

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES MESURES DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL
VISANT À RÉDUIRE LE NONYLPHÉNOL ET SES DÉRIVÉS ETHOXYLÉS

par

Karine Gauthier

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Longueuil, Québec, Canada, septembre 2010

IDENTIFICATION SIGNALITIQUE

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES MESURES DU GOUVERNEMENT FÉDÉRAL VISANT À RÉDUIRE LE NONYLPHÉNOL ET SES DÉRIVÉS ÉTHOXYLÉS

Karine Gauthier

Essai rédigé en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)
Sous la direction de Raymond VanCoillie

Université de Sherbrooke
Septembre 2010

Mots clés : Nonylphénol et dérivés éthoxylés, toxicité aquatique, perturbation endocrinienne, industrie canadienne, mesures de réduction, outils de gestion du risque, suivi environnemental, qualité de l'eau.

Depuis que le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés ont été déclarés toxiques en 2001 en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999), des mesures de réduction de ces substances ont été mises en œuvre par le gouvernement fédéral dans cinq secteurs d'activités industrielles. Néanmoins, aucun bilan global sur l'efficacité de ces actions n'avait été effectué à ce jour. Une analyse des données existantes de réduction des NP-NPE dans chacun des secteurs industriels ciblés permet d'évaluer le succès des mesures prises et de dégager certaines recommandations qui pourront influencer la suite des actions concernées.

SOMMAIRE

Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés (NP-NPE) sont étudiés depuis plusieurs années et il a été reconnu par la communauté scientifique que ces substances nocives agissaient particulièrement comme perturbateurs endocriniens. En raison des dangers qu'ils présentent pour l'environnement, il a été recommandé par les ministres de l'Environnement et de la Santé, le 23 juin 2001, que les NP-NPE soient ajoutés à la liste des substances toxiques (annexe 1) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*. Les mesures de gestion du risque visant à réduire ce groupe de substances dans l'environnement ont ensuite été définies par Environnement Canada. Elles concernent les secteurs suivants : l'industrie textile, la fabrication et l'importation de produits contenant des NP-NPE, l'industrie des pâtes et papiers, la fabrication et l'importation de pesticides ainsi que les usines municipales de traitement des eaux usées.

L'étude qui suit présente d'abord une revue de la littérature concernant les NP-NPE qui permet de mieux comprendre leurs enjeux actuels et de bien situer le contexte dans lequel s'inscrivent les résultats obtenus suite à la mise en œuvre des mesures de réduction. Plusieurs recherches ont été effectuées au sujet de ces substances, notamment par le gouvernement canadien. Il s'avère toutefois nécessaire de compléter les informations obtenues depuis les années 1990 par des nouvelles données, notamment en ce qui concerne les usages des NP-NPE, leurs caractéristiques physico-chimiques, leur toxicologie et leurs processus de dégradation.

Un portrait de l'état d'avancement des programmes d'Environnement Canada et de Santé Canada pour les secteurs mentionnés ci-haut est ensuite dressé en regard des objectifs établis. Un profil des secteurs et une description de l'outil de gestion du risque développés pour chacun d'eux incluant les objectifs de réduction sont expliqués puis mis en lien avec les résultats de réduction des NP-NPE. Un bilan par secteur et ensuite un bilan global permettent de comprendre que, même si les mesures mises en œuvre par le gouvernement connaissent un bon succès dans leur ensemble, des actions restent à poser dans certains secteurs. Les avantages et les problématiques liés aux produits susceptibles d'être utilisés en remplacement des NP-NPE sont aussi présentés.

Sans y être visés exclusivement, les NP-NPE sont ciblés par deux mesures de suivi : l'*Inventaire national des rejets polluants (INRP)* et le *Règlement sur les urgences*

environnementales. Une évaluation de la pertinence de ces outils comme mesures de suivi des NP-NPE est réalisée afin de vérifier dans quels cadres et à quelles fins les données obtenues par ces derniers peuvent être utilisées.

Peu de données existent concernant le monitoring des NP-NPE malgré l'importance de vérifier, dans le milieu ambiant, les concentrations de ces substances. Des données d'échantillonnage effectué dans le milieu aquatique, notamment par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), sont présentées afin d'offrir un bref portrait de la situation qui prévalait avant la mise en œuvre des mesures fédérales de réduction des NP-NPE dans certains cours d'eau québécois. Ces données comparées à la *Recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique*, montrent que leurs concentrations étaient problématiques à certains endroits. Il appert important qu'un suivi environnemental des NP-NPE soit effectué suite à la mise en œuvre des mesures de réduction afin de s'assurer que l'atteinte des objectifs résultent bien en une réduction nette des émissions de NP-NPE dans l'environnement et permette de respecter les critères de protection de la vie aquatique.

