druckrey (10 mâles/groupe)	• 0, 0,1, 0,2, 0,4 ou 0,8 mg/kg p.c./jour, 5 jours/semaine pendant 60 jours • 97,2 %	0,1	≥ 0,2 mg/kg p.c./jour : ↓ gain de p.c.; ↓ poids de vésicules séminales, epididymides, prostates ventrales, glandes de coagulation, ↓ motilité des spermatozoïdes, ↓ nombre de spermatozoïdes, ↑ nombre de spermatozoïdes dont le flagelle est enroulé et la pièce intermédiaire angulée, variation des taux d'enzymes dans les testicules (↓ de la glucose-6-phosphate déshydrogénase et de la sorbitol déshydrogénase, ↑ de la γ-glutamyl transpeptidase et de la lactate déshydrogénase), œdème modéré et congestion parmi les tubules séminifères, vacuolisation modérée des cellules de Sertoli et des gamètes; ≥ 0,4 mg/kg p.c./jour : atrophie des tubules, perturbation de la spermatogénèse, atrophie cellulaire des types affectés; 0,8 mg/kg p.c./jour : 7/10 mortalités; les survivants présentent une léthargie et un déséquilibre. Étude considérée comme supplémentaire.

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Étude de toxicité pour la reproduction par voie orale (gavage) – rats Druckrey (10 femelles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • Dose de 0 ou 0,4 mg/kg p.c./jour (6/groupe; administrée pendant toute la gestation) • Dose 0, 0,2 ou 0,4 mg/kg p.c./jour (4/groupe; administrée pendant toute la lactation, soit du J0 au J21) • 97,2 % 	0,2	<p>Petits : 0,4 mg/kg p.c./jour : (gestation and lactation group pups): ↓ de la sorbitol déshydrogénase, ↑ de la lactate déshydrogénase, ↑ de la γ-glutamyl transpeptidase, ↓ de la motilité des spermatozoïdes, ↓ nombre de spermatozoïdes, ↑ anomalies des spermatozoïdes, tubules séminifères atrophiés, changements dégénératifs dans les cellules de Sertoli.</p> <p>Histopathologie après exposition <i>in utero</i> : baisse de l'activité spermatogène dans certains tubules séminifères et dégénérescence fréquente des cellules de Sertoli.</p> <p>Étude considérée comme supplémentaire.</p>
Effets sur la qualité des spermatozoïdes et la quantité de sperme – lapins (20 mâles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • 1/100 ou 1/10 de la DL₅₀ (doses non précisées) • Pureté non précisée 		<p>En général ↓ p.c., ↓ quantité de sperme, ↑ spermatozoïdes anormaux.</p> <p>Étude considérée comme supplémentaire en raison de lacunes dans les renseignements sur l'étude.</p>
Études de génotoxicité			
Test d'Ames – mutation inverse <i>in vitro</i> • <i>Salmonella typhimurium</i> TA 1535, 1537, 1538, 98, 100	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 10 000 µg/plaque (± activation) • 80 à 99 % 	Dans 10 tests sur 13, la réponse a été minime chez TA1535 sans activation. Dans 1 test sur 13, la réponse a été positive chez TA98 et TA1538 avec et sans activation.	Faible positif.
Mutation génique • <i>E. coli</i> W3110, <i>B. subtilis</i> H17, M45	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 5 mg/disque • Pureté non précisée 		Négatif.
Mutation létale récessive liée au sexe chez la drosophile	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 10 ppm (solution alimentaire) • 97,6 à 98 % 		Négatif (dans 3 tests).
Recombinaison mitotique • <i>S. cerevisiae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 50 mg/ml (± activation) • Pureté non précisée 		Négatif (dans 2 tests).

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Essai sur le potentiel mutagène du produit sur les cellules de lymphomes de souris	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 316 µg/ml, sans activation; jusqu'à 1 780 µg/ml, avec activation • technique 	Positif.	Augmentation de la fréquence des mutations dans 2 tests seulement, aux doses qui étaient cytotoxiques.
Essai <i>in vivo</i> d'aberration chromosomique – cellules CHO	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 1 000 µg/ml sans activation; jusqu'à 2 500 µg/ml avec activation • 96 – 98 % 	Négatif (dans 2 tests).	
Échange de chromatides sœurs <i>in vitro</i> – cellules CHO	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 200 µg/ml sans activation; jusqu'à 2 500 µg/ml avec activation • 96 – 98 % 	Négatif (dans 2 tests).	
Synthèse non programmée de l'ADN sur hépatocytes de rat	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 100 µg/ml • 97,6 % 	Négatif.	
Synthèse non programmée de l'ADN, fibroblastes humains, W138	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 1 000 µg/ml • Pureté non précisée 	Négatif.	
Test d'aberration chromosomique <i>in vivo</i> – souris	<ul style="list-style-type: none"> • dose unique de 1,9 à 5,7 mg/kg p.c. ou dose de 1,9 mg/kg p.c./jour pendant 4 jours • 97,20 % 	Positif.	
Test du micronoyau <i>in vivo</i> – souris	<ul style="list-style-type: none"> • dose unique de 5,7 mg/kg p.c. ou dose de 1,9 mg/kg p.c./jour pendant 4 jours • 97,20 % 	Positif.	

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Test cytogénétique <i>in vivo</i> - rats Sprague-Dawley	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à 10 mg/kg p.c./jour • 96 à 98 % 	Négatif (dans 2 tests).	
Autres études de toxicité (considérées comme supplémentaires)			
Effets sur les enzymes et autres paramètres biochimiques – rats (5/sexe/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • rats adultes ou juvéniles (5/sexe) sacrifiés pour le dosage de la ChEC et ChEE de base • Dose aiguë de carbofuran administrée à des rats adultes et juvéniles (8/sexe) • Pureté non précisée 		<p>Maximum ↓ ChEE : 30 minutes après administration d'une dose aiguë (intoxication) chez les adultes et les juvéniles des deux sexes.</p> <p>Maximum ↓ ChEC : 60 minutes après administration d'une dose aiguë (intoxication) chez les adultes et les juvéniles des deux sexes.</p> <p>Presque complètement rétablis 4 h après le traitement; complètement rétablis en 24 h.</p>
Effet temporel du carbofuran dans l'interruption du cycle œstral et la toxicité folliculaire – souris albinos suisses (10 femelles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • Dose de 0 ou 1,3 mg/kg/jour administrée par gavage (dans l'huile d'olive) pendant 5, 10, 20 et 30 jours, respectivement • 98 % 		<p>20 jours : p.c. (non statistiquement significative), durée du proestrus, de l'oestrus et du méoestrus, avec une phase de dioestrus (toutes non statistiquement significatives), du nombre de follicules sains et du nombre de follicules atrétiques par rapport au groupe témoin;</p> <p>30 jours : ↓ significative du p.c., ↓ significative du poids relatif des ovaires, ↓ significative du nombre de cycles œstraux et de la durée du proestrus, de l'oestrus et du méoestrus, ↓ significative du nombre de follicules sains, ↑ significative du nombre de follicules atrétiques par rapport au groupe témoin, peu de follicules en formation, peu de petits corps jaunes et un grand nombre de follicules atrétiques.</p>
Toxicité du carbofuran sur la reproduction : effet sur le cycle œstral et les follicules – souris albinos suisses (10 femelles/groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • Dose de 0, 0,4, 0,7, 1 ou 1,3 mg/kg/jour administrée par gavage (dans l'huile d'olive) pendant 30 jours, respectivement • Pureté non précisée 		<p>1,0 mg/kg/jour : gain en poids corporel (non statistiquement significative), poids relatif des ovaires (non statistiquement significative), significative du nombre de cycles œstraux et de la durée du proestrus, de l'oestrus et du méoestrus, significative de la durée du dioestrus, de l'indice de dioestrus, significative du nombre de follicules sains accompagnée d'une significative du nombre de follicules atrétiques, moins de follicules en développement, moins de corps jaunes et un grand nombre de follicules atrétiques; la taille des ovaires a aussi diminué par rapport au groupe témoin.</p> <p>1,3 mg/kg/jour : ↓ significative du gain en poids corporel, ↓ significative du poids relatif des ovaires, ↑ poids relatif de la glande thyroïde (non statistiquement significative).</p> <p>*Les souris intoxiquées étaient déprimées; elles couraient moins immédiatement après l'administration.</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Effets dangereux du carbofuran sur l'issue de la grossesse – rats Wistar (6 femelles/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • Dose de 0, 0,2, 0,4 ou 0,8 mg/kg/jour administrée par gavage (dans l'huile de maïs) du J1 au J5 de la gestation • Pureté non précisée 		<p>0,2 mg/kg/jour : significative de la consommation d'eau, significative du nombre de globules rouges et de globules blancs, signes apparents de toxicité cholinergique (salivation excessive, larmolement, constriction des pupilles, convulsions, production de selles molles et mictions fréquentes) qui ont duré 7 à 8 h, horripilation légère à modérée (durant 6 – 8 h), léthargie, troubles dans l'activité locomotrice en général (5 j après l'administration), significative du nombre de plongeons de la tête, significative de l'incidence de la bradycardie (J5), significative du nombre de ruades, significative de la longueur du crâne des petits (5 j après la naissance);</p> <p>≥ 0,4 mg/kg/jour : ↓ significative du gain en poids corporel (J5 et J14 de la gestation), ↓ significative de la consommation alimentaire (J5), ↓ significative du nombre de plongeons de la tête (non statistiquement significative), ↓ significative du nombre d'embryons nichés dans l'utérus, indice de nidation, indice de naissance de petits vivants, taux de survie des foetus, délai d'apparition de la fourrure chez les petits, délai d'ouverture des yeux chez les petits, augmentation significative de gestations interrompues avant la nidification, temps de gestation, longueur du corps des petits, gain p.c. des petits;</p> <p>0,8 mg/kg/jour : ↑ significative de TCMH, 100 % inhibition dans plusieurs paramètres de la reproduction (gestation « quantal pregnancy », nombre d'embryons nichés dans l'utérus, indice de nidification, indice de gestation et indice de pré-nidification); par conséquent, les autres paramètres de la reproduction étudiés ne pouvaient être examinés.</p>
Effets d'une exposition au carbofuran à mi-gestation sur l'issue de la gestation – rats Wistar (6 femelles/ groupe)	<ul style="list-style-type: none"> • Dose de 0, 0,2, 0,4 ou 0,8 mg/kg/jour administrée par gavage (dans l'huile de maïs) du J8 au J12 de la gestation • Pureté non précisée 		<p>0,2 mg/kg/jour : signes apparents de toxicité cholinergique marquée (salivation excessive, larmolement, constriction des pupilles, production de selles molles, urine presque incolore) et toxicité adrénergique légère à modérée (horripilation, sans exophtalmie) durant 6 à 8 h, capacité locomotrice générale inhibée, significative du nombre d'embryons fixés, diamètre des embryons, diamètre cranio-cervical des embryons et poids des petits;</p> <p>≥ 0,4 mg/kg/jour : inhibition significative du nombre de « ruades », activité locomotrice et nombre de plongeons de la tête, ↑ significative d'interruption de gestation après nidification, période de gestation et délai d'apparition de la fourrure chez les petits, ↓ nombre de d'embryons fixés (non statistiquement significative), ↓ significative du diamètre cranio-cervical des embryons, nombre d'embryons fixés viables, taille de la portée, taux de survie fœtale, longueur du crâne et longueur de la colonne, de la région cervicale au sacrum;</p> <p>0,8 mg/kg/jour : ↓ significative du nombre de globules blancs, inhibition du nombre de rears et activité locomotrice (non statistiquement significatives), ↑ gestations interrompues après nidification (non statistiquement significative), ↓ significative du nombre de plongeons de la tête, ↓ taux de survie foetale, diamètre cranio-cervical des embryons, taille de la portée et nombre d'embryons fixés viables (toutes non statistiquement significatives), ↑ significative du délai d'ouverture des yeux chez les petits.</p>

Étude/ espèce/ nombre d'animaux par groupe	Dose/pureté de la substance à l'essai	DSENO (mg/kg p.c./j)	Résultats/effets
Études de toxicité des métabolites			
Étude de toxicité orale aiguë – rats	• 98 % (7-phénol)		DL ₅₀ = 2 450/1 743 (mâles/femelles) mg/kg p.c. Légère toxicité.
Étude de toxicité orale aiguë – rats	• 98 % (3-céto- carbofuran)		DL ₅₀ = 108/93,1 (mâles/femelles) mg/kg p.c. Toxicité élevée.
Étude de toxicité orale aiguë – rats	• 98 % (3- hydroxy- 7-phénol)		DL ₅₀ = 1 916/1 654 (mâles/femelles) mg/kg p.c. Légère toxicité.
Étude de toxicité orale aiguë – rats	• 98 % (3-céto- 7-phénol)		DL ₅₀ > 800 mg/kg p.c.
Étude de toxicité orale aiguë – rats	• 98 % (3-hydroxy- carbofuran)		DL ₅₀ = 21,9/8,3 (mâles/femelles) mg/kg p.c. Toxicité élevée.
Étude de 90 j sur la toxicité alimentaire – rats Charles River CD (25/sexe/groupe)	• 0, 1 000 ou 3 000 ppm (0, 40,5 ou 125 mg/kg p.c./jour) • Pureté non précisée 3-hydroxy- 7-phénol	40,5	125 mg/kg p.c./jour : ↓ AUS; ↓ volume d'urine, ↑ densité relative de l'urine (mâles); ↓ poids absolu des reins, ↓ globules rouges (femelles).

Tableau 2 Critères d'effet toxicologique utilisés dans l'évaluation des risques du carbofuran

Scénario d'exposition	Critère d'effet toxicologique	Étude	Dose (mg/kg p.c./jour)	CAF ou ME ^a
Alimentaire aiguë	Inhibition de la cholinestérase	2 études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat	0,05	300
Alimentaire chronique	Inhibition de la cholinestérase	2 études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat	0,05	300
Court et moyen terme^b, par voie cutanée	Inhibition de la cholinestérase	Étude de 21 jours sur la toxicité par voie cutanée chez le lapin	10	100
Court et moyen terme^b, par inhalation^c	Inhibition de la cholinestérase	2 études de toxicité aiguë par voie orale sur l'activité de la cholinestérase chez le rat	0,05	300

^a Le FG (facteur global) représente la somme des FI et des facteurs de la Loi sur les produits antiparasitaires pour l'évaluation des risques alimentaires; la ME correspond à la marge d'exposition cible pour l'évaluation des risques associés à l'exposition professionnelle et à l'exposition en milieu résidentiel.

^b Valable pour toutes les durées d'exposition.

^c Puisqu'on a sélectionné une DSENO par voie orale, on devrait utiliser un facteur d'absorption par inhalation de 100 % (valeur par défaut) pour l'extrapolation d'une voie d'exposition à une autre.

Annexe IV Évaluation des risques pour les préposés agricoles au mélange, au chargement et à l'application et après l'application

Tableau 1 Estimations de l'exposition des préposés au M/C/A et ME avec équipement de protection individuelle maximale^a

Culture	Forme ^b	Applicateur ^c	Doses d'application ^d (g m.a./ha)	Superficie traitée par jour ^e (ha)	Exposition quotidienne (µg/kg/j)		Marges d'exposition		Indice du risque global ⁱ						
					Voie cutanée ^f	Inhalation ^g	Voie cutanée ^h	Inhalation ⁱ							
Canola (colza)	SU	Pulvérisation par voie aérienne (M/C)	132	400	21,94	0,12	456	414	1,06						
		Pulvérisation par voie aérienne – A								7,29	0,05	1 372	947	2,57	
		Rampe d'aspersion (c)								300	18,96	0,12	528	402	1,07
		Rampe d'aspersion (f)								100	6,32	0,04	1 583	1 205	3,20
Tournesol	SU	Rampe d'aspersion (c)	132	300	18,96	0,12	528	402	1,07						
		Rampe d'aspersion (f)								100	6,32	0,04	1 583	1 205	3,20
Maïs (de grande culture, d'ensilage et sucré)	SU	Pulvérisation par voie aérienne (M/C)	528	400	87,77	0,48	114	104	0,26						
		Pulvérisation par voie aérienne – A							29,15	0,21	343	237	0,64		
		Rampe d'aspersion (c)							140	35,39	0,23	283	215	0,57	
		Rampe d'aspersion (f)							80	20,22	0,13	495	377	1,00	
Moutarde	SU	Pulvérisation par voie aérienne (M/C)	132	400	21,94	0,12	456	414	1,06						
		Pulvérisation par voie aérienne – A								7,29	0,05	1 372	947	2,57	
		Rampe d'aspersion (c)								300	18,96	0,12	528	402	1,07
		Rampe d'aspersion (f)								100	6,32	0,04	1 583	1 205	3,20

Culture	Forme ^b	Applicateur ^c	Doses d'application ^d (g m.a./ha)	Superficie traitée par jour ^e (ha)	Exposition quotidienne (µg/kg/j)		Marges d'exposition		Indice du risque global ^j
					Voie cutanée ^f	Inhalation ^g	Voie cutanée ^h	Inhalation ⁱ	
Poivron vert	SU	Rampe d'aspersion (c)	528	80	20,22	0,13	495	377	1,00
		Rampe d'aspersion (f)		30	7,58	0,05	1 319	1 004	2,67
Pommes de terre	SU	Rampe d'aspersion (c)	528	80	20,22	0,13	495	377	1,00
Betterave à sucre	SU	Rampe d'aspersion (c)	1 123	100	53,77	0,35	186	142	0,38
		Rampe d'aspersion (f)		30	16,13	0,11	620	472	1,26
Framboisier	SU	Rampe d'aspersion (c)	1 200	80	45,96	0,30	218	166	0,44
		Rampe d'aspersion (f)		30	17,23	0,11	580	442	1,17
Fraisiers	SU	Rampe d'aspersion (c)	1 200	80	45,96	0,30	218	166	0,44
		Rampe d'aspersion (f)		30	17,23	0,11	580	442	1,17
Rutabaga, navet	SU	Rampe d'aspersion	2 520	60	72,38	0,48	138	105	0,28

^a Préposés au mélange et au chargement : Mélange et chargement en système ouvert, port d'une combinaison résistante aux produits chimiques enfilée par-dessus une seule couche de vêtements avec des gants résistants aux produits chimiques et une protection respiratoire adéquate. Rampe d'aspersion : nécessite une cabine fermée et le port d'une combinaison résistante aux produits chimiques enfilée par-dessus une seule couche de vêtements (sans gants).

Pulvérisation par voie aérienne : Une seule couche de vêtements (un vêtement à manches longues et un pantalon longs), sans gants.

^{b, c} SU = Suspension; M/C = Préposés au mélange et au chargement; A = préposés à l'application; Forme = formulation; rampe d'aspersion (c) = application avec rampe d'aspersion par un spécialiste; rampe d'aspersion (f) = application avec rampe d'aspersion réalisée par l'agriculteur.

^d Dose maximale figurant sur l'étiquette en grammes de matière active par hectare (g m.a./ha).

^e Fondé sur des hypothèses par défaut et les renseignements des intervenants. Voir la section 3.7 pour des précisions.

^f Exposition par voie cutanée exprimée en µg/kg/j = (unité d'exposition × superficie traitée × dose d'application)/70 kg p.c.

^g Exposition par inhalation µg/kg/jour = (unité d'exposition × superficie traitée × dose)/70 kg p.c.; comprend un facteur de protection de 90 % pour les respirateurs portés par les préposés au mélange et au chargement.

^h D'après une DSENO pour l'exposition par voie cutanée de 10 mg/kg p.c./jour et une ME cutanée cible de 100.

ⁱ D'après une DMENO pour l'exposition par voie orale de 0,05 mg/kg p.c./jour et une ME cible par inhalation de 300.

^j Indice du risque global = 1/((1/(ME cutanée/ME cutanée cible)) + (1/(ME par inhalation/ME cible par inhalation))). Les cellules ombragées indiquent que l'IRG < 1,0.

Tableau 2 Estimations de l'exposition, de la marge d'exposition et du délai de sécurité après l'application

Culture	Applications par année		Dose ^c (g m.a./h)	Activité	Coefficient de transfert ^d (cm ² /h)	RFFA ^e (µg/cm ²) au DS	Exposition par voie cutanée ^f (µg/kg p.c./j)	ME ^g	DS ^h (jours)
	Nombre ^a	Intervalle ^b (jours)							
Colza (canola)	1	Sans objet	132	Irrigation, dépistage	1 500	0,21	36,66	273	2
Tournesol	2	7 ^b	132	Dépistage	1 000	0,32	36,13	277	2
Maïs	2	7 ^b	528	Récolte manuelle, écimage manuel	17 000	0,05	104,13	96	32
(de grande culture, d'ensilage, sucré)				Irrigation, dépistage et sarclage manuel	1 000	0,83	94,81	105	6
Moutarde	1	Sans objet	132	Irrigation, dépistage	1 500	0,21	36,66	273	2
Poivron vert	3	7	528	Récolte manuelle, tuteurage, conduite ou palissage	1 000	0,86	98,54	101	7
				Irrigation, dépistage	700	1,18	94,62	106	4
				Éclaircissage, désherbage manuel	500	1,46	83,44	120	2
Pommes de terre	2	7 ^b	528	Irrigation, dépistage	1 500	0,54	93,31	107	10
				Désherbage manuel	300	1,26	43,35	231	2
Betterave à sucre	1	Sans objet	1 123	Irrigation, dépistage	1 500	0,57	97,89	102	13
				Désherbage manuel, éclaircissage	100	1,82	20,80	481	2
Framboisier	1	Sans objet	1 200	Récolte manuelle, taille manuelle, conduite sur tuteur, palissage, éclaircissage	1 500	0,55	94,12	106	14
				Dépistage, sarclage manuel, irrigation	500	1,75	99,98	100	3
Fraisiers	1	Sans objet	1 200	Pincement, émondage, conduite	1 500	0,55	94,12	106	14
				Irrigation, dépistage, sarclage manuel, paillage	400	1,75	79,98	125	3

Navet	1	Sans objet	2 520	Récolte manuelle	2 500	0,36	103,38	97	25
				Irrigation, dépistage, sarclage manuel, éclaircissage	300	2,98	102,04	98	5
Rutabaga	3	20	2 520	Récolte manuelle	2 500	0,36	103,38	97	25
				Irrigation, dépistage, sarclage manuel, éclaircissage	300	2,98	102,04	98	5

^a Le nombre d'applications par année est indiqué sur l'étiquette.

^b On a supposé un intervalle minimum de sept jours entre deux applications dans le cadre de l'évaluation des risques pour les utilisations dont l'intervalle n'est pas précisé.

^c Doses maximales indiquées sur l'étiquette, exprimées en grammes de m.a./hectare.

^d Les coefficients de transferts (C) sont tirés du document du Science Advisory Council for Exposure sur les CT agricoles (révisé le 7 août 2000) ou des modifications qui y ont été apportées (ARLA, 2004a). Les CT de substitution ont été utilisés comme suit : le CT pour le canola a remplacé le CT pour la moutarde, le CT pour le poivron, le CT pour le poivron vert, et le CT pour le navet, le CT pour le rutabaga).

^e Les données sur les résidus foliaires à faible adhérence (RFFA) sont fondées sur celles (consulter la section 3.5) obtenues à x jours après l'application, où x représente le jour où la ME \geq 100 ou le DS proposé.

^f Exposition par voie cutanée = RFFA x CT x 8 h/70 kg.

^g La ME qui en résulte au DS recommandé. D'après la DSENO pour l'exposition cutanée à court et moyen terme de 10 mg/kg/jour et la ME cutanée cible de 100. Les cellules ombragées indiquent les ME calculées qui n'atteignent pas la ME cible de 100.

^h Le jour où l'exposition cutanée donne une ME \geq 100 ou un DS d'au moins 2 jours, conformément aux étiquettes en vigueur. Tous les DS sont établis à la suite de l'application finale.

Annexe V Estimation de l'exposition au carbofuran par voie alimentaire et des risques connexes

Tableau 1 Estimation de l'exposition au carbofuran par voie alimentaire et des risques connexes

Sous-groupe de population	Risques liés à une exposition alimentaire aiguë		Risques liés à une exposition alimentaire chronique	
	Exposition ¹ (mg/kg p.c.) 99,9 ^e percentile	% dose aiguë de référence	Exposition ² (mg/kg p.c./j)	% de dose journalière admissible
Avec homologation en situation d'urgence (rutabaga et navet)				
Ensemble de la population	0,001158	579	0,000027	14
Tous les nourrissons de moins d'un an	0,000695	347	0,000022	11
Enfants de 1 à 2 ans	0,003002	1 501	0,000070	35
Enfants de 3 à 5 ans	0,002409	1 204	0,000060	30
Enfants de 6 à 12 ans	0,001096	548	0,000038	19
Jeunes de 13 à 19 ans	0,000622	311	0,000025	12
Adultes de 20 à 49 ans	0,000974	487	0,000021	11
Adultes de 50 ans et plus	0,001387	694	0,000022	11
Femmes de 13 à 49 ans	0,000861	431	0,000020	10
Sans homologation en situation d'urgence (rutabaga et navet)				
Ensemble de la population	0,000359	180	0,000023	12
Tous les nourrissons de moins d'un an	0,000269	134	0,000022	11
Enfants de 1 à 2 ans	0,000721	360	0,000064	32
Enfants de 3 à 5 ans	0,000631	316	0,000056	28
Enfants de 6 à 12 ans	0,000423	211	0,000037	18
Jeunes de 13 à 19 ans	0,000291	146	0,000024	12
Adultes de 20 à 49 ans	0,000260	130	0,000019	9
Adultes de 50 ans et plus	0,000215	108	0,000015	8
Femmes de 13 à 49 ans	0,000250	125	0,000018	9

¹ Dose aiguë de référence de 0,0002 mg/kg p.c. pour toutes les populations

² Dose journalière admissible de 0,0002 mg/kg p.c./jour pour toutes les populations

Annexe VI Sommaire de la chimie des résidus dans les aliments

Pour son analyse de la chimie des résidus dans les aliments, l'ARLA s'est appuyée sur les rapports des Réunions conjointes FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR) et de l'EPA suivants :

- Réunions conjointes FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR). Pesticide residues in food – 1997.
- Réunions conjointes FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR). Pesticide residues in food – 2002.
- Réunions conjointes FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR). Fiche d'information sur les pesticides, n° 56.
- EPA Revised carbofuran Acute Probabilistic and Chronic Dietary Exposure Assessments for the Reregistration Eligibility Decision. 2005.

On comprend suffisamment la nature des résidus de carbofuran dans les denrées d'origine animale et végétale à partir des études présentées sur la métabolisation chez le rat, la poule pondeuse et la chèvre en lactation, ainsi que dans la pomme de terre, le soja et le maïs (maïs de grande culture). Les effets des résidus du carbofuran sont la somme des effets du carbofuran et du 3-hydroxycarbofuran, exprimée en carbofuran.

La chromatographie liquide à haute performance (HPLC), méthode couramment utilisée pour la surveillance et les essais contrôlés, nécessite une extraction par solvant de l'échantillon homogénéisé, une purification au moyen d'une colonne d'extraction en phase solide et un dosage à l'aide d'une colonne à phase inversée. Un système de réactions post-colonne convertit les méthylcarbamates élués en un indole, lequel est mesuré par fluorimétrie. La limite de quantification (LQ) de la méthode a été établie à 0,05 mg/kg pour le carbofuran et le 3-hydroxycarbofuran. La LQ dans le lait est de 0,025 mg/kg. Dans une variante de la méthode, l'échantillon homogénéisé est d'abord hydrolysé avec 0,25 N de HCl, ce qui libère tous les conjugués le cas échéant.

Il existe plusieurs méthodes de chromatographie en phase gazeuse et liquide (CPGL) pour le dosage des métabolites de type carbamate. Un échantillon extrait par macération est chauffé à reflux avec 0,25 N de HCl, séparé par traitement avec du chlorure de méthylène et purifié sur une colonne de Florisil. Une colonne capillaire de méthyl-silicone couplée à un détecteur azote-phosphore ou à un spectromètre de masse sont utilisés. Il est possible de modifier la méthode en incorporant un groupement éthyle au 3-hydroxycarbofuran. Les limites du dosage de 0,05 à 0,10 mg/kg ont été démontrées.

Une méthode permettant l'analyse de plusieurs résidus à la fois est présentée dans le *Pesticide Analytical Manual* (PAM) de la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis pour le dosage des résidus de carbofuran totaux dans les aliments, aux fins de la réglementation. La base de données 10/00 FDA PESTDATA (annexe II, volume I, du PAM) indique que le carbofuran et le 3-hydroxycarbofuran peuvent être complètement récupérés (> 80 %) à l'aide des protocoles figurant dans les sections 302 (Luke Method; protocole D) et 401, respectivement.

La méthode utilisée aux fins de surveillance (PMR-0010-V1.3) pour l'analyse de plusieurs résidus par l'Agence canadienne d'inspection des aliments définit la LQ du carbofuran et du 3-hydroxycarbofuran dans les fruits et les légumes. À la concentration de dopage de 0,010 ppm dans les pommes, la récupération du carbofuran est de 94 % (avec une LD de 0,0021 ppm et une LQ de 0,0072 ppm). Pour ce qui est du 3-hydroxycarbofuran, la récupération est de 89 % (avec une LD de 0,0106 ppm et une LQ de 0,0352 ppm).

Études sur la transformation examinées par l'EPA

Une étude portant sur les produits transformés de canne à sucre (MRID 43907801 de l'EPA, 1992) a indiqué que les résidus de carbofuran totaux ne se concentrent pas, mais se retrouvent en moins grande quantité dans le sucre ou la mélasse issus de la canne à sucre renfermant des quantités détectables de résidus de carbofuran ou de son métabolite 3-hydroxy. Un facteur de transformation de 0,2 X pour le sucre et la mélasse a été utilisé dans les analyses avec DEEM-FCID^{MD}. En outre, les données sur la transformation du café de l'EPA (D233094, 1997) indiquent que chaque résidu des métabolites préoccupants du carbofuran ne se concentre pas (mais s'y retrouve en quantité réduite) dans les grains de café torréfiés et moulus et le café instantané issus de la transformation de fèves de café vertes. Par conséquent, un facteur de transformation de 0,1 X a été appliqué pour le café dans l'analyse DEEM-FCID^{MD}.

Selon l'EPA, il est peu probable que le carbofuran ou ses métabolites se concentreront dans l'huile raffinée, puisqu'il n'y a pas eu de concentration dans l'huile extraite d'un autre oléagineux, quel qu'il soit, y compris le maïs en grains (D195075 de l'EPA, 1993). La demi-vie du carbofuran est de 10 minutes à pH 9,9 et à 45 °C. Durant la transformation des huiles brutes en huiles raffinées, le produit est soumis à un traitement à l'hydroxyde de sodium et à une température de 67 °C (étude FMC A97-4766 de l'EPA, 1997). Les carbamates (le carbofuran et son métabolite) sont hydrolysés en phénols au cours de l'affinage de l'huile.

Examen des données d'essais sur le terrain par l'EPA

Fèves de café : Pour les analyses des résidus dans les expositions alimentaires chroniques et aiguës, la quantité prévue de résidus a été calculée d'après les données d'essais sur le terrain (MRID 44186801 – 44186803 de l'EPA) dans lesquels les résidus détectables ont été trouvés dans 14 des 18 échantillons. La quantité de résidus prévue (0,0016 ppm) a été établie à partir de la quantité moyenne de résidus des essais sur le terrain (avec l'application de ½ des LD combinés du composé d'origine et de son métabolite (0,01) pour les échantillons renfermant des résidus non détectables), ajustée selon le pourcentage de la culture traitée.

Canne à sucre : Pour les analyses des résidus dans les expositions alimentaires chroniques et aiguës, la quantité prévue de résidus a été calculée d'après les données d'essais sur le terrain (MRID 43907601 de l'EPA) dans lesquels les résidus détectables ont été trouvés dans 2 des 21 échantillons. La quantité de résidus prévue avec l'exposition aiguë (0,0013 ppm) a été calculée à partir de la quantité moyenne de résidus des essais sur le terrain (avec l'application de ½ des LD combinés du composé d'origine et de son métabolite pour les échantillons renfermant des résidus non détectables), ajustée selon le pourcentage maximal de la culture traitée. La quantité de résidus prévue avec l'exposition chronique (0,00026 ppm) a été calculée à partir de la quantité moyenne de résidus des essais sur le terrain (avec l'application de ½ des LD combinés

du composé d'origine et de son métabolite, pour les échantillons renfermant des résidus non détectables), ajustée selon le pourcentage moyen de la culture traitée.

Tournesol : Pour les analyses des résidus dans les expositions alimentaires chroniques et aiguës, la quantité prévue de résidus a été calculée d'après les données d'essais sur le terrain (PP n° 2F2683 de l'EPA). La quantité de résidus prévue avec l'exposition aiguë (0,0038 ppm) a été calculée à partir de la quantité moyenne de résidus des essais sur le terrain, ajustée selon le pourcentage maximal de la culture traitée. La quantité de résidus prévue avec l'exposition chronique (0,0015 ppm) a été calculée à partir de la quantité moyenne de résidus des essais sur le terrain, ajustée selon le pourcentage moyen de la culture traitée.

Examen des études sur l'alimentation des ruminants par l'EPA

D'après les données disponibles sur l'alimentation des vaches laitières, l'EPA (*Federal Register*, vol. 69, n° 28, 2004) a déterminé qu'il ne devrait y avoir aucune quantité détectable de carbofuran et de ses métabolites dans les graisses, la viande et produits carnés de bœuf, de chèvre, de porc, de cheval et de mouton. Ces tolérances ne sont plus nécessaires en vertu du règlement [40 CFR 180.6(a)(3)].

Annexe VII Renseignements supplémentaires sur la conjoncture internationale relativement aux limites maximales de résidus et sur les incidences commerciales de ces limites

La LMR est la concentration maximale de pesticide qui pourrait demeurer dans ou sur un aliment consommé lorsqu'un producteur a utilisé un pesticide homologué conformément au mode d'emploi de son étiquette. Les LMR s'appliquent aux résidus sur les aliments tant produits qu'importés au Canada. Les LMR sont présentement fixées en vertu du *Règlement sur les aliments et drogues* (RAD) de la *Loi sur les aliments et drogues*, uniquement si l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada a jugé que la consommation de résidus de pesticides sur un aliment donné ne présente pas de risque inacceptable pour la santé. La quantité de résidus présents dans les aliments consommés est habituellement inférieure à la LMR.

Le terme « tolérance » est utilisé aux États-Unis pour décrire les limites de résidus de pesticides que le Canada désigne sous le nom de limite maximale de résidus. Santé Canada travaille en étroite collaboration avec la United States Environmental Protection Agency (EPA) depuis plusieurs années. Les deux organismes ont adopté des politiques et des normes semblables qui encadrent l'établissement des tolérances et des LMR.

Les LMR actuelles au Canada, pour les résidus de carbofuran, sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les résidus définis sont le composé d'origine et son métabolite, le 3-hydroxycarbofuran. Dans ce cycle de réévaluation, l'ARLA n'a pas évalué les fondements des LMR actuelles pour le carbofuran. Cependant, afin de protéger l'approvisionnement alimentaire national et atténuer les risques alimentaires préoccupants, il a été suggéré de modifier ou d'abroger toutes les LMR pour le carbofuran. Malgré la LMR générale de 0,1 ppm, cette modification ou abrogation de ces LMR vise à empêcher que des résidus de carbofuran se retrouvent dans ou sur les aliments. Comme il est mentionné plus haut, le paragraphe B.15.002(1) pourrait être modifié dans le futur.

L'EPA a établi des tolérances pour le carbofuran dans les denrées pour lesquelles son usage est homologué. Les résidus définis sont le composé d'origine et ses métabolites de type carbamate, notamment le 3-hydroxycarbofuran. Cependant, l'EPA propose l'abrogation des tolérances pour le carbofuran (40 CFR, Part 180, 07/31/2008).

La limite maximale de résidus de pesticides du Codex (LMR du Codex) représente la concentration maximale de résidus d'un pesticide (exprimée en mg/kg) recommandée par la Commission du Codex Alimentarius, permise dans et sur les aliments destinés à la consommation humaine et animale. La Commission du Codex Alimentarius a été établie en 1961 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Les normes du Codex servent de référence pour les aliments visés par le commerce international.

Le Codex a établi des LMR pour le carbofuran. Les résidus définis sont le composé d'origine et un métabolite, le 3-hydroxycarbofuran. Cependant, la plupart de ces LMR ont été déterminées à la limite de quantification (LQ) de la méthode d'analyse, ou au-dessus de cette limite.

Les LMR peuvent varier d'un pays à un autre pour un certain nombre de raisons, notamment les différences entre les profils d'emploi des pesticides et entre les emplacements où les essais sur le terrain utilisés pour générer les données sur les résidus chimiques se sont déroulés.

Tableau 1 LMR au Canada, tolérance aux États-Unis et LMR du Codex concernant le carbofuran.

PAB ou denrées transformées	LMR au Canada (ppm)	Tolérance aux É.-U. (ppm)	LMR du Codex (ppm)
Artichauts	0,1 ^a	0,4 (0,2)	-
Banane	0,1 ^a	0,1	0,1 ^b
Grains d'orge	0,1 ^a	0,2 (0,1)	-
<i>Betterave à sucre</i>	0,1 ^a	0,1	0,2
Betterave à sucre – feuillage	0,1 ^a	2 (1)	-
Canne à sucre	0,1 ^a	0,1	0,1 ^b
<i>Canola (colza)</i>	0,1 ^a	1 (0,2)	0,05 ^b
Carottes	0,5	-	-
Agrumes, pulpe déshydratée	0,1 ^a	-	2 (selon l'utilisation du carbosulfane)
Café, fève	0,1 ^a	0,1	1
<i>Maïs, frais (dont le maïs sucré)</i>	0,1 ^a	1 (0,2)	0,05 ^b
Maïs, grain (dont le maïs à éclater)	0,1 ^a	0,2 (0,1)	-
Coton, graine	0,1 ^a	-	0,1
Coton, graines non délintées	0,1 ^a	1 (0,2)	-
Canneberge	0,1 ^a	0,5 (0,3)	-
Concombre	0,1 ^a	0,4 (0,2)	-
Raisin	0,1 ^a	0,4 (0,2)	-
Raisin sec	0,1 ^a	2 (1)	-
Melon	0,1 ^a	0,4 (0,2)	-
Lait	0,1 ^a	0,1 (0,02)	0,05 ^b
<i>Moutarde</i>	0,1 ^a	-	-
Avoine, grain	0,1 ^a	0,2 (0,1)	-
Oignon	0,3	-	-
Banane plantain	0,1 ^a	-	-
<i>Poivron vert</i>	0,5	1 (0,2)	-
<i>Pommes de terre</i>	0,5	2 (1)	0,1 ^b
Citrouille	0,1 ^a	0,8 (0,6)	-
<i>Framboises, cultivées au champ</i>	0,1 ^a	-	-
Riz, grain	0,1 ^a	0,2	-
Riz, décortiqué	0,1 ^a	-	0,1
<i>Rutabaga</i>	0,5	-	-
Sorgho	0,1 ^a	0,1	0,1 ^b
Soja	0,1 ^a	1 (0,2)	-
Courge	0,1 ^a	0,8 (0,6)	-
<i>Fraises</i>	0,4	0,5 (0,2)	-
<i>Tournesol, graine</i>	0,1 ^a	1 (0,5)	0,1 ^b
<i>Navet</i>	0,5	-	-
Blé, grain	0,1 ^a	0,2 (0,1)	-

a La LMR du Canada est de 0,1 ppm par défaut, conformément au paragraphe B.15.002(1) du Règlement sur les aliments et drogues.

b À la LQ ou autour.

Les denrées en caractères gras et en italique figurent parmi les utilisations homologuées sur l'étiquette canadienne.

Les valeurs entre parenthèses représentent les limites de résidus de carbamate à ne pas dépasser.

Annexe VIII Données de surveillance

Données de surveillance de l'Agence canadienne d'inspection des aliments

Le Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments surveille les résidus de pesticides dans les aliments nationaux et importés. Les données sont compilées, évaluées et résumées dans des rapports annuels. Ces renseignements servent également à établir les priorités du programme de surveillance en cours. Les données permettent d'évaluer les changements progressifs du taux de conformité, de l'efficacité des mesures de contrôle en place et d'estimer l'exposition des consommateurs à des contaminants potentiellement dangereux. Sur une base quotidienne, les résultats publiés sont comparés aux normes canadiennes (les LMR). Si une irrégularité est constatée, l'Agence canadienne d'inspection des aliments adopte des mesures jugées appropriées pour éliminer les risques, mesures qui peuvent aller jusqu'au rappel des produits.