La présente analyse permet aussi d'émettre certaines hypothèses sur les causes de succès ou d'insuccès des mesures de réduction des NP-NPE et de dégager certaines recommandations dans le but de poursuivre les efforts dans la lutte à ces substances. Des pistes de solution sont élaborées pour chacun des secteurs industriels à l'étude et aussi de façon globale.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie Dr. Raymond VanCoillie pour ses judicieux conseils et pour le soutien et l'ouverture dont il a fait preuve tout au long de ce travail, ainsi que Mme Germaine VanCoillie qui a participé activement à la révision du texte. Je tiens aussi à remercier Mme Geneviève Dubreuil qui a été l'instigatrice de ce projet et qui a été un précieux guide pour l'élaboration et la réalisation de cet essai ainsi que Mme Paula Urra qui a rendu possible cette étude.

Merci aussi aux experts d'Environnement Canada et de Santé Canada, notamment M. Raymond Chabot, Mme Lucie Olivier, M. Neil Gilbride et Mme Chantale Fortier, ainsi qu'à Mme Pamela Campbell de ToxEcology Environmental Consulting pour avoir pris le temps de répondre à mes questions. Les informations que ces intervenants m'ont fournies m'ont permis d'avoir une compréhension plus complète des enjeux soulevés par la question des NP-NPE. Je tiens aussi à remercier les membres de l'unité des Ressources naturelles d'Environnement Canada de m'avoir donné leur appui et d'avoir fait preuve de flexibilité lors de la rédaction de cet essai réalisé sous la tutelle de l'unité du Secteur chimique. Je remercie spécialement Mme Isabelle Matteau pour son soutien et sa compréhension ainsi que Mme Sylvie Sirois pour son aide précieuse relativement à la mise en page du présent document.

Enfin, je remercie grandement ma famille et mes amis, notamment ma mère, Mme Pierrette Lavoie et ma tante, Mme Suzanne Lavoie, qui ont su me donner l'appui dont j'avais besoin et qui, par leur support, m'ont permis de mettre à terme ce projet de maîtrise.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LES NP-NPE ET LEURS ENJEUX	3
1.1 Historique et usages des NP-NPE	3
1.2 Caractéristiques des NP-NPE	6
1.3 Toxicologie des NP-NPE	9
1.4 Mécanismes de dégradation des NP-NPE	11
1.5 Processus fédéral de gestion du risque pour les NP-NPE	13
2. PORTRAIT DE LA SITUATION ACTUELLE PAR SECTEUR INDUSTRIEL	16
2.1 Secteur des produits	16
2.1.1 Profil du secteur des produits	17
2.1.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les produits	18
2.1.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des produits	19
2.2 Secteur textile	23
2.2.1 Profil du secteur textile	23
2.2.2 Outil de gestion du risque développé pour le secteur textile	25
2.2.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur textile	26
2.3 Secteur des pâtes et papiers	29
2.3.1 Profil du secteur des produits forestiers et des pâtes et papiers	30
2.3.2 Mesures de réduction des NP-NPE adoptées par le secteur des pâtes et papiers	32
2.3.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des pâtes et papiers	32
2.4 Secteur des usines municipales de traitement des eaux usées	36
2.4.1 Profil de la situation des effluents municipaux au Québec	36
2.4.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les effluents municipaux	40
2.4.3 Résultats de réduction des NP-NPE au niveau des effluents municipaux	42
2.5 Secteur des pesticides	43
2.5.1 Profil du secteur des pesticides	44
2.5.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les pesticides	45
2.5.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des pesticides	46