L'Agence canadienne d'inspection des aliments a surveillé les résidus de carbofuran et de 3-hydroxycarbofuran dans les aliments de 2000 à 2004. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 Résumé du Programme national de surveillance des résidus chimiques de l'Agence canadienne d'inspection des aliments de 2000 à 2004 dans les denrées produites au Canada et les denrées importées

Denrée	Source des données	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons renfermant des résidus décelés	Étendue des concentrations décelées (ppm)
Artichaut	Importation	178	0	Sans objet
Banane	Importation	1 168	0	Sans objet
Betterave à sucre	Canada	81	0	Sans objet
	Importation	211	0	Sans objet
Mûre	Importation	153	1	0,05
Brocoli	Canada	118	2	0,014 à 0,033
	Importation	802	1	0,132
Carottes	Canada	417	1	0,19
	Importation	965	0	Sans objet
Maïs (sucré).	Canada	119	0	Sans objet
	Importation	351	0	Sans objet
Canneberge	Importation	82	0	Sans objet
Concombre	Importation	1 021	0	Sans objet
Vignes	Importation	2 178	0	Sans objet
Melon	Importation	1 385	1	0,04
Kiwi	Importation	998	1	0,51
Laitue	Importation	1 176	1	0,046
Oignon	Importation	382	0	Sans objet
Orange	Importation	2 847	2	0,03 à 0,09
Panais	Canada	152	1	0,1
Piments et poivrons	Importation	1 397	1	0,52
Pommes de terre	Canada	719	0	Sans objet
	Importation	812	0	Sans objet
Radis	Canada	92	1	0,862
	Importation	256	0	Sans objet
Framboises	Importation	298	0	Sans objet
Courge	Importation	576	0	Sans objet
Fraises	Canada	133	0	Sans objet
	Importation	433	0	Sans objet
Tomate	Canada	369	1	0,21
	Importation	1 851	1	0,01

Annexe IX Devenir environnemental et toxicité

Tableau 1 Devenir du carbofuran dans l'environnement

Type d'étude	Substance à l'essai	Conditions	Critère d'effet toxicologique ou valeur	Commentaires	Principaux produits de transformation	Référence
Transformation abiotique						
Hydrolyse	¹⁴ C-carbofuran	30 j	Demi-vie pH 6,2 > 292 j pH 7,5 9 j pH 8 3 j pH 9 15 h	Stable à pH acide Hydrolyse rapide à pH alcalin	Carbofuranphénol	RED (EPA, 2005)
Phototransformation dans les sols	¹⁴ C-carbofuran	30 j sous le soleil, en Californie	Demi-vie 78 j	Ce n'est pas une voie importante de transformation.		RED (EPA, 2005)
Phototransformation dans l'eau	¹⁴ C-carbofuran	En solution tamponnée à pH 7, à 25 °C	Demi-vie 6 j	Importante voie de transformation		RED (EPA, 2005)
Biotransformation						
Sols aérobie En	¹⁴ C-carbofuran	Loam sableux	Demi-vie pH 5,7 321 j pH 7,7 149 j	Persistant ¹ Modérément persistant ¹ Série d'hydrolyses et de biotransformations	3-cétocarbofuran	RED (EPA, 2005)
Sols anaérobie En	Aucune donnée					RED (EPA, 2005)
Eau/sédiments (en aérobie)	¹⁴ C-carbofuran	Loam sableux pH 4,9 – 5,2 Loam sableux Augmentation du pH de 5,0 à 8,2	A diminué à 48 % de la dose appliquée, après 30 j A diminué à 32 % de la dose appliquée, après 30 j	Voie de transformation importante L'hydrolyse a contribué à la transformation	carbofuranphénol	RED (EPA, 2005)
Eau/sédiments (en anaérobie)	¹⁴ C-carbofuran	Augmentation du pH de 5,8 à 7,3 après 1 an. Sédiments-eau (lac) pH 7,9	Demi-vie 189 j Demi-vie 5 j	L'hydrolyse a contribué à la transformation	carbofuranphénol	RED (EPA, 2005)

Type d'étude	Substance à l'essai	Conditions	Critère d'effet toxicologique ou valeur	Commentaires	Principaux produits de transformation	Référence
Mobilité						
Adsorption/désorption	Carbofuran		Kco sable 63 loam sableux 62 argile limoneuse 52 loam limono-argileux 36 loam limoneux 40 loam limono-argileux 30 terre noire 52 sable fin 10 loam sableux 31 loam limoneux 13 loam sableux 29 argile 36 tourbe 38	Grande à très grande mobilité ²		RED (EPA, 2005)
Lessivage dans des colonnes de sol	¹⁴ C-carbofuran	Sols vieillis, pH 5,7 – 7,6, 7 – 39 % d'argile	33 – 78 % de radioactivité récupérée dans le lixiviat, le carbofuran est le principal résidu	Potentiel de lessivage élevé		RED (EPA, 2005)
Volatilité	Aucune donnée			Non volatil		RED (EPA, 2005)
Études sur le terrain						
Dissipation au champ	Suspension concentrée Formulation non précisée	Champ de tomates irrigué, loam sableux, pH 8,2 Champ au Kansas; caractéristiques du sol non précisées	Demi-vie 4 à 11 j Demi-vie > 117 j	Renseignements lacunaires concernant la caractérisation du sol; aucun prélèvement en profondeur, etc.	Aucune donnée	RED (EPA, 2005)

¹ Selon la classification de Goring *et al.* (1975)

² Selon la classification de McCall *et al.* (1981)

McCall, J.P., D.A. Laskowski, R.L. Swann et J.J. Dishburger (1981). « Measurement of sorption coefficients of organic chemicals and their use in environmental fate analysis », dans *Test protocols for environmental fate and movement of toxicants*, compte rendu de symposium, 94^e congrès annuel de l'Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 21 et 22 octobre 1980, p. 89 – 109.

Goring, C.A.I., D.A. Laskowski, J.H. Hamaker et R.W. Meikle (1975). « Principles of pesticide degradation in soil », dans *Environmental dynamics of pesticides*, sous la direction de R. Haque et V.H. Freed, Plenum Press, New York, p. 135 à 172.

Tableau 2 Écotoxicité du carbofuran

Organisme	Type d'étude	Espèce	Substance à l'essai	Effets de seuil	Valeur	Référence
Espèces terrestres						
Invertébrés	Aiguë – par contact	Abeille domestique (<i>Apis mellifera</i>)	Carbofuran technique	DL ₅₀ 48 h	0,16 µg m.a./abeille	RED (EPA, 2005)
	Aiguë – par contact	Lombric (<i>Allolobophora caliginosa</i>)	Carbofuran technique	CL ₅₀ 14 j	0,28 mg m.a./kg sol	RED (EPA, 2005)
		Lombric (<i>Eisenia foetida</i>)	Carbofuran technique		3,09 à 28,3 mg m.a./kg sol	RED (EPA, 2005)
		Lombric (<i>Lumbricus terrestris</i>)	Carbofuran technique		4,7 mg m.a./kg sol	
Oiseaux	Aiguë – par voie orale	Dendrocygne fauve (<i>Dendrocygna bicolor</i>)	Carbofuran technique	DL ₅₀	0,24 mg m.a./kg p.c.	<i>Examen spécial de l'insecticide carbofuran d'Agriculture Canada (1993)</i>
		Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)			0,37 à 0,63 mg m.a./kg p.c.	
		Carouge à épaulettes (<i>Agelaius phoeniceus</i>)			0,42 mg m.a./kg p.c.	
		Travailleur à bec rouge (<i>Quelea quelea</i>)			0,422 à 0,562 mg m.a./kg p.c.	
		Crécerelle d'Amérique (<i>Falco sparverius</i>)			0,6 mg m.a./kg p.c.	
		Roselin familial (<i>Carpodacus mexicanus</i>)			0,75 mg m.a./kg p.c.	
		Moineau domestique (<i>Passer domesticus</i>)			1,33 mg m.a./kg p.c.	
		Pigeon biset (<i>Columba livia</i>)			1,33 mg m.a./kg p.c.	
		Vacher à tête brune (<i>Molothrus ater</i>)			1,33 mg m.a./kg p.c.	

Organisme	Type d'étude	Espèce	Substance à l'essai	Effets de seuil	Valeur	Référence
		Quiscale bronzé (<i>Quiscalus quiscula</i>)			1,33 à 3,16 mg m.a./kg p.c.	
		Caille des blés (<i>Coturnix coturnix</i>)			1,7- 1,9 mg m.a./kg p.c.	
		Petit-duc maculé (<i>Otus asio</i>)			1,9 mg m.a./kg p.c.	
		Faisan de Colchide (<i>Phasianus colchicus</i>)			4,2 mg m.a./kg p.c.	
		Colin de Virginie (<i>Colinus virginianus</i>)			5,0 à 12 mg m.a./kg p.c.	
		Étourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)			5,6 mg m.a./kg p.c.	
	Alimentaire	Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)		CL ₅₀	79 mg m.a./kg de nourriture	RED (EPA, 2005)
	Chronique	Canard colvert (<i>Anas platyrhynchos</i>)		DMENO	< 2,0 mg m.a./kg de nourriture	RED (EPA, 2005)
Mammifères	Aiguë – par voie orale	Rat (<i>Rattus norvegicus</i>)	Carbofuran technique	DL ₅₀	6,0 mg m.a./kg p.c.	HED Review
	Toxicité chronique (reproduction)	Rat (<i>Rattus norvegicus</i>)	Carbofuran technique	CSENO	1,2 mg m.a./kg p.c./jour	HED Review
Organismes d'eau douce						
Invertébrés	Aiguë	Daphnie (<i>Daphnia magna</i>)	Carbofuran technique	CL ₅₀ 48 h	29 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
		Cladocère (<i>Ceriodaphnia dubia</i>)			2,6 µg m.a./L	

Organisme	Type d'étude	Espèce	Substance à l'essai	Effets de seuil	Valeur	Référence
	Chronique	Écrevisse rouge des marais (<i>Procambarus clarkii</i>)			2 700 µg m.a./L	
		Daphnie (<i>Daphnia magna</i>)		CSEO 21 j	9,8 µg m.a./L	
		Cladocère (<i>Ceriodaphnia dubia</i>)		CSEO 7 j	1,3 µg m.a./L	
	Benthiques	Moucheron (<i>Chironomus tentans</i>)		CL ₅₀ 10 j	20,9 µg m.a./L	
Poissons	Aiguë	Crapet arlequin (<i>Lepomis macrochirus</i>)	Carbofuran technique	CL ₅₀ 96 h	88 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
		Perchaude (<i>Perca flavescens</i>)			120 µg m.a./L	
		Touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>)			164 µg m.a./L	
		Barbue de rivière (<i>Ictalurus punctatus</i>)			248 µg m.a./L	
		Truite de mer (<i>Salmo trutta</i>)			280 µg m.a./L	
		Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)			362 µg m.a./L	
		Saumon coho (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)			530 µg m.a./L	
		Vairon à grosse tête (<i>Pimephales promelas</i>)			872 µg m.a./L	
	Chronique (premiers stades de vie)	Truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)		CSEO 101 j	24,8 µg m.a./L	
Algues	Chronique	Algue verte (<i>Chlorella pyrenoidosa</i>)	75 % m.a.	CSEO 8 - 10 semaines	750 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
Plantes vasculaires	Aiguë	Lenticule (<i>Lemna minor</i>)	40,6 % m.a.	CSEO 48 h	> 10 000 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)

Organisme	Type d'étude	Espèce	Substance à l'essai	Effets de seuil	Valeur	Référence
		Potamot pectiné (<i>Potamogeton pectinatus</i>)				
Amphibiens	Aiguë	Grenouille (<i>Rana limnocharis</i>)	Formulation	CL ₅₀ 48 h	11 226 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
Organismes marins/estuariens						
Invertébrés	Aiguë	Huître (<i>Crassostrea virginica</i>)	Carbofuran technique	CL ₅₀ 96 h	> 1 000 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
		Crevette nordique (<i>Penaeus duorarum</i>)			7,3 µg m.a./L	
		Crevette (<i>Neomysis mercedis</i>)			2,7 µg m.a./L	
		Copépode (<i>Tigriopus brevicornis</i>)			17,7 µg m.a./L	
	Chronique	Mysidacé (<i>Mysidopsis bahia</i>)		CSEO 28 j	0,4 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
Poissons	Aiguë	Capucette (<i>Menidia menidia</i>) juvéniles		CL ₅₀ 96 h	33 µg m.a./L	RED (EPA, 2005)
		Fondule à long nez (<i>Fundulus similis</i>)			> 100 µg m.a./L	
		Méné tête-de-mouton (<i>Cyprinodon variegatus</i>)			386 µg m.a./L	
	Chronique	Méné tête-de-mouton (<i>Cyprinodon variegatus</i>)		CSEO 35 j	2,6 µg m.a./L	

Les valeurs en caractères gras ont été utilisées dans l'évaluation des risques.

Tableau 3 Évaluation préliminaire des risques pour les organismes terrestres autres que les oiseaux et les mammifères

Organisme	Exposition	Critère d'effet	Dose d'application	CPE ¹	QR ³	Dépassement du NP ⁴
Invertébrés						
Lombric	Aiguë, voie orale	CL ₅₀ ÷ 2 : 0,14 mg m.a./kg sol	72 g m.a./ha	0,03 mg m.a./kg sol	0,2	Non
			132 g m.a./ha	0,06 mg m.a./kg sol	0,4	Non
			528 g m.a./ha	0,23 mg m.a./kg sol	1,6	Oui
			1 132 g m.a./ha	0,5 mg m.a./kg sol	3,6	Oui
			2 500 g m.a./ha	1,1 mg m.a./kg sol	7,9	Oui
Abeille	Aiguë, voie cutanée	DL ₅₀ 0,16 µg m.a./abeille (0,18 kg m.a./ha ²)	72 g m.a./ha	72 g m.a./ha	0,4	Non
			132 g m.a./ha	132 g m.a./ha	0,7	Non
			528 g m.a./ha	528 g m.a./ha	2,9	Oui
			1 132 g m.a./ha	1 132 g m.a./ha	6,3	Oui
			2 500 g m.a./ha	2 500 g m.a./ha	13,9	Oui

¹ Concentration prévue dans l'environnement (sol : calculé à partir d'une densité de sol de 1,5 g/cm³, à une profondeur du sol de 15 cm et, dans la dose indiquée sur l'étiquette, la dissipation entre les applications est prise en compte; abeille : individuelle dose maximale d'application; guêpe parasitoïde et plantes vasculaires : maximum dose d'application maximale, la dissipation entre deux applications n'est pas prise en compte).

² La toxicité exprimée en µg/abeille a été convertie en l'équivalent en kg m.a./ha à l'aide du facteur de conversion de 1,12 (Atkins et al., 1981)

³ Quotient de risque (QR) = Exposition/toxicité

⁴ Niveau préoccupant (NP) = QR = 1; il y a dépassement du NP lorsque le QR calculé ≥ 1.

Atkins EL, Kellum D., et KW Atkins (1981). Reducing pesticide hazards to honey bees: mortality prediction techniques and integrated management techniques, Univ Calif, Div Agric Sci, feuillet 2883. 22 p.

Tableau 4 Exposition alimentaire journalière estimée pour les petits mammifères sauvages s'alimentant sur les lieux traités au carbofuran

Poids du mammifère (kg)	TIA (kg p.s. de nourriture/jour)	Guilde alimentaire	Exposition alimentaire journalière estimée (mg m.a./kg p.c./jour)						
			72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	2 500 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	0,0022	insectivore	2,1	3,8	15,3	32,8	72,5	4	15,9
		granivore	0,4	0,7	2,6	5,6	12,4	0,7	2,7
		frugivore	1,1	2	7,9	17	37,4	2,1	8,2
0,035	0,0045	insectivore	1,8	3,4	13,5	28,9	63,7	3,5	14
		granivore	0,3	0,6	2,3	4,9	10,9	0,6	2,4
		frugivore	0,9	1,7	6,9	14,9	32,8	1,8	7,2
		herbivore	6,6	12	48,1	103,1	227,7	12,5	50
1	0,0687	insectivore	0,2	0,3	1,2	2,6	5,8	0,3	1,3
		granivore	0,2	0,3	1,2	2,6	5,8	0,3	1,3
		frugivore	0,5	0,9	3,7	8	17,6	1	3,9
		herbivore	3,5	6,4	25,7	55,2	121,8	6,7	26,7

Tableau 5 Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur des lieux traités au carbofuran

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications						
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	2 500 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	3,5	6,3	25,5	54,7	120,8	6,7	26,5
	granivore	0,7	1,2	4,3	9,3	20,7	1,2	4,5
	frugivore	1,8	3,3	13,2	28,3	62,3	3,5	13,7
0,035	insectivore	3	5,7	22,5	48,2	106,2	5,8	23,3
	granivore	0,5	1	3,8	8,2	18,2	1	4
	frugivore	1,5	2,8	11,5	24,8	54,7	3	12
	herbivore	11	20	80,2	171,8	379,5	20,8	83,3
1	insectivore	0,3	0,5	2	4,3	9,7	0,5	2,2
	granivore	0,3	0,5	2	4,3	9,7	0,5	2,2
	frugivore	0,8	1,5	6,2	13,3	29,3	1,7	6,5
	herbivore	5,8	10,7	42,8	92	203	11,2	44,5

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 6 Risques associés à l'exposition chronique pour les petits mammifères sauvages se nourrissant sur des lieux traités au carbofuran

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications						
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	2 500 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	1,8	3,2	12,8	27,3	60,4	3,3	13,3
	granivore	0,3	0,6	2,2	4,7	10,3	0,6	2,3
	frugivore	0,9	1,7	6,6	14,2	31,2	1,8	6,8
0,035	insectivore	1,5	2,8	11,3	24,1	53,1	2,9	11,7
	granivore	0,3	0,5	1,9	4,1	9,1	0,5	2
	frugivore	0,8	1,4	5,8	12,4	27,3	1,5	6
	herbivore	5,5	10	40,1	85,9	189,8	10,4	41,7
1	insectivore	0,2	0,3	1	2,2	4,8	0,3	1,1
	granivore	0,2	0,3	1	2,2	4,8	0,3	1,1
	frugivore	0,4	0,8	3,1	6,7	14,7	0,8	3,3
	herbivore	2,9	5,3	21,4	46	102	5,6	22,3

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 7 Évaluation préliminaire des risques associés à l'exposition au carbofuran des organismes aquatiques

Organisme	Exposition	Critère d'effet toxicologique ¹ (µg m.a./L)	Dose d'application (g m.a./ha)	EEC ² (µg m.a./L)	QR	NP dépassé
Espèces d'eau douce						
Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 2 (1,3 µg m.a./L)	72	9	7	Oui
			132	16,5	13	Oui
			528	66	51	Oui
			1 132	142	109	Oui
			2 500	313	241	Oui
Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Chronique	CSEO = 1,3	72	9	7	Oui
			132	16,5	13	Oui
			528	66	51	Oui
			1 132	142	109	Oui
			2 500	313	241	Oui
Moucheron <i>Chironomus tentans.</i>	Benthiques	CL ₅₀ ÷ 2 (10,5 µg m.a./L)	72	9	0,9	Non
			132	16,5	1,6	Oui
			528	66	6,3	Oui
			1 132	142	13,5	Oui
			2 500	313	29,8	Oui

Organisme	Exposition	Critère d'effet toxicologique ¹ (µg m.a./L)	Dose d'application (g m.a./ha)	EEC ² (µg m.a./L)	QR	NP dépassé
Crapet arlequin <i>Lepomis macrochirus</i>	Aiguë	1/10 ^e CL ₅₀ (8,8 µg m.a./L)	72	9	1	Oui
			132	16,5	1,9	Oui
			528	66	8	Oui
			1 132	142	16	Oui
			2 500	313	35,6	Oui
Truite arc-en-ciel <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chronique	CSEO = 24,8	72	9	0,4	Non
			132	16,5	0,7	Non
			528	66	2,7	Oui
			1 132	142	5,7	Oui
			2 500	313	12,6	Oui
Algue verte <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Chronique	CSEO = 750	72	9	0,01	Non
			132	16,5	0,02	Non
			528	66	0,09	Non
			1 132	142	0,19	Non
			2 500	313	0,42	Non

Organisme	Exposition	Critère d'effet toxicologique ¹ (µg m.a./L)	Dose d'application (g m.a./ha)	EEC ² (µg m.a./L)	QR	NP dépassé
Lenticule <i>Lemna minor</i> Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Aiguë	CSEO > 10 000	72	9	0,0009	Non
			132	16,5	0,002	Non
			528	66	0,007	Non
			1 132	142	0,014	Non
			2 500	313	0,031	Non
Grenouille <i>Rana limnocharis</i>	Aiguë	1/10° CL ₅₀ (1 122,6 µg m.a./L)	72	48	0,04	Non
			132	88	0,07	Non
			528	352	0,3	Non
			1 132	55	0,7	Non
			2 500	1 667	1,5	Oui
Espèces estuariennes/marines						
Crevette <i>Neomysis mercedis</i>	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 2 (1,4 µg m.a./L)	72	9	6,4	Oui
			132	16,5	11,8	Oui
			528	66	47,1	Oui
			1 132	142	101,4	Oui
			2 500	313	223,6	Oui

Organisme	Exposition	Critère d'effet toxicologique ¹ (µg m.a./L)	Dose d'application (g m.a./ha)	EEC ² (µg m.a./L)	QR	NP dépassé
Mysidacé <i>Mysidopsis bahia</i>	Chronique	CSEO = 0,4	72	9	22,5	Oui
			132	16,5	41,3	Oui
			528	66	165	Oui
			1 132	142	355	Oui
			2 500	313	782,5	Oui
Capucette <i>Menidia menidia</i> .	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 10 (3,3 µg m.a./L)	72	9	2,7	Oui
			132	16,5	5	Oui
			528	66	20	Oui
			1 132	142	43,0	Oui
			2 500	313	94,8	Oui
Méné tête-de-mouton <i>Cyprinodon variegatus</i>	Chronique	CSEO = 2,6	72	9	3,5	Oui
			132	16,5	6,3	Oui
			528	66	25,4	Oui
			1 132	142	54,6	Oui
			2 500	313	120,4	Oui

¹ On a divisé la valeur du critère d'effet toxicologique par un facteur d'incertitude (FI) pour prendre en compte les buts variables en matière de protection (c'est-à-dire protection à l'échelle de la collectivité, de la population ou de la personne).

² Valeurs établies pour un plan d'eau de 15 cm de profondeur pour les amphibiens et de 80 cm de profondeur pour tous les autres organismes aquatiques.

Tableau 8 Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %), à distance du site traité, après applications par rampe d'aspersion

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications						
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	2 500 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	0,4	0,7	2,8	6	13,3	0,7	2,9
	granivore	0,1	0,1	0,5	1	2,3	0,1	0,5
	frugivore	0,2	0,4	1,5	3,1	6,9	0,4	1,5
0,035	insectivore	0,3	0,6	2,5	5,3	11,7	0,6	2,6
	granivore	0,1	0,1	0,4	0,9	2	0,1	0,4
	frugivore	0,2	0,3	1,3	2,7	6	0,3	1,3
	herbivore	1,2	2,2	8,8	18,9	41,7	2,3	9,2
1	insectivore	0,03	0,1	0,2	0,5	1,1	0,1	0,2
	granivore	0,03	0,1	0,2	0,5	1,1	0,1	0,2
	frugivore	0,09	0,2	0,7	1,5	3,2	0,2	0,7
	herbivore	0,6	1,2	4,7	10,1	22,3	1,2	4,9

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 9 Risques associés à l'exposition aiguë par voie orale des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (26 %), à distance du site traité, après pulvérisation par voie aérienne

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications					
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	0,9	1,6	6,6	14,2	1,7	6,9
	granivore	0,2	0,3	1,1	2,4	0,3	1,2
	frugivore	0,5	0,9	3,4	7,4	0,9	3,6
0,035	insectivore	0,8	1,5	5,9	12,5	1,5	6,1
	granivore	0,1	0,3	1	2,1	0,3	1
	frugivore	0,4	0,7	3	6,4	0,8	3,1
	herbivore	2,9	5,2	21	44,6	5,4	21,7
1	insectivore	0,1	0,1	0,5	1,1	0,1	0,6
	granivore	0,1	0,1	0,5	1,1	0,1	0,6
	frugivore	0,2	0,4	1,6	3,5	0,4	1,7
	herbivore	1,5	2,8	11	24	2,9	11,6

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 10 Risques associés à l'exposition chronique des petits mammifères sauvages par la dérive de pulvérisation (11 %), à distance du site traité, après applications par rampe d'aspersion

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications						
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	2 500 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	0,2	0,4	1,4	3	6,6	0,4	1,5
	granivore	0,03	0,07	0,2	0,5	1,1	0,1	0,3
	frugivore	0,1	0,2	0,7	1,6	3,4	0,2	0,7
0,035	insectivore	0,2	0,3	1,2	2,7	5,8	0,3	1,3
	granivore	0,03	0,06	0,2	0,5	1	0,06	0,2
	frugivore	0,09	0,2	0,6	1,4	3	0,2	0,7
	herbivore	0,6	1,1	4,4	9,4	20,9	1,1	4,6
1	insectivore	0,02	0,03	0,1	0,2	0,5	0,03	0,1
	granivore	0,02	0,03	0,1	0,2	0,5	0,03	0,1
	frugivore	0,04	0,09	0,3	0,7	1,6	0,09	0,4
	herbivore	0,3	0,6	2,4	5,1	11,2	0,6	2,5

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 11 Risques associés à l'exposition chronique des petits mammifères sauvages par dérive de pulvérisation (26 %), à distance du site traité, après pulvérisation par voie aérienne

Poids du mammifère (kg)		Dose d'application/nombre d'applications					
		72 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 1	528 g m.a./ha × 1	1 132 g m.a./ha × 1	132 g m.a./ha × 2	528 g m.a./ha × 2
0,015	insectivore	0,5	0,8	3,3	7,1	0,9	3,5
	granivore	0,1	0,2	0,6	1,2	0,2	0,6
	frugivore	0,2	0,4	1,7	3,7	0,5	1,8
0,035	insectivore	0,4	0,7	2,9	6,3	0,8	3
	granivore	0,1	0,1	0,5	1,1	0,1	0,5
	frugivore	0,2	0,4	1,5	3,2	0,4	1,6
	herbivore	1,4	2,6	10,4	22,3	2,7	10,8
1	insectivore	0,1	0,1	0,3	0,6	0,1	0,3
	granivore	0,1	0,1	0,3	0,6	0,1	0,3
	frugivore	0,1	0,2	0,8	1,7	0,2	0,9
	herbivore	0,8	1,4	5,6	12	1,5	5,8

Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Tableau 12 Évaluation approfondie des risques pour les organismes aquatiques (hors du site traité, par dérive de pulvérisation)

Organisme	Exposition	Toxicité ($\mu\text{g m.a./L}$)	Dose d'application (g m.a./ha)	QR = CPE ¹ /toxicité		NP dépassé	
				11 %	26 %	11 %	26 %
Espèces d'eau douce							
Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 2 (1,3 $\mu\text{g m.a./L}$)	72	0,8	1,8	Non	Oui
			132	1,4	3,4	Oui	Oui
			528	5,6	13,3	Oui	Oui
			1 132	12	28,3	Oui	Oui
			2 500	26,5	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	Oui
Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Chronique	CSEO = 1,3	72	0,8	1,8	Non	Oui
			132	1,4	3,4	Oui	Oui
			528	5,6	13,3	Oui	Oui
			1 132	12	28,3	Oui	Oui
			2 500	26,5	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	

Organisme	Exposition	Toxicité ($\mu\text{g m.a./L}$)	Dose d'application (g m.a./ha)	QR = CPE ¹ /toxicité		NP dépassé	
				11 %	26 %	11 %	26 %
Moucheron <i>Chironomus tentans</i>	Benthiques	CL ₅₀ ÷ 2 (10,5 $\mu\text{g m.a./L}$)	72	0,1	0,2	Non	Non
			132	0,2	0,4	Non	Non
			528	0,7	1,6	Non	Oui
			1 132	1,5	3,5	Oui	Oui
			2 500	3,3	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	
Crapet arlequin <i>Lepomis macrochirus</i>	Aiguë	1/10° CL ₅₀ (8,8 $\mu\text{g m.a./L}$)	72	0,11	0,26	Non	Non
			132	0,2	0,5	Non	Non
			528	0,9	2,1	Non	Oui
			1 132	1,8	4,2	Oui	Oui
			2 500	3,9	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	
Truite arc-en-ciel <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Chronique	CSEO = 24,8	72	0,04	0,1	Non	Non
			132	0,07	0,2	Non	Non
			528	0,3	0,7	Non	Non
			1 132	0,6	1,5	Non	Oui
			2 500	1,4	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	
Grenouille <i>Rana limnocharis</i>	Aiguë	1/10e CL ₅₀ (1 122,6 $\mu\text{g m.a./L}$)	2 500	0,2	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Non	

Organisme	Exposition	Toxicité ($\mu\text{g m.a./L}$)	Dose d'application (g m.a./ha)	QR = CPE ¹ /toxicité		NP dépassé	
				11 %	26 %	11 %	26 %
Espèces estuariennes/marines							
Crevette <i>Neomysis mercedis</i>	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 2 (1,4 $\mu\text{g m.a./L}$)	72	0,7	1,7	Non	Oui
			132	1,3	3,1	Oui	Oui
			528	5,2	12,2	Oui	Oui
			1 132	11,2	26,4	Oui	Oui
			2 500	24,6	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	
Mysidacé <i>Mysidopsis bahia</i>	Chronique	CSEO = 0,4	72	2,5	5,9	Oui	Oui
			132	4,5	10,7	Oui	Oui
			528	18,2	42,9	Oui	Oui
			1 132	39,1	92,3	Oui	Oui
			2 500	86,1	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	
Capucette <i>Menidia menidia</i> .	Aiguë	CL ₅₀ ÷ 10 (3,3 $\mu\text{g m.a./L}$)	72	0,3	0,7	Non	Non
			132	0,6	1,3	Non	Oui
			528	2,2	5,2	Oui	Oui
			1 132	4,8	11,2	Oui	Oui
			2 500	10,4	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	

Organisme	Exposition	Toxicité ($\mu\text{g m.a./L}$)	Dose d'application (g m.a./ha)	QR = CPE ¹ /toxicité		NP dépassé	
				11 %	26 %	11 %	26 %
Méné tête-de-mouton <i>Cyprinodon variegatus</i>	Chronique	CSEO = 2,6	72	0,4	0,9	Non	Non
			132	0,7	1,6	Non	Oui
			528	2,8	6,6	Oui	Oui
			1 132	6	14,2	Oui	Oui
			2 500	13,2	Aucune pulvérisation par voie aérienne	Oui	

¹ La CPE (à 15 cm de profondeur pour les amphibiens et à 80 cm, pour tous les autres organismes aquatiques) a été calculée d'après le dépôt de dérive de pulvérisation (fines gouttelettes) pour une dose d'application par rampe d'aspersion (11 %) et par pulvérisation par voie aérienne (26 %).

Tableau 13 Évaluation des risques pour les organismes aquatiques en fonction du ruissellement prévu à l'aide des modèles PRZM-EXAMS

Exposition/organisme	Culture/province	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque	NP dépassé
Espèces d'eau douce					
Aiguë Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Maïs (Ontario)	29,7	$CL_{50} \div 2$ (1,3 $\mu\text{g m.a./L}$)	22,8	Oui
	Maïs (Québec)	26,7		20,5	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		25,2	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		5,9	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		22,5	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		17,8	Oui
	Rutabaga (Colombie- Britannique)	111		85,4	Oui

Exposition/organisme	Culture/province	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque	NP dépassé
Chronique Cladocère <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Maïs (Ontario)	29,7	CSEO = 1,3	22,8	Oui
	Maïs (Québec)	26,7		20,5	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		25,2	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		5,9	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		22,5	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		17,8	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111		85,4	Oui
Benthiques Moucheron <i>Chironomus tentans</i>	Maïs (Ontario)	29,7	$CL_{50} \div 2$ (10,5 $\mu\text{g m.a./L}$)	2,8	Oui
	Maïs (Québec)	26,7		2,5	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		3,1	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		0,7	Non
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		2,8	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		2,2	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111		10,6	Oui
Aiguë	Maïs (Ontario)	29,7	$1/10^c$ CL_{50} (8,8 $\mu\text{g m.a./L}$)	3,4	Oui
	Maïs (Québec)	26,7		3	Oui

Exposition/organisme	Culture/province	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque	NP dépassé
Crapet arlequin <i>Lepomis macrochirus</i>	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		3,7	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		0,9	Non
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		3,3	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		2,6	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111		12,6	Oui
Chronique Truite arc-en-ciel <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Maïs (Ontario)	31,6	CSEO = 24,8	1,3	Oui
	Maïs (Québec)	28		1,1	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	34,9		1,4	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	8,2		0,3	Non
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	31		1,3	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	24,7		1	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	117,7		4,7	Oui
Aiguë Grenouille <i>Rana limnocharis</i>	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111	$1/10^{\circ} \text{CL}_{50}$ (1 122,6 $\mu\text{g m.a./L}$)	0,1	Non

Exposition/organisme	Culture/province	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque	NP dépassé
Espèces marines/estuariennes					
Aiguë Crevette <i>Neomysis mercedis</i>	Maïs (Ontario)	29,7	$CL_{50} \div 2$ (1,4 $\mu\text{g m.a./L}$)	21,2	Oui
	Maïs (Québec)	26,7		19,1	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		23,4	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		5,5	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		20,9	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		16,6	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111		79,3	Oui
Chronique Mysidacé <i>Mysidopsis bahia</i>	Maïs (Ontario)	23,9	CSEO = 0,4	59,8	Oui
	Maïs (Québec)	21,7		54,3	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	28,4		71	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	6,1		15,3	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	24,1		60,3	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	19,4		48,5	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	90,9		227,3	Oui
Aiguë	Maïs (Ontario)	29,7	$CL_{50} \div 10$	9	Oui

Exposition/organisme	Culture/province	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque	NP dépassé
Capucette <i>Menidia menidia</i>	Maïs (Québec)	26,7	(3,3 $\mu\text{g m.a./L}$)	8,1	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	32,8		9,9	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	7,7		2,3	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	29,2		8,8	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	23,2		7	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	111		33,6	Oui
Chronique Méné tête-de-mouton <i>Cyprinodon variegatus</i>	Maïs (Ontario)	23,9	CSEO = 2,6	9,2	Oui
	Maïs (Québec)	21,7		8,3	Oui
	Pommes de terre (Manitoba)	28,4		10,9	Oui
	Pommes de terre (Nouveau-Brunswick)	6,1		2,3	Oui
	Pommes de terre (Île-du-Prince-Édouard)	24,1		9,3	Oui
	Pommes de terre (Colombie-Britannique)	19,4		7,5	Oui
	Rutabaga (Colombie-Britannique)	90,9		35	Oui

Tableau 14 Risques associés à l'exposition aiguë et chronique des organismes aquatiques à partir de concentrations du carbofuran, dans l'eau de surface, estimés à partir des données de surveillance disponibles

Taxons aquatiques	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)*	Critère d'effet toxicologique ($\mu\text{g m.a./L}$)	Quotient de risque**
Invertébrés d'eau douce			
Aiguë	4,1	1,3	3,2
Chronique	0,14	1,3	0,1
Benthiques	0,14	10,5	0,01
Poissons d'eau douce			
Aiguë	4,1	8,8	0,5
Chronique	0,14	24,8	0,006
Algues d'eau douce	4,1	750	0,005
Plantes vasculaires	4,1	> 10 000	0,0004
Amphibiens	4,1	1 123	0,004
Invertébrés estuariens et marins			
Aiguë	4,1	1,4	2,9
Chronique	0,14	0,4	0,4
Poissons estuariens et marins			
Aiguë	4,1	3,3	1,2
Chronique	0,14	2,6	0,05

* 95^e percentile des concentrations maximales détectées, dans les études de surveillance de l'eau de surface et 95^e percentile de la concentration moyenne pour chaque lieu d'étude, y compris ½ DL pour les concentrations non détectées, pour les expositions aiguës et chroniques, respectivement.

** Les valeurs en caractères gras dépassent le niveau préoccupant.

Annexe X Évaluation de l'écoscénario aquatique concernant le carbofuran

1.0 Introduction

Les sections suivantes fournissent les concentrations prévues dans l'environnement (CPE) de carbofuran obtenues grâce à la modélisation des eaux et aux données de surveillance des eaux dont on dispose en lien avec l'exposition dans l'environnement.

Les données de surveillance fournissent des renseignements différents de ceux qu'offre la modélisation, c'est pourquoi on ne peut comparer directement ces deux types de données. Les concentrations de pesticides dans l'eau varient considérablement en fonction du temps et du lieu et les données de surveillance canadiennes sont souvent éparses, c'est pourquoi il est difficile de comparer les résultats de la surveillance à ceux de la modélisation. Malgré tout, ces deux types de données sont complémentaires et doivent être pris en considération conjointement lorsque l'on se penche sur l'exposition potentielle des organismes aquatiques ou des humains par l'eau potable.

2.0 Estimations issues de la modélisation

2.1 Évaluation de l'écoscénario aquatique : modélisation de niveau 1

Pour ce qui est de l'évaluation de niveau 1 de l'écoscénario aquatique, les concentrations prévues dans l'environnement (CPE) de carbofuran associées aux eaux de ruissellement se déversant dans un plan d'eau récepteur ont été simulées au moyen des modèles PRZM-EXAMS. Les modèles PRZM-EXAMS permettent de simuler le ruissellement du pesticide d'un champ traité vers un plan d'eau adjacent ainsi que le devenir du pesticide dans ce plan d'eau. Pour l'évaluation de niveau 1, le plan d'eau consiste en une zone humide de 1 ha d'une profondeur moyenne de 0,8 m et d'un bassin de drainage de 10 ha.

Le carbofuran est un insecticide que l'on utilise principalement sur le maïs et la pomme de terre. La dose d'application annuelle maximale pour le maïs et la pomme de terre s'établit à deux applications de 528 g m.a./ha, avec un intervalle de 14 jours entre chacune des applications. On a également modélisé l'utilisation temporaire sur le navet et le rutabaga en Colombie-Britannique (trois applications de 2 500 g m.a./ha, avec un intervalle de 20 jours entre chacune des applications). Les renseignements sur l'application et les principales caractéristiques du devenir dans l'environnement que l'on a utilisé dans les modèles sont résumés au tableau 1.

On a employé six scénarios normaux pour représenter diverses régions du Canada, en utilisant huit dates d'application en juillet et en août dans la modélisation – l'utilisation sur le navet a été modélisée à l'aide d'un seul scénario allant du 1^{er} avril au 1^{er} juin. Pour chaque scénario régional, la période où la CPE était le plus forte figure au tableau 2. On n'a pas tenu compte des dépôts causés par la dérive dans les simulations; par conséquent, les CPE ne s'appliquent qu'aux pesticides qui pénètrent dans le plan d'eau par le ruissellement. Soulignons que l'on a utilisé une période de cinquante ans pour chacun des scénarios.

Tableau 1 Données d'entrée principales du modèle pour l'évaluation de niveau 1 du carbofuran

Type de donnée d'entrée	Paramètre	Valeur
Renseignements sur l'application	Cultures à traiter	Maïs, pomme de terre, navet, rutabaga
	Dose d'application annuelle maximale (g m.a./ha)	1 056 (maïs, pomme de terre) 7 500 (navet, rutabaga)
	Dose maximale de chaque application (g m.a./ha)	528 (maïs, pomme de terre) 2 500 (navet, rutabaga)
	Nombre maximal d'applications par année	2 (maïs, pomme de terre) 3 (navet, rutabaga)
	Délai minimal entre chacune des applications (jours)	14 (maïs, pomme de terre) 20 (navet, rutabaga)
	Méthode d'application	Pulvérisation au sol
Caractéristiques du devenir dans l'environnement	Demi-vie d'hydrolyse à un pH de 7 (jours)	28
	Demi-vie de photolyse dans l'eau (jours)	6
	K_{oc} d'adsorption (ml/g)	30 (valeur arrondie du 20 ^e percentile – ½ K_{CO} , même valeur que celle qu'utilise l'EPA)
	Demi-vie de biotransformation dans les sols aérobies (jours)	321 (Reregistration Science Eligibility Chapter de l'EPA)
	Demi-vie de biotransformation en milieu aquatique aérobie (jours)	642 (aucune donnée, valeur présumée; double de la valeur applicable à la demi-vie de biotransformation dans les sols aérobies)
	Demi-vie de biotransformation en milieu aquatique anaérobie (jours)	Présumée stable (aucune donnée)

Les CPE (tableau 2) sont calculées à partir des données de sortie de chaque passage du modèle. Pour chaque année de la simulation, les modèles PRZM-EXAMS ont permis de calculer les concentrations maximales (ou maximales quotidiennes) et les concentrations à moyenne temporelle. Les concentrations à moyenne temporelle correspondent à la moyenne des concentrations quotidiennes durant cinq périodes (96 h, 21 j, 60 j, 90 j et 1 an). Le 90^e percentile propre à chaque période de calcul de la moyenne est considéré comme la CPE pour cette période.