2.6	Produits alternatifs	46
2.6.1	Alcools éthoxylés	46
2.6.2	Octylphénol et octylphénols éthoxylés	48
2.6.3	Surfactants à base de glucose	49
2.6.4	Autres surfactants	49
2.6.5	Perspective pour les produits substitués des NP-NPE	50
3.	BILAN DE L'EFFICACITÉ GLOBALE	52
3.1	Synopsis concernant l'atteinte des objectifs des différents secteurs	52
3.2.	Comparaison entre les secteurs des produits, du textile et des pâtes et papiers	53
4.	ÉVALUATION DE LA PERTINENCE DES MESURES DE SUIVI	57
4.1	Inventaire national des rejets polluants.....	57
4.1.1	Résultats de l'INRP concernant les NP-NPE	57
4.1.2	Évaluation de l'INRP comme mesure de suivi des NP-NPE.....	61
4.2	Règlement sur les urgences environnementales.....	62
4.2.1	Évaluation du projet de règlement comme mesure de suivi des NP-NPE	62
5.	SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES NP-NPE	63
5.1	Recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique	63
5.2	Portrait des NP-NPE dans l'environnement avant 2004	64
5.3	Suivi des NP-NPE dans l'environnement suite à la mise en place des mesures fédérales	67
6.	RECOMMANDATIONS	69
6.1	Recommandations pour le secteur des produits.....	69
6.2	Recommandations pour le secteur textile.....	70
6.3	Recommandations pour le secteur des pâtes et papiers.....	71
6.4	Recommandations pour le secteur des usines municipales de traitement des eaux usées.....	71
6.5	Recommandations pour le secteur des pesticides.....	72
6.6	Recommandations globales.....	72
	CONCLUSION.....	75
	RÉFÉRENCES	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Production annuelle de nonylphénol selon le pays en 2001-2004.....	5
Tableau 1.2 : Principaux secteurs industriels utilisateurs de NP-NPE au Canada à la fin des années 1990 et au début des années 2000	6
Tableau 1.3 : Propriétés du nonylphénol, du NP4EO et du NP9EO	7
Tableau 1.4 : Proportions des différents composés biodégradés à partir de composés nonylphénoliques.....	12
Tableau 2.1: Quantités et pourcentages de réduction des NP-NPE contenus dans les produits fabriqués et importés de 1998 à 2006	21
Tableau 2.2 : Remise des annexes 5 de 2006 à 2008	27
Tableau 2.3 : Codes SCIAN des secteurs et sous-secteurs reliés à l'industrie des pâtes et papiers.....	31
Tableau 2.4 : Degré de substitution des NP-NPE pour les neuf usines ayant été contactées en 2003.....	33
Tableau 2.5 : Nombre de stations par type de traitement et nombre de surverses associées au Québec en 2008.....	38
Tableau 3.1 : Comparaison entre les quantités utilisées et importées lors de l'année de référence et les prévisions de 2010 dans trois secteurs d'activités industrielles	54
Tableau 4.1 : Rejets et transferts totaux de NP-NPE déclarés à l'INRP de 2003 à 2008 (en tonnes).....	58
Tableau 4.2 : Rejets de NP-NPE dans les eaux par les usines assujetties à l'Avis de l'INRP de 2003 à 2008, selon leur code SCIAN et leur province d'origine.....	59
Tableau 4.3 : Quantités de NP-NPE envoyées aux installations d'épuration des eaux usées selon leur code SCIAN et leur province d'origine de 2003 à 2008	60

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 :	Quantités de NP-NPE dans les produits fabriqués et importés de 1998 à 2009	20
Figure 2.2 :	Quantités de NP-NPE utilisées par les usines textiles entre 1998 et 2009	27
Figure 2.3 :	Délai fixé par les 32 usines déclarant avoir instauré un programme de substitution pour leurs produits contenant des NPE	33
Figure 2.4 :	Consommation future (en supposant que les objectifs des programmes de substitution seront atteints) versus consommation de 2001	34
Figure 2.5 :	Répartition de la capacité hydraulique des 726 stations évaluées en 2008 par type de traitement	38
Figure 2.6 :	Répartition, en pourcentage, des stations d'épuration du Québec selon le débit mesuré en 2008 (m ³ /d)	39
Figure 3.1 :	Répartition des quantités utilisées et importées durant l'année de référence et celles estimées pour 2010 entre trois secteurs d'activités industrielles	54