Tableau 2 Résultats de la modélisation de niveau 1 de l'écoscénario aquatique ($\mu\text{g m.a./L}$) pour le carbofuran dans un plan d'eau d'une profondeur de 0,8 m, la dérive de pulvérisation n'étant pas comprise

Région	CPE ($\mu\text{g m.a./L}$)					
	Max.	96 heures	21 jours	60 jours	90 jours	Annuelle
Utilisation sur le maïs et la pomme de terre – deux applications de 528 g m.a./ha						
Ontario	31,6	29,7	23,9	16,4	13	3,46
Québec	28	26,7	21,7	14,6	12	3,19
Manitoba	34,9	32,8	28,4	20,6	16	4,44
Nouveau-Brunswick	8,2	7,7	6,1	4	3	0,81
Île-du-Prince-Édouard	31	29,2	24,1	17,2	13	3,61
Colombie-Britannique	24,7	23,2	19,4	14,4	11	3,02
Utilisation sur le navet et le rutabaga, trois applications de 2 500 g m.a./ha (facultatif)						
Colombie-Britannique	117,7	111	90,9	60,6	49	14,7

3.0 Eaux

3.1 Sources de données

En effectuant une recherche de données de surveillance des eaux concernant le carbofuran au Canada, on a relevé de nombreux échantillons avec détection. L'ARLA a fait parvenir aux représentants fédéraux, provinciaux et territoriaux de l'ensemble des provinces et territoires du Canada une demande de données de surveillance des eaux touchant les carbamates actuellement en cours de réévaluation. En outre, on a fait des demandes auprès d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable par l'intermédiaire de Santé Canada. Toutes les provinces et tous les territoires ont reçu une réponse indiquant qu'il n'y avait aucune donnée de surveillance disponible ou que les données disponibles avaient été présentées.

On a consulté des bases de données des États-Unis afin d'y relever les cas de détection de carbofuran. Étant donné l'existence de programmes de surveillance exhaustifs aux États-Unis, les données sur les résidus présents dans les échantillons d'eau prélevés dans ce pays sont importantes et doivent être prises en considération dans l'évaluation des risques associés à la consommation d'eau au Canada. Le ruissellement, les profils d'emploi locaux, l'hydrogéologie circonstancielle et les méthodes d'analyse et de déclaration ont sans doute une influence plus importante sur les données concernant les résidus, comparativement aux différences de climat entre le nord et le sud. Pour ce qui est du climat, à basse température, les résidus peuvent se dégrader plus lentement qu'à des températures élevées. Si les températures sont élevées, les saisons de croissance peuvent être plus longues et les données d'entrée, plus nombreuses et plus fréquentes.

On disposait de données du programme National Water Quality Assessment (NAWQA) de l'US Geological Survey pour les eaux souterraines et de surface, et du Six Year Review of National Drinking Water Regulations, en lien avec l'US National Contaminant Occurrence Database (NCOD).

3.2 Stratégie employée dans le cadre de l'évaluation

Les données fournies par les études canadiennes et des États-Unis de surveillance des eaux dans le cadre desquelles les résidus de carbofuran dans l'eau ont été quantifiés sont résumées au tableau 3.

Même si aucune évaluation de l'eau potable n'était requise, des données se rapportant aux sources d'eau municipale et aux eaux souterraines, lesquelles ne sont pas considérées comme pertinentes pour l'évaluation d'un écoscénario mais qui auraient été utilisées dans le cadre d'une évaluation de l'eau potable, sont fournies à titre d'information dans une section distincte du tableau 3.

Une limite importante de l'ensemble des données de surveillance est que, dans de nombreux cas, les données n'étaient pas accompagnées de données sur l'utilisation du carbofuran. Par exemple, la dose d'application, le moment de l'application et les conditions météorologiques dans les jours précédant l'échantillonnage sont soit inconnus, soit omis dans les rapports. Sans cette information, il est difficile de déterminer si la non-détection résulte de l'absence de transport de la substance ou plus simplement du moment inapproprié de l'échantillonnage. De plus, parce que les données sont rares et que les concentrations varient dans le temps et l'espace, la concentration maximale déclarée est peu susceptible d'être la concentration maximale absolue qui a été observée au Canada. Les facteurs pouvant contribuer à accroître les concentrations comprennent l'application à des doses élevées, les précipitations et le fait que certaines régions ou certains sols sont plus propices à la lixiviation ou au ruissellement. Un échantillonnage à intervalles réalisé immédiatement après l'application augmenterait la probabilité que la concentration maximale soit détectée.

Il est donc probable que le carbofuran n'ait pas été utilisé dans certaines régions surveillées et que des concentrations élevées de carbofuran puissent se trouver dans d'autres régions qui ne font pas l'objet d'une surveillance. Les données de surveillance du carbofuran sous-estiment probablement l'exposition maximale en raison des limites suivantes :

- En général, les données sont rares dans le temps et l'espace. Dans certaines études disponibles, le carbofuran a été analysé dans des échantillons qui ont été pris dans des régions où le carbofuran n'était pas utilisé. On n'a pas d'information sur l'utilisation du carbofuran dans les zones entourant les sites de prélèvement d'échantillons.
- L'échantillonnage réalisé pour certaines de ces études a été effectué à des périodes où on n'applique pas de carbofuran au Canada (d'octobre à mars).
- Les concentrations de pesticides carbamates dans l'eau de surface sont directement reliées à la fréquence et au moment de la surveillance en relation avec les épisodes d'application des pesticides et de ruissellement. Par conséquent, le moment et la

fréquence des prélèvements est probablement le principal facteur jouant sur la concentration détectée et la fréquence des détections. Souvent, le prélèvement d'échantillons se fait à des intervalles arbitraires (une fois par mois, une fois par semaine) et est peu susceptible de saisir la concentration maximale absolue de carbofuran.

Les statistiques suivantes sont utilisées pour interpréter les renseignements fournis par chaque ensemble de données et sont résumées au tableau 3.

- La fréquence de détection représente la fréquence à laquelle on relève la présence de carbofuran dans un ensemble de données. Elle dépend principalement des limites de détection et est influencée par les profils d'utilisation des pesticides et les doses d'application. Par conséquent, on peut s'attendre à une grande variabilité dans les fréquences de détection.
- La concentration correspondant au 95^e percentile est calculée et présentée. On devrait également tenir compte des valeurs maximales, notamment lorsque le 95^e percentile n'est pas disponible, ce qui est le cas lorsque les détections sont insuffisantes pour le calculer.
- La concentration maximale est présentée et utilisée pour déterminer la concentration correspondant au 95^e percentile, dans le but d'estimer une valeur d'exposition aiguë.
- La moyenne arithmétique sans détection pour laquelle on a utilisé une valeur équivalant à la moitié de la LD est employée pour déterminer la concentration correspondant au 95^e percentile, dans le but d'estimer une valeur d'exposition chronique.

Tableau 3 Résumé des études de surveillance relatives au carbofuran

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
Résidus de carbofuran dans l'eau ambiante										
ARLA 1307560	rivière West Humber		0,1	25	3	12	0,1	0,1	0,1	0,056
	embouchure de la rivière Humber		0,1	61	4	6,6	0,1	0,73	1	0,068
	parcours de golf Scarlett Woods, station 4		0,1	25	1	4	3	-	3	0,168
	parcours de golf Scarlett Woods, station 3		0,1	26	2	7,7	0,1	0,1	0,1	0,054
	rivière West Don		0,1	24	4	16,7	0,1	0,1	0,1	0,058
	embouchure de la rivière Don		0,1	60	6	10	0,1	0,1	0,1	0,055
	Ruisseau Wilket		0,1	28	2	7,1	0,1	0,1	0,1	0,054
	ruisseau Burke		0,1	0	13	0	-	-	-	0,05
ARLA 1307570	rivière Yamaska	1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Noire	1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Noire (témoin)	1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Blanche	1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Saint-Zéphirin	1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1
		1993	0,2	30	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Saint-Germain	1992	0,2	24	0	0	-	-	-	0,1
		1993	0,2	33	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Salvail	1992	0,2	24	2	8,3	0,4	0,49	0,5	0,13
		1993	0,2	33	0	0	-	-	-	0,1
	rivière Chibouet	1992	0,2	23	0	0	-	-	-	0,1
		1993	0,2	45	0	0	-	-	-	0,1
	rivière des Hurons	1992	0,2	24	0	0	-	-	-	0,1
		1993	0,2	44	4	9,1	0,33	0,4	0,4	0,12
		1992	0,2	10	0	0	-	-	-	0,1

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
	rivière l'Acadie	1993	0,2	30	0	0	-	-	-	0,1
	rivière de la Tortue	1993	0,2	30	0	0	-	-	-	0,1
	rivière à la Barbu	1992	0,2	76	5	6,6	0,16	0,28	0,3	0,104
		1993	0,2	43	4	9,3	0,55	1,32	1,5	0,14
	rivière Saint-Régis	1993	0,2	30	0	0	-	-	-	0,1
	rivière des Fèves	1993	0,2	26	0	0	-	-	-	0,1
ARLA 1307569	rivière Saint-Zéphirin	1994	0,02	37	0	0	-	-	-	0,01
		1995	0,02	38	0	0	-	-	-	0,01
	rivière Chibouet	1994	0,02	45	4	8,9	0,05	0,09	0,1	0,014
		1995	0,02	38	1	2,6	0,02	-	0,02	0,01
	rivière des Hurons	1994	0,02	47	18	38,3	0,13	0,52	1,0	0,06
		1995	0,02	34	14	41,2	0,27	0,81	1,3	0,12
	rivière Saint-Régis	1994	0,02	34	0	0	-	-	-	0,01
		1995	0,02	35	7	20	0,2	0,5	0,71	0,05
	rivière Saint-Esprit	1994	0,02	9	0	0	-	-	-	0,01
		1995	0,02	6	3	50	0,35	0,8	0,88	0,18
	rivière des Anges	1994	0,02	10	1	10	0,02	-	0,02	0,011
		1995	0,02	2	2	100	0,43	0,8	0,84	0,43
	rivière Bayonne	1994	0,02	9	0	0	-	-	-	0,01
	rivière Noire	1994	0,02	6	0	0	-	-	-	0,01
	rivière Yamaska	1994	0,02	8	0	0	-	-	-	0,01
		1995	0,02	2	1	50	0,1	-	0,1	0,06
rivière Nicolet	1994	0,02	4	0	0	-	-	-	0,01	
rivière Châteauguay	1994	0,02	1	0	0	-	-	-	0,01	
déversant du Lac	1994	0,02	12	2	16,7	0,11	0,15	0,15	0,027	

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
ARLA 1307578	Stream, Rougemont	1994	0,02	12	2	16,7	0,11	0,15	0,15	0,027
		1995	0,02	15	0	0	-	-	-	0,01
		1996	0,04	23	0	0	-	-	-	0,02
	ruisseau Boffin, Frelighsburgh	1994	0,02	12	0	0	-	-	-	0,01
		1995	0,02	13	0	0	-	-	-	0,01
		1996	0,04	24	0	0	-	-	-	0,02
Abott's Corner	1994	0,02	12	0	0	-	-	-	0,01	
ARLA 1307581	ruisseau Corbin	1996	0,04	17	3	17,6	0,1	0,14	0,15	0,03
		1997	0,04	40	23	57,5	1,24	4,91	8,9	0,72
	ruisseau Saint-Pierre	1996	0,04	1	1	100	0,09	-	0,09	0,09
	rivière de l'Achigan	1996	0,04	18	2	11,1	0,1	0,15	0,16	0,03
		1997	0,04	29	3	10,3	0,12	0,24	0,26	0,03
ARLA 1307568	rivière Chibouet	1996	0,04	40	0	0	-	-	-	0,02
		1997	0,04	37	0	0	-	-	-	0,02
		1998	0,04	42	1	2,4	0,04	-	0,04	0,02
	rivière des Hurons	1996	0,04	41	17	41,5	0,37	1,5	1,9	0,16
		1997	0,04	39	9	23,1	0,19	0,47	0,59	0,06
		1998	0,04	45	19	42,2	0,10	0,23	0,47	0,05
	rivière Saint-Régis	1996	0,04	41	8	19,5	0,46	1,29	1,5	0,11
		1997	0,04	40	5	12,5	0,19	0,39	0,41	0,04
		1998	0,04	51	2	3,9	0,26	0,43	0,45	0,03
	rivière Saint-Zéphirin	1996	0,04	39	0	0	-	-	-	0,02
		1997	0,04	39	0	0	-	-	-	0,02
		1998	0,04	48	0	0	-	-	-	0,02
		1996	0,04	17	0	0	-	-	-	0,02

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
	rivière Yamaska	1997	0,04	8	0	0	-	-	-	0,02
		1998	0,04	49	2	4,1	0,04	0,04	0,04	0,02
ARLA 1307571	rivière Chibouet	1999	0,05	43	0	0	-	-	-	0,025
		2000	0,06	40	0	0	-	-	-	0,03
		2001	0,07	46	0	0	-	-	-	0,035
	rivière des Hurons	1999	0,05	45	5	11,1	0,68	2,23	2,7	0,1
		2000	0,06	42	2	4,8	0,27	0,41	0,42	0,04
		2001	0,07	44	7	15,9	0,28	0,54	0,56	0,07
	rivière Saint-Régis	1999	0,05	45	0	0	-	-	-	0,025
		2000	0,06	43	1	2,3	0,51	-	0,51	0,04
		2001	0,07	44	1	2,3	0,08	-	0,08	0,04
	rivière Saint-Zéphirin	1999	0,05	46	0	0	-	-	-	0,025
		2000	0,06	43	0	0	-	-	-	0,03
		2001	0,07	46	0	0	-	-	-	0,035
	rivière Yamaska	1999	0,05	45	0	0	-	-	-	0,025
		2000	0,06	non fourni	-	-	-	-	-	-
		2001	0,07	46	1	2,2	0,07	-	0,07	0,04
ARLA 1398451, 1398452, 1398453	rivière Chibouet	2002	0,06	43	0	0	-	-	-	0,03
		2003	0,06	41	0	0	-	-	-	0,03
		2004	0,06	41	0	0	-	-	-	0,03
	rivière des Hurons	2002	0,06	42	3	7,1	0,34	0,62	0,67	0,052
		2003	0,06	41	5	12,2	0,11	0,14	0,14	0,04
		2004	0,06	41	3	7,3	0,14	0,15	0,15	0,038

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
	rivière Saint-Régis	2002	0,06	40	0	0	-	-	-	0,03
		2003	0,06	39	0	0	-	-	-	0,03
		2004	0,06	39	1	2,6	0,18	-	0,18	0,034
	rivière Saint-Zéphirin	2002	0,06	42	0	0	-	-	-	0,03
		2003	0,06	39	0	0	-	-	-	0,03
		2004	0,06	39	0	0	-	-	-	0,03
ARLA 1403269, 1311110, 1311111, 1311112	rivières Yamaska, Nicolet et Saint-François	2003-2004	0,06	81	0	0	-	-	-	0,03
		2003-2004	0,003	39	0	0	-	-	-	0,0015
	ruisseaux à l'Île-du-Prince-Édouard	2003	non fournie	27	1	3,7	0,03	-	0,03	-
		2004	0,05	15	1	6,7	0,59	-	0,59	0,063
		2005	non fournie	40	0	0	-	-	-	-
	ruisseaux au Nouveau-Brunswick	2003	non fournie	23	0	0	-	-	-	-
		2004	0,04	18	0	0	-	-	-	0,02
		2005	non fournie	15	0	0	-	-	-	-
	ruisseaux en Nouvelle-Écosse	2004	0,04	19	0	0	-	-	-	0,02
		2005	non fournie	29	0	0	-	-	-	-
ARLA 1311130	Manitoba (1995-2001)		0,2-10	922	0	0	-	-	-	0,1
ARLA 1311131	Manitoba (2001-2003)		0,2	283	0	0	-	-	-	0,1
ARLA 1311126	eau douce de l'Î.-P.-É. – base de données Envirodat		0,001	32	0	0	-	-	-	0,0005
	eau d'estuaire de l'Î.-P.-E. – base de données Envirodat		0,001	3	0	0	-	-	-	0,0005

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
ARLA 1307555	huit ruisseaux en milieu urbain aux États-Unis (1993-1994)		0,01	215	2	0,9	-	-	0,027	0,005
ARLA 1345964	prise d'eau brute, É.-U. (1999-2000)		0,003	323	2	0,6	-	-	0,05	0,0015
ARLA 1345586	eau brute de mares artificielles de fermes et de plans d'eau récréatifs dans le sud-ouest du Manitoba (1995)		2,0	127	0	0	-	-	-	-
ARLA 1460603	eaux de surface aux É.-U. (1991-2006)	utilisation urbaine	0,002-3,4	5 484	55	1,0	0,04	0,06	0,5	0,009
		utilisation agricole	0,002-3,4	10 674	879	8,2	0,34	0,59	32,2	0,037
		utilisation mixte	0,002-3,4	9 305	447	4,8	0,06	0,14	1,1	0,012
		autre utilisation	0,002-3,4	1 837	33	1,8	0,19	0,03	5,8	0,012
ARLA 1311123	eaux de ruissellement municipales de six épisodes de précipitation et trois plans d'eau récepteurs, Québec (2001)		0,06	24	0	0	-	-	-	0,03
ARLA 1401896	affluents du lac Ontario (2001)		0,1	119	0	0	-	-	-	0,05
ARLA 1401897	affluents du lac Ontario (2000)		0,1	75	0	0	-	-	-	0,05
ARLA 1401898	affluents du lac Érié (1998-1999)		non fournie	89	0	0	-	-	-	-
ARLA 1307573	eaux de surface au Manitoba (1972-1994)		1,0-2,0	565	0	0	-	-	-	-
ARLA 1307580	rivières Grand, Saugeen et Thames, Ontario (1981-1985)		<1	447	0	0	-	-	-	-
ARLA 1307575	eau d'étang (1985-1986)		2,5	61	0	0	-	-	-	-
	eau d'étang (1987)		0,2	3	0	0	-	-	-	0,1
	eaux de ruissellement de printemps (1987)		0,2	22	3	13,6	0,94	1,04	1,09	0,21
Résidus de carbofuran dans les sources d'eau potable municipale et les eaux souterraines (non compris dans l'évaluation de l'écoscénario)										
ARLA 1469753	réseaux publics d'alimentation en eau dans 16 États; eaux de surface et souterraines (1984-1999)		non fournie	13 926	9	0,004	-	-	0,03	-
ARLA 1307565	puits dans une région de culture de la pomme de	1991	0,02	35	6	17,1	0,28	0,6	0,7	0,057
		1992	0,02	46	7	15,9	0,43	1,1	1,4	0,074

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)				
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD	
	terre au Québec	1993	0,02	34	3	8,8	0,46	0,9	0,99	0,05	
ARLA 1303803	Saskatchewan (1985-2002)		0,02 à 1	54	0	0	-	-	-	0,012	
ARLA 1307578	puits près de vergers de pommiers au Québec (1994-1996)		0,02-0,04	42 puits	0	0	-	-	-	0,013	
ARLA 1403269, 1311111, 1311112	deux puits de ferme dans le bassin hydrographique du ruisseau Thomas, N.-É. (2004)		0,04	6	0	0	-	-	-	0,02	
	échantillons d'eau souterraine à l'Î.-P.-É. (2003-2004)		0,04	230	0	0	-	-	-	0,02	
ARLA 1398451, 1398452, 1398453	réseaux de distribution d'eau au Québec		0,01-0,6	213 réseaux	1	-	-	-	0,2	-	
ARLA 1311119, ARLA 1311120	puits privés, Bas-Saint-Laurent (région 1)		2001	0,02	7	0	0	-	-	-	0,01
	puits privés, Saguenay Lac-Saint-Jean (région 2)	2000	0,03	10	0	0	0	-	-	-	0,015
		2001	0,02	6	0	0	0	-	-	-	0,01
	puits privés, Québec (région 3)	1999	0,04	18	1	5,6	0,04	-	0,04	0,021	
		2000	0,03	14	2	14,3	0,03	0,03	0,03	0,016	
		2001	0,02	12	0	0	-	-	-	0,01	
	puits privés, Estrie (région 5)		1999	0,04	3	0	0	-	-	-	0,02
	puits privés, Lanaudière (région 14)	1999	0,04	17	0	0	-	-	-	0,02	
		2000	0,03	9	3	33,3	0,04	0,06	0,06	0,022	
		2001	0,02	15	2	13,3	0,04	0,05	0,05	0,013	
	puits privés, Centre du Québec (région 17)	1999	0,04	1	0	0	-	-	-	0,02	
		2001	0,02	9	0	0	-	-	-	0,01	
	ARLA 1460579	eaux souterraines aux	utilisation urbaine	0,003-2,02	2 660	8	0,3	0,03	0,069	0,093	0,009

Source des données	Emplacement		Détection minimale ou limite de détection (µg/L)	Nombre de réseaux examinés (ou nombre absolu d'échantillons)	Nombre de réseaux ou d'échantillons avec détection	Fréquence de détection (%)	CONCENTRATIONS (µg/L)			
							Détection moyenne	95 ^e percentile	Maximum absolu	Moyenne arithmétique, y compris les cas de non-détection à ½ LD
	É.-U. (1992-2006)	utilisation agricole	0,003-2,02	4 502	54	1,2	0,132	0,167	2,16	0,017
		utilisation mixte	0,003-2,02	5 780	53	0,4	0,174	0,155	0,3	0,013
		autre utilisation	0,003-2,02	2 119	17	0,8	0,058	0,160	0,173	0,009
ARLA 1311126	eaux souterraines de l'Î.-P.-É. – base de données Envirodat		0,001	135	0	0	-	-	-	0,0005
ARLA 1345897	puits à l'Î.-P.-É. (1996-1998)		non fournie	272	0	0	-	-	-	-
ARLA 1307567	eaux souterraines de l'Î.-P.-É.		0,5	12 échantillons	0	0	-	-	-	-
ARLA 1640595	systèmes municipaux d'approvisionnement en eau au Nouveau-Brunswick, eaux de surface et souterraines (2003)	printemps	0,01	7	0	0	-	-	-	-
		été	0,4	6	0	0	-	-	-	-
		automne	1	6	0	0	-	-	-	-
ARLA 1311123	effluents de sept stations municipales de traitement d'eau, Québec (2001-2002)		0,06	193	0	0	-	-	-	0,03
ARLA 1345591	puits communautaires et privés dans l'Upper Fraser Valley, la Central Fraser Valley et une partie des Boundary Health Units (1992-1993)		1	74	0	0	-	-	-	-
ARLA 1307575	eaux souterraines (1985-1986)		2,5	92	0	0	-	-	-	-
	eaux souterraines (1987)		0,2	15	0	0	-	-	-	0,1

3.3 Estimations de l'exposition pour l'écoscénario fondées sur les données de surveillance

Les estimations de l'exposition aiguë et chronique au carbofuran dans les eaux de surface canadiennes figurent au tableau 4. On a estimé la valeur d'exposition aiguë au moyen de données de surveillance en déterminant le 95^e percentile des concentrations maximales mesurées dans chaque étude ou site de surveillance. La valeur d'exposition chronique, quant à elle, a été estimée en déterminant le 95^e percentile des moyennes arithmétiques de tous les échantillons à chacun des sites (avec et sans détection) des études de surveillance. On a attribué aux échantillons affichant des valeurs inférieures à la LD une valeur équivalant à la moitié de la LD. On n'a pas inclus les données sur les eaux souterraines, ni les données de réseaux de distribution d'eau dans l'évaluation de l'écoscénario.

Tableau 4 Concentrations de carbofuran dans les eaux de surface estimées au moyen des données de surveillance

Concentration aiguë (g/L)*	Concentration chronique (g/L)**
4,1	0,14

* 95^e percentile des concentrations maximales mesurées dans le cadre des études de surveillance des eaux de surface

** 95^e percentile de la concentration moyenne pour chaque site d'étude, y compris la valeur équivalant à la moitié de la LD pour les cas de non-détection

4.0 Discussion et conclusions

4.1 Discussion au sujet des estimations de l'exposition pour l'écoscénario

Les concentrations de carbofuran dans les milieux humides sont présentées sous forme d'intervalles avec une limite supérieure et une limite inférieure, plutôt que sous forme de valeurs discrètes d'exposition. Les valeurs de la limite supérieure constituent les CPE de niveau 1 dans les milieux humides et sont estimées au moyen des modèles PRZM-EXAMS pour l'exposition correspondant à une récurrence de dix ans (90^e percentile) (tableau 2). Ces valeurs représentent les concentrations de carbofuran les plus fortes prévues dans les eaux de surface au Canada pour les périodes suivantes : concentration maximale, 96 h, 21 j, 60 j, 90 j et 1 an. Elles sont présentées pour les milieux humides d'une profondeur de 80 cm.

Les valeurs inférieures de l'intervalle ont été calculées au moyen des données de surveillance dont on disposait sur le carbofuran et représentent les estimations de la limite inférieure d'une concentration aiguë et chronique de carbofuran dans les eaux de surface canadiennes (tableau 4). Les données de surveillance ne permettaient le calcul d'aucune exposition autre que l'exposition aiguë et chronique. Aucune CPE propre à la région n'est fournie. On a estimé les valeurs d'exposition aiguë et chronique de la limite inférieure à partir des données de surveillance en utilisant les 95^e percentiles des concentrations maximales et de la moyenne arithmétique (ce qui comprend les cas de non-détection), respectivement, mesurées dans chaque étude ou site de surveillance.

On a obtenu les concentrations de carbofuran détecté dans l'eau grâce à des études menées dans diverses régions de l'ensemble du pays. Bon nombre d'échantillons ont été analysés dans les années 1990 et au début des années 2000. Les concentrations relatives à l'exposition aiguë et chronique prédites par les modèles PRZM-EXAMS sont supérieures à celles que l'on a établies à partir des données de surveillance. Cela s'explique par le fait que l'on a eu recours, dans le cadre de la surveillance des eaux menée dans de nombreuses études utilisées, à un échantillonnage limité quant au temps et à l'espace et qu'il y a peu de chances que cette surveillance permette de détecter la concentration maximale réelle de l'analyte en question. Par contre, les modèles prédisent la concentration prévue quotidiennement, ce qui permet d'établir la concentration maximale (aiguë).

Annexe XI Résumés des études environnementales

ARLA 1307570 – Berryman et Giroux (1994). On a installé des stations d'échantillonnage dans des rivières s'écoulant dans des régions de culture intensive du maïs (rivières Yamaska, Noire, Blanche, Saint-Zéphirin, Saint-Germain, Salvail, Chibouet, des Hurons, l'Acadie, de la Tortue, à la Barbue, Saint-Régis et des Fèves). En août 1992, on a prélevé des échantillons de six sites une fois par semaine et de six autres sites toutes les deux semaines. En septembre et en octobre, la fréquence d'échantillonnage a diminué à une fois toutes les deux semaines et à une fois par mois, respectivement. Le reste de l'année, les échantillons n'étaient prélevés qu'une fois par mois. Entre les mois de mai et d'août 1993, on a effectué des prélèvements dans tous les sites trois fois par semaine. Le reste de l'année, seulement deux sites ont fait l'objet de prélèvements (rivières des Hurons et Chibouet). Dans ces deux rivières, la fréquence d'échantillonnage était d'une fois par semaine en mai et en août et d'une fois par mois le reste de l'année. Un nombre limité de pesticides carbamates figuraient sur la liste d'analytes de l'étude. Le carbofuran a été détecté dans 15 échantillons sur 575 (rivières Salvail, à la Barbue et des Hurons). La concentration la plus forte observée était de 1,5 µg/L. La limite de détection était de 0,2 g/L.

ARLA 1640595 – Boldon et Harty (2003). On a surveillé des sources d'eau potable municipale au Nouveau-Brunswick afin de vérifier la présence de pesticides durant le printemps, l'été et l'automne 2003. Les sources échantillonnées étaient des réseaux d'approvisionnement en eau souterraine et en eau de surface à Fredericton, Rivière Verte, Saint-André, Grand-Sault, Drummond, Tracadie-Sheila, Charlo et St. Stephen. On n'a détecté des pesticides dans aucun échantillon. La limite de détection pour le carbofuran était de 0,01 g/L au printemps, 0,4 g/L en été et 1 µg/L en automne. Au total, on a prélevé sept échantillons au printemps, deux en été et six en automne. Les limites de détection pour l'été et l'automne étaient élevées par rapport aux concentrations mesurées dans le cadre d'autres études. En utilisant une valeur équivalant à la moitié de la limite de détection pour les cas de non-détection, on obtiendrait une moyenne supérieure aux concentrations de carbofuran mesurées dans le cadre d'autres études. Les renseignements sur l'utilisation du carbofuran n'ont pas été fournis pour les sites d'échantillonnage.

ARLA 1307573 – Currie et Williamson (1995). Ce rapport fournit des données de surveillance des pesticides dans les eaux de surface au Manitoba entre 1972 et 1994. Les données proviennent du ministère de l'Environnement du Manitoba et d'Environnement Canada. Le nombre d'échantillons se rapportant au carbofuran était de 565 (548 du ministère de l'Environnement du Manitoba et 17 d'Environnement Canada). Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. La limite de détection s'établissait à 2,0 g/L pour les données du ministère de l'Environnement du Manitoba et à 1,0 µg/L pour les données d'Environnement Canada. On ne s'est pas servi des données pour le calcul des estimations de l'exposition, puisque les limites de détection étaient élevées et qu'en utilisant une valeur équivalant à la moitié de la LD, on obtiendrait une concentration supérieure à la majorité des concentrations mesurées dans le cadre d'autres études.

ARLA 1307565 – Giroux (1995). On s'est penché, dans cette étude, sur le degré de contamination des eaux souterraines par les pesticides et les nitrates dans la région de culture de la pomme de terres au Québec. On a effectué des échantillonnages de puits privés à proximité de champs de pommes de terre. Les puits appartenaient à des producteurs de pommes de terres ou à leurs voisins. La majorité de ces puits étaient peu profonds (profondeur de moins de 10 mètres)

et, de façon générale, étaient situés à moins de 50 mètres d'un champ de pommes de terre. Les puits choisis pour l'échantillonnage en 1991 avaient déjà été fortement contaminés par l'aldicarbe. En 1992 et 1993, on a refait un échantillonnage dans les puits où l'on avait détecté des nitrates ou des pesticides. Les puits dans lesquels on n'a pas détecté de nitrates, ni de pesticides n'ont pas fait l'objet d'un nouvel échantillonnage l'année suivante, et l'on a effectué des prélèvements dans d'autres puits. La majorité des puits ont été échantillonnés seulement une ou deux fois par année, en été et en automne. Cependant, on a échantillonné chaque mois deux puits à Saint-Ubalde et à Lavaltrie de juin à novembre 1993. On a relevé la présence de carbofuran dans 16 échantillons sur 114, la concentration la plus forte observée étant de 1,4 g/L. Soulignons que, dans le rapport, on fait état d'une valeur de 1,8 g/L, mais que les données figurant aux tableaux indiquent une concentration maximale de 1,4 g/L. C'est cette valeur que l'on a employée dans l'évaluation. La limite de détection était de 0,02 g/L.

ARLA 1307567 – Blundell et Harman (2000). A Survey of the Quality of Municipal supplies of Drinking Water from Groundwater Sources in Prince Edward Island by the Sierra Club of Canada, Eastern Canada Chapter, University of Waterloo, Department of Earth Sciences. On indique, dans le rapport, que 12 échantillons prélevés dans 20 puits ont été analysés pour vérifier la présence de pesticides. On a omis de fournir le moment de l'année où les échantillons ont été prélevés, et l'on n'a signalé aucune détection de carbofuran. Le seuil de déclaration était de 0,5 µg/L. On ne peut conclure que les eaux souterraines ne seront pas touchées, puisque très peu d'échantillons ont été analysés et que l'on ne connaît ni le lieu d'échantillonnage par rapport au champ où l'on avait effectué l'application, ni le moment de l'échantillonnage par rapport à l'application de carbofuran. Étant donné l'absence de détections et la limite de détection élevée, on ne s'est pas servi des résultats de cette étude dans les estimations de l'exposition.

ARLA 1307580 – Frank et Logan (1988). On a prélevé des échantillons d'eau près de l'embouchure des rivières Grand, Saugeen et Thames, en Ontario, entre janvier 1981 et décembre 1985. On a effectué les prélèvements dans des conditions d'écoulement d'averse et de débit de base. Au total, on a prélevé 454 échantillons non filtrés, que l'on a analysés afin de vérifier la présence de 20 herbicides, 25 insecticides et 3 fongicides. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. On a exclu cette étude du calcul de la moyenne globale, puisque la limite de détection n'est fournie que sous la forme suivante : <1 µg/L.

ARLA 1307569 – Giroux *et al.* (1997). Cette étude se voulait la suite du projet d'échantillonnage de 1992 et 1993 visant à surveiller les pesticides dans les régions de culture de maïs du Québec (Berryman et Giroux, 1994; ARLA 1307570) et visait à évaluer la contamination des plans d'eau ayant déjà été échantillonnés pour vérifier la présence de pesticides, à comparer les concentrations dans les petits et les gros plans d'eau, à élargir la surveillance de façon à inclure d'autre régions de culture intensive du maïs et à examiner la contamination des eaux souterraines (pesticides contenant de la triazine seulement). On a prélevé des échantillons d'eau de surface trois fois par semaine, de la mi-mai à la mi-août (en 1994) et du début juin à la mi-août (en 1995). Au total, on a prélevé 210 échantillons en 1994 et 155 en 1995. On a relevé la présence de carbofuran dans 51 échantillons provenant des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis, des Anges et Yamaska. La concentration la plus forte a été observée en 1995 dans la rivière des Hurons; elle s'établissait à 1,3 g/L. La limite de détection était de 0,02 g/L.

ARLA 1307568 – Giroux (1999). Afin de poursuivre l'échantillonnage effectué en 1994 et 1995 (Giroux, 1997; ARLA 1307569), on a prélevé des échantillons de quatre rivières (Chibouet, des Hurons, Saint-Zéphirin et Saint-Régis) et on les a analysés pour vérifier la présence de pesticides trois fois par semaine entre la fin mai et la fin août en 1996, 1997 et 1998. Cette étude a été menée afin d'évaluer l'incidence possible des pesticides utilisés sur le maïs et le soya sur les ressources en eau. On a relevé la présence de carbofuran dans les rivières des Hurons et Saint-Régis en 1996, avec une fréquence de détection maximale de 41,5 %. En 1997, la fréquence de détection maximale de carbofuran dans ces deux rivières s'établissait à 23,1 %. En 1998, le nombre de rivières dans lesquelles on a détecté du carbofuran a augmenté; les rivières Chibouet et Yamaska se sont ajoutées aux rivières des Hurons et Saint-Régis, la fréquence de détection maximale s'établissant à 42,2 %. Les concentrations les plus fortes de carbofuran ont été observées en 1996 dans les rivières des Hurons et Saint-Régis; elles étaient de 1,9 g/L et de 1,5 g/L, respectivement. La limite de détection était de 0,04 g/L.

ARLA 1307578 – Giroux (1998a). On a prélevé des échantillons d'eau potable dans 42 puits situés à moins de 50 m de vergers de pommiers. La majorité des puits ont été échantillonnés une seule fois entre 1994 et 1996; 14 l'ont été à deux ou trois occasions. Les puits étaient généralement peu profonds – on ne comptait que huit puits profonds. On n'a pas détecté de carbofuran dans les échantillons d'eau de puits. On a prélevé des échantillons d'eau ambiante environ une fois par semaine pendant l'été (entre la fin mai et la fin août) dans trois cours d'eau de bassins hydrographiques comportant plusieurs vergers de pommiers. Au total, on a analysé 111 échantillons d'eau ambiante. On a détecté du carbofuran dans deux des échantillons d'eau de surface du Déversant du Lac en 1994. La concentration maximale détectée a été de 0,15 g/L. Les limites de détection étaient de 0,02 g/L, de 0,02 g/L et de 0,04 g/L pour 1994, 1995 et 1996, respectivement.

ARLA 1307581 – Giroux (1998b). Ce document résume l'effet des pesticides sur la qualité des eaux dans les bassins hydrographiques des rivières Yamaska, L'Assomption, Chaudière et Boyer. On a échantillonné plusieurs rivières et ruisseaux de chaque bassin hydrographique en 1996 et en 1997. L'échantillonnage a eu lieu trois fois par semaine entre la fin mai et la mi-juillet en 1996 et entre la fin mai et la fin juillet pour les rivières visées et les cultures céréalières et jusqu'à la fin août pour les rivières visées et les cultures légumières. On a relevé la présence de carbofuran dans des affluents de deux plans d'eau échantillonnés (le ruisseau Corbin, affluent de la rivière Yamaska et la rivière L'Achigan, affluent de la rivière L'Assomption). La limite de détection était de 0,04 g/L. La concentration la plus forte a été observée en 1997 dans le ruisseau Corbin; elle s'établissait à 8,9 g/L.

ARLA 1307571 – Giroux (2002). Afin de poursuivre les échantillonnages effectués en 1996, 1997 et 1998 (Giroux, 1999), on a prélevé des échantillons de quatre rivières (Chibouet, des Hurons, Saint-Zéphirin et Saint-Régis) et on les a analysés pour vérifier la présence de pesticides trois fois par semaine, de la fin mai à la fin août. Des données se rapportant à la rivière Yamaska, laquelle a fait l'objet d'un échantillonnage en 1999 et en 2001, sont également fournies. Cette étude visait à évaluer l'effet potentiel des pesticides utilisés sur le maïs et le soya sur les ressources en eau. Le carbofuran a été détecté dans 2,2 % à 15,9 % des échantillons analysés, la concentration la plus forte (2,7 g/L) ayant été observée en 1999 dans la rivière des Hurons. Les limites de détection étaient de 0,05 g/L, de 0,06 g/L et de 0,07 g/L en 1999, 2000 et 2001, respectivement.

ARLA 1311119, 1311120 – Giroux (2003). Dans cette étude, on a examiné le degré de contamination des eaux souterraines par les pesticides et les nitrates dans la région de culture de la pomme de terre au Québec afin de faire le point quant au degré de contamination observé au début des années 1990 (Giroux, 1995). On a prélevé des échantillons en 1999, 2000 et 2001 dans 79 puits privés situés à proximité de champs de pommes de terre dans la province. Les puits appartenaient à des producteurs de pommes de terre ou à leurs voisins. Les puits fournissent de l'eau potable à 225 personnes, environ. La majorité d'entre eux sont peu profonds, la profondeur médiane étant de 5,7 mètres (la profondeur varie de 1,5 à 76 mètres). En général, les puits sont situés à moins de 30 mètres d'un champ de pommes de terre – la distance séparant les puits du champ varie de 0 à 1 km, deux puits étant situés dans un champ. On a effectué les prélèvements en automne. Dans la majorité des cas, les puits dans lesquels on a détecté des pesticides ont été échantillonnés de nouveau l'année suivante, à moins que les propriétaires n'en aient pas donné la permission. Les puits dans lesquels on n'a pas détecté de nitrates, ni de pesticides n'ont pas fait l'objet d'un nouvel échantillonnage l'année suivante, et l'on a effectué des prélèvements dans d'autres puits. La majorité des puits ont été échantillonnés seulement une ou deux fois par année, en été et en automne. On a relevé la présence de carbofuran dans 8 échantillons sur 121, la concentration maximale étant de 0,06 g/L. Les limites de détection étaient de 0,04 g/L, de 0,03 g/L et de 0,02 g/L en 1999, 2000 et 2001, respectivement.

ARLA 1311123 – Giroux et Therrien (2005). Cette étude visait à vérifier la présence de pesticides pour pelouses dans l'eau et l'air adjacents à des zones urbaines traitées afin de mieux évaluer leur effet sur le milieu naturel. On a prélevé des échantillons d'effluents de sept stations municipales d'épuration des eaux usées et d'eau provenant d'égouts pluviaux en 2001 et 2002. Il s'agissait d'échantillons mixtes de 24 heures prélevés trois fois par semaine de la mi-mai à la mi-juillet en 2001 et 2002. Le nombre maximal d'échantillons par station était de 30. On a prélevé de l'eau de six égouts pluviaux et de trois plans d'eau récepteurs (en amont et en aval de zones urbaines) après un épisode de précipitation le 28 mai 2001, dans une période de forte utilisation de pesticides. La limite de détection pour le carbofuran était de 0,06 µg/L. Le carbofuran n'a jamais été détecté, que ce soit dans les 193 échantillons d'effluents des stations d'épuration des eaux usées municipales ou les 24 échantillons des égouts pluviaux et des plans d'eau récepteurs.

ARLA 1311130 (2002). Le ministère de la Conservation du Manitoba a fourni des données non publiées sur les pesticides dans la province entre 1990 et 2001. Durant cette période, on a prélevé au total 1 447 échantillons. Il semble que les données se rapportant à la période de 1990 à 1994, inclusivement, aient été incorporées à l'étude de Currie et Williamson (1995; ARLA 1307573); par conséquent, elles n'ont pas été utilisées dans les analyses. Au total, on a prélevé 922 échantillons entre 1995 et 2001. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. La limite de détection variait considérablement, allant de 0,2 g/L à 10 g/L. Les échantillons pour lesquels la limite de détection était supérieure à 0,2 µg/L n'ont pas été utilisés dans l'estimation de la concentration moyenne chronique, puisque ces limites de détection étaient élevées et qu'en utilisant une valeur équivalant à la moitié de la LD, on obtiendrait une concentration supérieure à la majorité des concentrations observées dans le cadre d'autres études.

ARLA 1311131 (2004). Le ministère de la Gestion de l'eau du Manitoba a fourni des données non publiées de surveillance des eaux sur les pesticides entre 2001 et 2003. Au total, on a

prélevé 283 échantillons pour vérifier la présence de carbofuran (100, 121 et 62 échantillons en 2001, 2002 et 2003, respectivement). Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. La limite de détection était de 0,2 g/L.

ARLA 1345897 – Cantox Environmental (2003). Ce rapport porte sur l'utilisation des pesticides et sur la recherche et la surveillance entourant ceux-ci dans les Maritimes (Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick et Île-du-Prince-Édouard). Les données de surveillance sur les pesticides dans les eaux souterraines de l'Î.-P.-É. entre 1996 et 1998 ont été résumées. On a prélevé des échantillons de 30 puits de zones d'agriculture intensive à six occasions et de 30 puits dans l'ensemble de l'Î.-P.-É. à trois occasions. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun des 272 échantillons analysés. La limite de détection n'était pas fournie. Par conséquent, on n'a pu se servir des résultats de l'étude dans l'évaluation.

ARLA 1307555 – Hoffman *et al.* (2000). On a surveillé 75 pesticides (23 insecticides et 52 herbicides) et 7 produits de transformation dans huit ruisseaux urbains aux États-Unis en 1993 et 1994. On a utilisé des ruisseaux agricoles jumelés pour six ruisseaux et prélevé entre quatre et huit échantillons (environ) par mois entre mai et septembre et entre un et deux échantillons par mois le reste de l'année. Au total, on a prélevé 215 échantillons. Le seuil de déclaration s'établissait à 0,01 g/L pour le carbofuran. On a détecté ce composé dans 0,9 % des échantillons, la concentration la plus forte observée étant de 0,027 g/L.

ARLA 1460579, 1460603 – NAWQA (2006) – *The National Water Quality Assessment Program (NAWQA) USGS data of residue detections from 31 integrator sites on large rivers and streams in addition to ground water sources from agricultural and urban wells.* Les échantillons d'eau de puits ne représentent pas véritablement l'eau potable, et certains puits utilisés sont des puits de surveillance peu profonds. Tous les échantillons sont filtrés avant d'être analysés dans le cadre de ce programme. On disposait de données se rapportant à la période de 1991 à 2006. Le carbofuran a été détecté dans 102 des 15 061 échantillons d'eau souterraine, et dans 1 414 des 27 302 échantillons d'eau de surface. La concentration la plus forte observée était de 2,16 g/L dans les échantillons d'eau souterraine et de 32,2 g/L dans les échantillons d'eau de surface. La limite de détection était de 0,002 à 3,4 µg/L. Les données sur les eaux de surface ont été téléchargées le 27 août 2007 et les données sur les eaux souterraines, le 22 août 2007.

ARLA 1469753 – National Contaminant Occurrence Database (NCOD). Cette base de données comprend des données sur la présence de contaminants dans les services d'approvisionnement en eau publics. On effectue des analyses de la qualité de l'eau à plusieurs points des réseaux publics de distribution d'eau potable, ce qui comprend la prise d'eau et plusieurs points dans les systèmes de traitement et de distribution, de même que le point à partir duquel l'eau potable peut être considérée comme « finie ». La base de données se rapportant aux services d'approvisionnement en eau publics comprend des renseignements concernant des sources d'eau souterraine et d'eau de surface. Si l'on détecte un résidu de pesticide, cela ne signifie pas *forcément* que ce résidu est présent au robinet; toutefois, c'est possible, surtout lorsque l'on tient compte de la variation considérable dans les systèmes de traitement des eaux et leur efficacité. Les données d'échantillon du Six Year Review of National Drinking Water Regulations ont été recueillies entre 1984 et 1999, quoique la majorité des échantillons aient été prélevés entre 1993 et 1997. L'EPA a mené des analyses détaillées de la présence de 61 contaminants réglementés en s'appuyant sur des données fournies par un échantillon représentatif de 16 États. Le carbofuran a

été détecté dans 9 échantillons sur 13 926. La limite de détection n'était pas fournie. On ne s'est pas servi de cette étude pour l'évaluation de l'écoscénario.

ARLA 1311126 – Somers *et al.* (1999). Ce rapport fournit une vue d'ensemble de la qualité de l'eau dans des bassins hydrographiques de l'Î.-P.-É. Outre les pesticides, on s'est penché sur les ions majeurs, les métaux, les nutriments et les bactéries fécales, lorsque c'était possible. Les données utilisées dans ce rapport sont tirées de l'annexe relative à l'eau (entente entre le Canada et l'Î.-P.-É.) de l'Entente-cadre fédérale-provinciale sur la coopération environnementale au Canada atlantique, ainsi que de la base de données Envirodat d'Environnement Canada. Certains résultats issus de la base de données Envirodat ont été présentés pour les pesticides. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon d'eau souterraine, d'eau douce ou d'eau d'estuaire. La limite de détection était de 0,001 g/L. Dans le rapport, on mentionne que l'échantillonnage était étalé sur une longue période et qu'il est difficile de s'en servir pour évaluer les conditions actuelles.

ARLA 1401896 – *Unpublished water monitoring data as part of the Urban Pesticide Monitoring Program* (2001). On a analysé 119 échantillons d'eau afin de vérifier la présence de pesticides dans huit affluents canadiens du lac Ontario. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. La limite de détection était de 0,1 g/L.

ARLA 1401897 – *Urban Pesticide Monitoring Program* (2000). On a analysé 75 échantillons d'eau afin de vérifier la présence de pesticides dans huit affluents canadiens du lac Ontario. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon. La limite de détection était de 0,1 g/L.

ARLA 1401898 – *Unpublished water monitoring data on pesticide concentrations in eight Canadian tributaries of Lake Erie*. On a prélevé 89 échantillons contenant du carbamate de N-méthyle entre 1998 et 1999. La limite de détection n'a pas été fournie. On ne s'est pas servi de cette étude pour le calcul des concentrations dans l'eau.

ARLA 1307560. Dans cette étude, on s'est penché sur le risque de contamination des eaux de surface des bassins hydrographiques des rivières Don et Humber associé à l'utilisation de pesticides pour pelouses. On a analysé des échantillons afin de vérifier la présence de 152 matières actives de pesticides et de 8 produits de transformation. Cela englobait des herbicides du type phénoxy, des herbicides contenant de la triazine, des insecticides organophosphorés et d'autres pesticides associés à l'entretien des pelouses. On a effectué l'échantillonnage entre 1998 et 2002. Au total, on a prélevé 262 échantillons : 123 dans des conditions humides (peu après le commencement d'un épisode de précipitation ou pendant la période de débit de pointe) et 139 dans des conditions sèches. La fréquence d'échantillonnage variait d'une année à l'autre, les prélèvements étant effectués entre février et décembre. Les limites de détection déclarées de la méthode étaient les suivantes : 0,05 g/L pour la majorité des insecticides organophosphorés et pour les herbicides contenant de la triazine; 0,1 µg/L pour les pesticides contenant de l'azote organique, du chlore organique ou des carbamates; 1,0 µg/L pour l'imidaclopride; 0,02 g/L pour le diazinon et l'atrazine. Le carbofuran a été détecté dans 22 échantillons, mais la concentration n'était quantifiable que dans deux d'entre eux (concentration supérieure à la limite de détection de 0,1 g/L). La concentration la plus forte observée était de 3 g/L. Dans les calculs, on a attribué une valeur équivalant à la limite de détection de la méthode aux échantillons dans lesquels on a détecté le carbofuran, mais dans une

concentration non quantifiable. Dans le cas des échantillons dont la concentration de pesticides était inférieure à la limite de détection de la méthode, on a attribué une valeur équivalant à la moitié de la limite de détection pour le calcul de la moyenne globale.

ARLA 1307575 – Waite *et al.* (1992). On s'est penché sur la présence et la concentration de pesticides dans les eaux souterraines, les eaux de surface (étang) et les eaux de ruissellement dues à la fonte des neiges au printemps dans un petit bassin hydrographique du centre-sud de la Saskatchewan entre 1985 et 1987. On a mené une analyse pour les herbicides 2,4-D, dicamba, bromoxynil, diclofop-méthyl et triallate. On a aussi mené des analyses pour les insecticides carbofuran, carbaryl, chlorpyrifos, diméthoate et deltaméthrine en raison du traitement insecticide effectué dans la zone d'étude afin de lutter contre les infestations de sauterelles en 1985 et 1986. Au total, on a prélevé 105 échantillons d'eau souterraine et 64 échantillons d'eau d'étang. On a prélevé des échantillons d'eau souterraine à une profondeur de 3 à 4 mètres chaque semaine en 1985 et 1986, et à quatre occasions en 1987. Les échantillons d'eau de surface ont été prélevés chaque semaine en 1985 et 1986 et à deux occasions en 1987 dans deux réservoirs d'un seul site. Les échantillons d'eau de ruissellement de printemps ont été prélevés neuf jours de suite dans des conditions de débit actif en 1985 pour l'analyse des herbicides et en 1987 pour l'analyse des herbicides et des insecticides. On a prélevé 37 échantillons dans 6 sites en 1985. En 1987, on a prélevé deux échantillons dans sept sites. La concentration de carbofuran se situait à 2,5 g/L en 1985 et 1986, et a baissé à 0,2 g/L en 1987. Les insecticides n'ont été détectés dans aucun échantillon d'eau souterraine ou d'eau de surface. En 1987, le carbofuran a été mesuré dans trois échantillons d'eau de ruissellement de printemps d'un site. Les concentrations mesurées se situaient entre 0,86 et 1,09 g/L. En 1985, on n'a pas analysé les échantillons d'eau de ruissellement pour les insecticides. Les données se rapportant aux échantillons d'eau souterraine et d'eau d'étang prélevés en 1985 et 1986 n'ont pas été utilisées, car la limite de détection était élevée. On a utilisé des valeurs de 0,86 µg/L, de 0,86 µg/L et de 1,09 µg/L dans le calcul de l'exposition chronique pour les eaux de ruissellement de printemps en 1987.

ARLA 1345964 – Blomquist *et al.* (2001). L'U.S. Geological Survey et l'U.S. Environmental Protection Agency ont mené un programme de surveillance des pesticides dans l'eau potable. On a effectué un échantillonnage de douze réservoirs d'approvisionnement en eau en 1999 et 2000 dans les États de la Californie, de l'Indiana, de l'Ohio, de l'Oklahoma, de la Louisiane, du Missouri, de la Caroline du Sud, du Dakota du Sud, de New York, de la Caroline du Nord, de la Pennsylvanie et du Texas. On a prélevé des échantillons quatre fois par année et, après des périodes de forte utilisation de pesticides, chaque semaine ou aux deux semaines. Les échantillons d'eau ont été prélevés à la prise d'eau brute, au robinet (eau potable finie avant qu'elle entre dans le réseau de distribution) et à la sortie du réservoir, à certains endroits. Au total, on a analysé 178 pesticides et produits de transformation, au moyen de trois méthodes d'analyse. On a analysé 323 échantillons d'eau brute et 228 échantillons d'eau finie afin de vérifier la présence de carbofuran. Le seuil de déclaration pour le carbofuran, fondé sur des statistiques, était de 0,003 g/L. Seuls les résultats concernant l'eau brute sont fournis. Le carbofuran a été détecté dans deux échantillons d'eau brute (fréquence de détection de 0,6 %). La concentration la plus forte observée était de 0,05 g/L.

ARLA 1398451, 1398452, 1398453 – Giroux *et al.* (2006). Cette étude de surveillance des pesticides visait à déterminer l'incidence des pesticides utilisés sur le maïs et le soya dans quatre rivières surveillées depuis 1992 : la rivière Chibouet, dans le bassin hydrographique de la rivière

Yamaska; la rivière des Hurons, dans le bassin hydrographique de la rivière Richelieu; la rivière Saint-Régis, qui se jette directement dans le fleuve Saint-Laurent; la rivière Saint-Zéphirin, dans le bassin hydrographique de la rivière Nicolet. On a prélevé des échantillons trois fois par semaine pour vérifier la présence de pesticides de la mi-mai à la mi-août 2002, 2003 et 2004. De plus, on a mesuré la concentration de pesticides quatre fois par année dans 231 réseaux de distribution d'eau potable entre 2001 et 2004. La limite de détection du carbofuran dans les eaux de surface était de 0,06 g/L. Le carbofuran a été détecté dans 11 échantillons prélevés dans la rivière des Hurons et dans un échantillon prélevé dans la rivière Saint-Régis. La concentration la plus forte observée s'établissait à 0,67 µg/L. On a analysé le carbofuran dans des échantillons prélevés dans 213 réseaux de distribution d'eau. Le carbofuran a été détecté dans le réseau de La Sarre (0,2 g/L) en 2003. La limite de détection n'ayant pas été précisée, on ne peut calculer une concentration moyenne pour l'exposition chronique. On mentionne que la limite de détection se situe entre 0,01 g/L et 0,6 g/L dans les réseaux de distribution d'eau. On n'a pas précisé le nombre total d'échantillons prélevés.

ARLA 1345586 – Jones *et al.* (1998). En 1995, on a mené une enquête sur la qualité des eaux de surface en milieu rural dans le sud-ouest du Manitoba. Au total, on a échantillonné 113 étangs artificiels de fermes et 14 plans d'eau récréatifs pour vérifier la présence de pesticides, de nutriments, de composants biologiques et de métaux traces, en plus d'examiner les caractéristiques physiques et chimiques générales. On n'a mesuré des pesticides que dans l'eau brute. Le carbofuran n'a pas été détecté; la limite de détection était de 2,0 g/L. Cette étude ne sera pas utilisée pour l'estimation de la concentration moyenne pour l'exposition chronique, puisque la limite de détection est élevée et qu'en utilisant une valeur équivalant à la moitié de la LD, on obtiendrait une concentration supérieure à la majorité des concentrations de carbofuran relevées dans le cadre d'autres études.

ARLA 1303803 (2002) – *Unpublished water monitoring data from Saskatchewan (1979 – 2001) supplied by the Environmental Protection Branch, Saskatchewan Environment and Resource Management*. Les échantillons proviennent de puits privés, d'étangs artificiels, de réseaux de distribution, etc. On a prélevé les échantillons servant à l'analyse du carbofuran entre 1985 et 2002. Les limites de détection variaient de 0,02 g/L à 1 g/L. Les échantillons pour lesquels la limite de détection était supérieure à 0,05 g/L n'ont pas été utilisés pour l'évaluation, puisque la limite de détection était élevée par rapport à celles des autres études. Au total, on a fait état de 105 échantillons, dont 54 présentaient une limite de détection de 0,05 µg/L ou moins. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon.

ARLA 1345591 – (2001) – *Unpublished groundwater monitoring data of pesticides in the Fraser Valley, BC*. Au total, on a analysé 74 échantillons afin de vérifier la présence de carbofuran en 1992 et 1993 dans des puits communautaires et privés de la vallée du Fraser. Aucune détection de carbofuran n'a été signalée. La limite de détection s'établissait à 1 µg/L. Puisque cette valeur est supérieure à celles d'autres études et qu'il n'y avait aucune détection, on ne s'est pas servi des résultats de cette étude pour le calcul de la moyenne applicable à l'exposition chronique. En effet, cela aurait pu augmenter considérablement la moyenne sans que cela soit justifié.

ARLA 1403269 (2006) (comprend également 1311110, 1311111 et 1311112). On a surveillé les eaux des régions du Québec et de l'Atlantique afin de vérifier la présence de carbofuran dans le

cadre du Fonds sur les pesticides. Dans la région du Québec, on a prélevé des échantillons à cinq endroits : l'embouchure des rivières Yamaska, Saint-François et Nicolet, le lac Saint-Pierre (Port Saint-François) et le fleuve Saint-Laurent, près de Québec. De 2003 à 2005, on a effectué les prélèvements chaque semaine dans les trois affluents, de la fin mai à la fin août. Des échantillons ont été prélevés aux deux mois à l'embouchure du Saint-Laurent du début mai à la fin août 2003, tous les mois entre septembre 2003 et février 2004 et chaque semaine du début juin à la fin août 2004. À Port Saint-François, l'échantillonnage a été mené toutes les semaines de la fin mai au début septembre en 2004 et 2005. La limite de détection était de 0,06 g/L dans les rivières et de 0,003 µg/L dans le fleuve Saint-Laurent. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun échantillon de la région du Québec. Pour ce qui est de la région de l'Atlantique, on a prélevé des échantillons d'eau de surface et d'eau souterraine en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard. La limite de détection était de 0,04 g/L. Au total, on a analysé 41 échantillons pour vérifier la présence de carbofuran dans les eaux de surface du Nouveau-Brunswick entre 2003 et 2005. Le carbofuran n'a pas été détecté. En Nouvelle-Écosse, l'échantillonnage a été mené en 2004 et en 2005 de juin à octobre. Le carbofuran n'a été détecté dans aucun des 19 échantillons analysés. À l'Île-du-Prince-Édouard, on a prélevé 82 échantillons d'eau de surface de 2003 à 2005 entre juillet et octobre. Le carbofuran a été détecté dans deux échantillons (0,03 µg/L et 0,59 µg/L dans les rivières Mill et Founds, respectivement). Pour les eaux souterraines, les échantillons de l'Île-du-Prince-Édouard ont été prélevés à la fin de l'automne et au début de l'hiver; cela correspond à la période d'alimentation de la nappe souterraine en automne. Au total, on a prélevé 355 échantillons (108, 122 et 125 échantillons en 2003, 2004 et 2005, respectivement). On ne disposait pas des résultats de l'échantillonnage mené en 2005. En 2004, on a prélevé six échantillons d'eau souterraine dans deux puits de ferme situés dans la partie inférieure du bassin hydrographique du ruisseau Thomas, en Nouvelle-Écosse. Le carbofuran n'a pas été détecté.

Annexe XII Utilisations du carbofuran pour lesquelles on demande des renseignements sur la valeur : combinaisons culture-organisme nuisible pour lesquelles l'utilisation de produits à usage restreint est soutenue par le titulaire de la matière de qualité technique et pour lesquelles on a soulevé des préoccupations

Culture	Organisme nuisible	Soutien ¹	Préoccupations issues d'évaluations des risques ²	Nature des préoccupations découlant de l'évaluation des risques
CU 7 – Cultures industrielles de graines oléagineuses et de plantes à fibres CU 13 – Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation animale CU 14 – Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine				
Canola (colza) Moutarde	Altise Chrysomèle du navet	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Tournesol	Chrysomèle du tournesol	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
CU 13 – Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation animale CU 14 – Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine				
Maïs (de grande culture, à ensilage) Ouest du Canada seulement	Pyrale du maïs Chrysomèle de la racine du maïs – adultes	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Betterave à sucre Ouest du Canada seulement	Mouche de la betterave à sucre	O, M	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
CU 14 – Cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine				
Maïs (sucré)	Pyrale du maïs Chrysomèles de la racine du maïs – adultes	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Poivron (vert) Ontario seulement	Pyrale du maïs	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Pommes de terre	Doryphore de la pomme de terre Altise de la pomme de terre Cicadelle de la pomme de terre Punaise terme	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Framboise (champ) Colombie-Britannique seulement	Charançon du bourgeon ou de la racine	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
Fraise Colombie-Britannique seulement	Charançon de la racine du fraisier Cercope	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>

Culture	Organisme nuisible	Soutien ¹	Préoccupations issues d'évaluations des risques ²	Nature des préoccupations découlant de l'évaluation des risques
Fraise Est du Canada seulement	Anthonome de la fleur du fraisier Punaise grise	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>
NAVET RUTABAGA (UTILISATION EN SITUATION D'URGENCE, du 1 ^{er} avril au 31 août 2008) Colombie-Britannique seulement (UTILISATION EN SITUATION D'URGENCE, du 8 mai au 31 août 2008) Nouvelle-Écosse seulement	Mouche du chou	O	Oui	<i>Voir la section 7.0.</i>

- 1 O = Utilisation soutenue par le titulaire; et M = Utilisation homologuée dans le cadre du Programme d'extension du profil d'emploi pour les usages limités à la demande des utilisateurs.
- 2 Oui = Des risques sont associés à cette utilisation.

Références

Études examinées dans le cadre de l'évaluation des caractéristiques chimiques

A. Liste des études et des renseignements présentés par le titulaire

PMRA Document Number: 1625973

Reference: Technical Chemistry File CAF-FMC-16. Carbofuran Processes, Impurities, Extended Scan HPLC Chromatograph Of Bayer Processed Carbofuran, Carbofuran Impurities, Data Numbering Code: 2.99

PMRA Document Number: 1626039

Reference: Technical Chemistry File CAF-FMC-16. Furadan (Carbofuran) Change In Manufacturing Process, Raw Material Specifications, Analytical Test Methods., Data Numbering Code: 2.99

Études examinées dans le cadre de l'évaluation sanitaire

A. Liste des études et des renseignements présentés par le titulaire

PMRA Document Number: 1347457

Reference: 2005, A Study On The Potential Toxicity Of Carbofuran To The Male Reproductive System, Data Numbering Code: 4.3.8

PMRA Document Number: 1369067

Reference: 2005, Acute Dose-response Study Of Carbofuran Technical Administered By Gavage To Adult And Postnatal Day 11 Male And Female CD (Sprague-Dawley) Rats, Data Numbering Code: 4.2.9

PMRA Document Number: 1317568

Reference: 2005, Acute Range-finding Study Of Carbofuran Technical (CAS No. 1563-66-2A) Administered By Gavage To Postnatal Day 11 Male And Female CD (Sprague-Dawley) Rat Pups, Data Numbering Code: 4.2.1 Confidential Business Information

PMRA Document Number: 1347455

Reference: 2005, Acute Time-course Study Of Carbofuran Technical Administered By Gavage To Adult And Postnatal Day 11 Male And Female CD (Sprague-Dawley) Rats, Data Numbering Code: 4.2.9

PMRA Document Number: 1317567

Reference: 2005, Acute Time-course Study Of Carbofuran Technical Administered By Gavage To Adult And Postnatal Day 11 Male And Female CDO (Sprague-Dawley) Rats, Data Numbering Code: 4.2.1 Confidential Business Information

PMRA Document Number: 1347456

Reference: 2006, Acute Range-finding Study Of Carbofuran Technical Administered By Gavage To Postnatal Day 11 Male And Female CD (Sprague-Dawley) Rat Pups, Data Numbering Code: 4.2.9

B. Autres renseignements examinés

Documents publiés

PMRA Document Number: 1421568

Reference: 1999, Guidelines For Drinking-water Quality, Second Edition, Addendum To Volume 2. Health Criteria And Other Supporting Information, Data Numbering Code: 12.5.4

PMRA Document Number: 1421567

Reference: W.H. Hickox, 2000, Public Health Goal For Carbofuran In Drinking Water, California Environmental Protection Agency, Data Numbering Code: 12.5.4

PMRA Document Number: 1421569

Reference: M.I. Yousef et. al., 1995, Toxic Effects Of Carbofuran And Glyphosate On Semen Characteristics In Rabbits. Journal of Environmental Science and Health. B30 (4) pp. 513-534, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421570

Reference: Y.D.S. Seneviratne et. al., 1992, Effect Of Carbofuran (a Carbamate Insecticide) On Human Sperm Motility In Vitro. Medical Science Research. Volume 20: pp. 361-362, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421571

Reference: H.W. Dorrough, 1968, Metabolism Of Furadan (NIA-10242) In Rats And Houseflies. Journal Of Agricultural And Food Chemistry. Volume 16(2): Pg. 319-325, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421574

Reference: Y.N.A. Jayatunga et. al., 1998, Effects Of Mid-term Exposure To Carbofuran On Pregnancy Outcome Of Rats. Medical Science Research. Volume 26: pp. 679-683, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421576

Reference: Y.N.A. Jayatunga et. al., 1998, Hazardous Effects Of Carbofuran On Pregnancy Outcome Of Rats. Medical Science Research. Volume 26, pp. 33-37, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421577

Reference: C. Cambon et. al., 1979, Effect Of The Insecticidal Carbamate Derivatives (Carbofuran, Pirimicarb, Aldicarb) On The Acitivity Of Acetylcholinesterase In Tissues From Pregnant Rats And Fetuses. Toxicology And Applied Pharmacology. Volume 49: pp. 203-208, Data Numbering Code 4.8

PMRA Document Number: 1421578

Reference: P.W. Ferguson et. al., 1984, Carbofuran Metabolism And Toxicity In The Rat. Fundamental And Applied Toxicology. Volume 4: pp. 14-21, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421579

Reference: C. Thomas et. al., 1979, C. Thomas et. al., Biliary Excretion Of Carbamate Insecticides In The Rat. Pesticide Biochemistry And Physiology. Volume 11: pp. 56-63, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421583

Reference: P.N. Baligar And B.b. Kaliwal, 2003, Temporal Effects Of Carbofuran, A Carbamate Insecticide In The Interruption Of Estrous Cycle And Follicular Toxicity In Female Swiss Albino Mice. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Volume 71. pp. 422-428, Data Numbering Code 4.8

PMRA Document Number: 1421584

Reference: L.K.S. Chauhan et. al., 2000, Induction Of Chromosome Aberrations, Micronucleus Formation And Sperm Abnormalities In Mouse Following Carbofuran Exposure. Mutation Research. Volume 465: pp. 123-129, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421585

Reference: P.N. Baligar And B.B. Kaliwal, 2002, Reproductive Toxicity Of Carbofuran To The Female Mice: Effects On Estrous Cycle And Follicles. Industrial Health. Volume 40: pp. 345-352, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421586

Reference: N. Pant et. al., 1997, In Utero And Lactational Exposure Of Carbofuran To Rats: Effect On Testes And Sperm. Human And Experimental Toxicology. Volume 16: pp. 267-272, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421587

Reference: N. Pant et. al., 1995, Effect Of Oral Administration Of Carbofuran On Male Reproductive System Of Rat. Human And Experimental Toxicology. Vol 14. pp. 889-894, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1421763

Reference: D. de Saint-Georges-Grèdelet et al., Cytogenetic Effects Of Carbofuran In Mammals, 1982, Mutation Research, Volume 97, pp.244-245, Data Numbering Code: 4.8.

PMRA Document Number: 1660268

Reference: California Environmental Protection Agency, Department Of Pesticide Regulation, Medical Toxicology Branch, 2003, Summary Of Toxicology Data: Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5.4

PMRA Document Number: 1660269

Reference: Joint Meeting On Pesticide Residues, 1996, Pesticide Residues In Food: Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5.4

PMRA Document Number: 1720597

Reference: The Commission Of The European Communities, 2009, The Official Journal Of The European Union, June 16th, 2007, Brussels, Belgium. Docket # C, 2467, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1720598

Reference: USEPA, 2008, Carbofuran Cancellation Process, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1720599

Reference: World Health Organization, 2002, Data Sheet On Pesticide No. 56, Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1720600

Reference: USEPA, 2005, Carbofuran: HEDS Occupational And Residential Exposure Chapter Of The Reregistration Eligibility Decision Document (phase 2), Data Numbering Code: 12.5.5

PMRA Document Number: 1720601

Reference: USEPA, 2007, Reregistration Eligibility Decisions Document For Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1720603

Reference: USEPA, 2008, Transmittal Of Meeting Minutes Of The FIFRA Scientific Advisory Panel Meeting Held February 5-8, 2008 On The Agency's Proposed Action Under FIFRA 6(b) Notice Of Intent To Cancel Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1720604

Reference: California Environmental Protection Agency, 1999, Health And Safety Report: Exposure And Illness Following Early Re-entry Into A Carbofuran-treated Field, Data Numbering Code: 12.5.5

PMRA Document Number: 1734581

Reference: Joint FAO/WHO Meetings On Pesticide Residues (JMPR), 1997, Pesticide Residues In Food - Report 1997, Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734582

Reference: Joint FAO/WHO Meetings On Pesticide Residues (JMPR), 1997, Pesticide Residues In Food - Evaluation 1997 - Carbofuran (096), Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734583

Reference: Joint FAO/WHO Meetings On Pesticide Residues (JMPR), 2002, Pesticide Residues In Food - Report 2002, Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734584

Reference: Joint FAO/WHO Meetings On Pesticide Residues (JMPR), 2002, Pesticide Residues In Food - Evaluation 2002 - Carbofuran (096), Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734585

Reference: USEPA, 2005, Revised Carbofuran Acute Probabilistic And Chronic Dietary Exposure Assessments For The Reregistration Eligibility Decision. 2005, Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734586

Reference: USEPA, 2008, 40 CFR Part 180 Carbofuran; Proposed Tolerance Revocations; Proposed Rule. Federal Register, Volume 73, No. 148, 2008, Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1734587

Reference: USEPA, 2004, Aldicarb, Atrazine, Cacodylic Acid, Carbofuran, et. al.; Tolerance Actions. Rules And Regulations. Federal Register, Volume 69. N0 28, 2004, Data Numbering Code: 12.5.7

PMRA Document Number: 1735826

Reference: USEPA, 2006, Carbofuran L.R.E.D. Facts, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1735907

Reference: USEPA, 2001, Carbofuran: Revised Updated HED Occupational And Residential Exposure Chapter Of The Reregistration Eligibility Decision Document, Data Numbering Code: 12.5

PMRA Document Number: 1735908

Reference: USEPA, 2004, Carbofuran Use Closure Memo, Data Numbering Code: 12.5

Documents non publiés

PMRA Document Number: 1723354

Reference: 1968, PMRA Review, Acute Toxicity, Data Numbering Code: 4.2.1

PMRA Document Number: 1723208

Reference: 1979, PMRA Review, Teratogenicity Studies, Data Numbering Code: 4.8

PMRA Document Number: 1723188

Reference: 1983, PMRA Review, Acute Oral Toxicity Study In Rats Treated With Furadan 10 Granules. Data Numbering Code: 4.2.1

PMRA Document Number: 1723145

Reference: 1984, PMRA Review, Acute Oral Toxicity Of FMC 10242 In Rats. Study No. A83-1101, Data Numbering Code: 4.2.1

PMRA Document Number: 1723071

Reference: 1985, PMRA Review, Acute Oral Of FMC In Rats. Study No. A83-1136 FMC, Data Numbering Code: 4.2.1

PMRA Document Number: 1723052

Reference: 1987, PMRA Review, Ninety Day Dietary Toxicology Study In Rats, Data Numbering Code: 4.3.1

PMRA Document Number: 1421565

Reference: 1997, TNO - Occupational Toxicology Advisory Centre, Carbofuran: Summary of the Toxicity Studies, revised version, DACO: 12.5.4

Études examinées dans le cadre de l'évaluation environnementale

A. Autres renseignements examinés

Documents publiés

PMRA Document Number: 1345586

Reference: 1998, Water Quality In Farm And Recreational Surface Water Supplies Of Southwestern Manitoba. Sampling Results., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311123

Reference: 2005, Direction Du Suivi De L'etat De L'environnement; Developpement Durable, Environnement Et Parcs Quebec, Les Pesticides Utilises Dans Les Espaces Verts Urbains; Presence Dans L'eau Des Rejets Urbains Et Dans L'air Ambiant, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1705935

Reference: Agriculture Canada, 1993, Special Review Of Carbofuran Insecticide: Effects On Avian Fauna And Value To Agriculture, Data Numbering Code: 9.9

PMRA Document Number: 1307570

Reference: Berryman, D. And Giroux, I., 1994, Ministere De L'environnement Et Faune Quebec, La Contamination Des Cours D'eau Par Les Pesticides Dans Les Regions De Culture Intensive De Mais Au Quebec, Envirodoq EN940594, Rapport # PES-4, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1345964

Reference: Blomquist, J.D., Denis, J.M., Cowles, J.L., Hetrick, J.A., Jones, R.D., And Birchfield, N.B., Pesticides In Selected Water-supply Reservoirs And Finished Drinking Water, 1999-2000: Summary Of Results From A Pilot Monitoring Program. Data numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307567

Reference: Blundell, Gary, 2000, The Sierra Club Of Canada Eastern Canada Chapter And The University Of Waterloo, A Survey Of The Quality Of Municipal Supplies Of Drinking Water From Groundwater Sources In Prince Edward Island, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1640595

Reference: Boldon, M., Harty, C., 2003 Pesticide Sampling Program For Selected Municipal Drinking Water Supplies In New Brunswick, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1345897

Reference: Cantox Environmental, 2003, Review On Pesticide Use, Research And Monitoring Activities In The Maritime Region. (Nova Scotia, New Brunswick And Prince Edward Island). Final Report. Prepared For: Department Of Fisheries And Oceans., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307573

Reference: Currie, R.s. And D.a. Williamson, 1995, Manitoba Environment ; Canada -manitoba Agreement On Agricultural Sustainability, An Assessment Of Pesticide Residues In Surface Waters Of Manitoba, Canada, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307580

Reference: Frank Richard, And Lloyd Logan, 1988, Pesticide And Industrial Chemical Residues At The Mouth Of The Grand, Saugeen And Thames River, Ontraio, Canada, Architectural Environment Contamination and Toxicology, Volume 17, p.7410754. Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311120

Reference: Giroux Isabelle, 2003, Ministere De L'environnement Gouvernement Du Quebec, Annexes: Contamination De L'eau Souterraine Par Les Pesticides Et Les Nitrates Dans Les Regions En Culture De Pommes De Terre; Campagne D'echantillonnage De 1999-2000-2001, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311119

Reference: Giroux Isabelle, 2003, Ministere De L'environnement Gouvernement Du Quebec, Contamination De L'eau Souterraine Par Les Pesticides Et Les Nitrates Dans Les Regions En Culture De Pommes De Terre; Campagne D'echantillonnage De 1999-2000-2001, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307569

Reference: Giroux, L. et al, 1997, Ministere De L'environnement Et Faune Quebec, Contamination De L'eau Par Les Pesticides Dans Les Regions De Culture Intensive De Mais Au Quebec, Campagnes D'echantillonnage De 1994 Et 1995, Envirodoq EN970527, PES-8, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1398451

Reference: Giroux, L. et al, 2006, Part 1: La Présence De Pesticides Dans L'eau Au Québec, Bilan Dans Les Cours D'eau De Zones En Culture De Maïs Et De Soya En 2002, 2003 Et 2004 Et Dans Les Réseaux De Distribution D'eau Potable. Ministère Du Développement Durable, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1398452

Reference: Giroux, L. et al, 2006, Part 2: La Présence De Pesticides Dans L'eau Au Québec, Bilan Dans Les Cours D'eau De Zones En Culture De Maïs Et De Soya En 2002, 2003 Et 2004 Et Dans Les Réseaux De Distribution D'eau Potable. Ministère Du Développement Durable, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1398453

Reference: Giroux, L. et al, 2006, Part 3: La Présence De Pesticides Dans L'eau Au Québec, Bilan Dans Les Cours D'eau De Zones En Culture De Maïs Et De Soya En 2002, 2003 Et 2004 Et Dans Les Réseaux De Distribution D'eau Potable. Ministère Du Développement Durable, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307565

Reference: Giroux, L., 1995, Ministère De L'environnement Et De La Faune, Direction Des Ecosystemes Aquatiques, Contamination De L'eau Souterraine Par Les Pesticides Et Les Nitrates Dans Les Régions De Cultures De Pommes De Terre, Envirodoq EN950125, QE-96, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307578

Reference: Giroux, L., 1998, Ministère De L'environnement Et De La Faune Québec, Suivi Environnemental Des Pesticides Dans Des Régions De Vergers De Pommiers; Rapport D'échantillonnage De Petits Cours D'eau Et De L'eau Souterraine Au Québec En 1994, 1995 Et 1996, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307581

Reference: Giroux, L., 1998, Ministère De L'environnement Et De La Faune Québec, Direction Des Ecosystemes Aquatiques, Impact De L'utilisation Des Pesticides Sur La Qualité De L'eau Des Bassins Versants Des Rivières Yamaska, L'assomption, Chaudière Et Boyer, Vision 2. Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307568

Reference: Giroux, L., 1999, Ministère De L'environnement, Direction Des Ecosystemes Aquatiques, Contamination De L'eau Par Les Pesticides Dans Les Régions De Culture De Maïs Et De Soya Au Québec; Campagnes D'échantillonnage 1996, 1997, Et 1998, Direction Des Ecosystemes. Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307571

Reference: Giroux, L., 2002, Ministère De L'environnement, Direction Des Ecosystemes Aquatiques, Contamination De L'eau Par Les Pesticides Dans Les Régions De Culture De Maïs Et De Soya Au Québec; Résultats Des Campagnes D'échantillonnage 1999, 2000 Et 2001. Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307555

Reference: Hoffman Ryan S., et al, 2000, Department Of Geology And Geophysics, University Of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, Comparison Of Pesticides In Eight U.S. Urban Streams, Environmental Toxicology And Chemistry, Volume 19, No. 9, pp 2249 - 2258, 2000, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311126

Reference: Somers George, et al, 1999, Environment Canada; Prepared For Canada - Prince Edward Island Water Annex To The Federal/provincial Framework Agreement For Environmental Cooperation In Atlantic Canada, P.E.I Water Quality Interpretive Report, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1307560

Reference: Struger, J., T. Fletcher And G. Gris, 2004, Occurrence Of Pesticides In The Don And Humber River Watersheds (1998 - 2002); Interim Report, Environment Canada, The Ontario Ministry Of The Environment And The City Of Toronto., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1460579

Reference: United States Geological Survey, 2007, NWQAP Summary Data For Pesticide Occurrence And Concentrations In Ground Water From Agricultural And Urban Wells, As Well As 31 Integrator Sites On Large Rivers And Streams - Part 1, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1460603

Reference: United States Geological Survey, 2007, NWQAP Summary Data For Pesticide Occurrence And Concentrations In Ground Water From Agricultural And Urban Wells, As Well As 31 Integrator Sites On Large Rivers And Streams - Part 2, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1469753

Reference: USEPA, 2003, The National Contaminant Occurrence Database (NCOD) Public Water Supply Contaminant Occurrence Data For Rounds 1 And 2 And Six Year Review. Downloaded In April 2003, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1705933

Reference: USEPA, 2005, Reregistration Eligibility Science Chapter For Carbofuran - Environmental Fate And Effects Chapter - Environmental Risk Assessment And Human Drinking Water Exposure Assessment, Data Numbering Code: 12.5.8,12.5.9

PMRA Document Number: 1705934

Reference: USEPA, 2008, Transmittal Of Meeting Minutes Of The Fifra Scientific Advisory Panel Meeting Held February 5-8, 2008 On The Agency's Proposed Action Under FIFRA 6(b) Notice Of Intent To Cancel Carbofuran, Data Numbering Code: 12.5.8,12.5.9,9.9

PMRA Document Number: 1307575

Reference: Waite D.T, et al, 1991, Pesticides In Ground Water, Surface Water And Spring Runoff In A Small Saskatchewan Watershed, Environmental Toxicology And Chemistry, Volume 11, pp. 741 - 748, Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1766707

Reference: Wolf, Tom W., And Brian C. Caldwell (Agriculture And Agri-food Canada), Development Of A Canadian Spray Drift Model For Determination Of Buffer Zone Distances, Data Numbering Code: 8.6

Documents non publiés

PMRA Document Number: 1311130

Reference: (2002) Unpublished Water Monitoring Data Collected In Manitoba (1990-2001). Manitoba Conservation., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1303803

Reference: (2002) Unpublished Water Monitoring Data From Saskatchewan (1979 - 2001) Environmental Protection Branch, Saskatchewan Environment And Resource Management., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311110

Reference: (2004) Presence, Levels And Relative Risks Of Priority Pesticides In Selected Canadian Aquatic Ecosystems. An Environment Canada Pesticide Science Fund Project. Year 1 (2003/04) Annual Report. Unpublished., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311112

Reference: (2004) Unpublished National Water Monitoring Data. Pesticide Science Fund., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311131

Reference: (2004) Unpublished Water Monitoring Data From Manitoba (2001-2003). Manitoba Water Stewardship., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1311111

Reference: (2005) Unpublished Pesticide Science Fund Annual Report 2004-2005. (Water, Air, Plants, Mammals And Amphibians; And Fish And Birds., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1345591

Reference: 2001, Unpublished Groundwater Monitoring Data Of Pesticides In The Fraser Valley, B.C., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1403269

Reference: 2006, Environment Canada, Pesticide Science Fund Annual Report 2005-2006., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1401898

Reference: Unpublished Water Monitoring Data As On Pesticide Concentrations In Eight Canadian Tributaries Of Lake Erie. 1998 And 1999., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1401897

Reference: Unpublished Water Monitoring Data As Part Of The Urban Pesticide Monitoring Program - 2000, In Eight Canadian Tributaries Of Lake Ontario., Data Numbering Code: 8.6

PMRA Document Number: 1401896

Reference: Unpublished Water Monitoring Data As Part Of The Urban Pesticide Monitoring Program - 2001, In Eight Canadian Tributaries Of Lake Ontario., Data Numbering Code: 8.6

Études examinées dans le cadre de l'évaluation de la valeur

A. Autres renseignements examinés

Documents publiés

PMRA Document Number: 1768414

Reference: British Crop Protection Council, 2004, A World Compendium e-Pesticide Manual
Volume 3.1 - Tomlin, C.D.S. editor. 2004-05. 13th Edition., DACO: 10.6