LISTE DES ACRONYMES

AE :	Alcool éthoxylé
APCF :	Association des produits forestiers du Canada
APE :	Alkylphénol éthoxylé (catégorie générale)
ARLA :	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
CAS :	Chemical Abstracts Service
CCME :	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CVAC :	Critère de vie aquatique chronique
EC :	Éthoxylé carboxylé
EO :	Éthoxylé ou éthoxy
EUT :	Effluents des usines textiles
FBA :	Facteur de bioaccumulation
FBC :	Facteur de bioconcentration
ID :	Numéro d'identification de compagnie
INRP :	Inventaire national des rejets polluants
Koe :	Coefficient de partage octanol-eau
LCPE :	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
MDDEP :	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
NPnEO :	Dérivé éthoxylé du nonylphénol (n représente le nombre de groupes éthoxy)
NPEC :	Dérivé carboxylé du nonylphénol sur une chaîne éthoxylée (catégorie générale)
NPE :	Dérivé éthoxylé ou polyéthoxylé du nonylphénol (catégorie générale)
NP :	Nonylphénol
OP :	Octylphénol
OPE :	Octylphénol éthoxylé
PAEQ :	Programme d'assainissement des eaux du Québec
PIB :	Produit intérieur brut
pKa :	Logarithme négatif de la constante de dissociation acide
SCIAN :	Système de classification des industries d'Amérique du Nord
s.d. :	Sans date
US EPA :	United States Environmental Protection Agency

INTRODUCTION

En raison du danger qu'ils présentent pour l'environnement, il a été recommandé par le gouvernement fédéral que le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés (NP-NPE) soient ajoutés à la liste des substances toxiques de l'annexe 1 de la *Loi canadienne de protection de l'environnement (1999)* (LCPE, 1999). Cette recommandation a été publiée en Gazette du Canada le 23 juin 2001. En effet, ces surfactants anioniques appartenant au groupe des alkylphénols éthoxylés (APE) ont été reconnus comme étant des perturbateurs endocriniens ayant des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques. Suite à l'ajout des NP-NPE à l'Annexe 1 de la LCPE (1999), le ministre disposait de 42 mois pour élaborer et mettre en oeuvre des mesures de prévention ou de contrôle des NP-NPE.

Tel que mentionné dans la *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)* (Environnement Canada, 2007), les mesures de gestion du risque qui ont été recommandées par Environnement Canada visent cinq secteurs : l'industrie textile, la fabrication et l'importation de produits contenant des NP-NPE (savons et nettoyeurs entre autres), l'industrie des pâtes et papiers, la fabrication et l'importation de pesticides ainsi que les usines municipales de traitement des eaux usées. Pour chaque secteur, des objectifs de réduction des NP-NPE ont été définis avec des dates d'échéance dont certaines sont aujourd'hui passées. En 2010, l'heure en est au bilan; cependant aucun portrait global de la situation actuelle n'a encore été dressé. Celui-ci est néanmoins nécessaire afin de s'assurer que les objectifs de réduction des NP-NPE du gouvernement ont été atteints ou sont en voie de l'être ainsi que pour déterminer les problématiques rencontrées et orienter les actions à poser ultérieurement.

Le but de la présente analyse est d'évaluer l'efficacité des mesures visant à réduire les NP-NPE basées sur la *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*. Le canevas de l'étude est structuré sur la base des six objectifs spécifiques ayant été définis.

Le premier objectif de l'étude est d'effectuer une revue de la littérature concernant les NP-NPE notamment afin de définir les enjeux qu'ils soulèvent encore aujourd'hui et de situer le contexte dans lequel s'inscrivent les résultats obtenus suite à la mise en oeuvre des mesures de réduction. Un portrait de la situation actuelle face à l'atteinte

des objectifs de réduction des NP-NPE est ensuite dressé dans un deuxième objectif. Un bilan est donc réalisé pour chacun des cinq secteurs industriels visés par la Stratégie de gestion du risque des NP-NPE, au Canada. Pour compléter l'analyse suite à l'élaboration des bilans sectoriels, le troisième objectif vise la réalisation d'un bilan de l'efficacité globale des mesures de réduction pour les différents secteurs. Ce portrait global permet d'effectuer une comparaison intersectorielle. Le but recherché ici est de pouvoir faire ressortir quels secteurs industriels éprouvent des difficultés dans l'atteinte de leurs objectifs ou encore ceux pour lesquels des données plus à jour sont nécessaires pour procéder à une évaluation de la réduction des NP-NPE. Le quatrième objectif est d'évaluer la pertinence de l'*Inventaire national des rejets polluants* (INRP) et du *Règlement sur les urgences environnementales* comme mesures de suivi des NP-NPE afin de vérifier dans quels cadres et à quelles fins les données obtenues par ces outils peuvent être utilisées. En cinquième objectif, cette étude présente des données de monitoring des NP-NPE afin d'offrir un bref portrait de la situation qui prévalait avant la mise en œuvre des mesures fédérales de réduction de ces substances et d'orienter les études prochaines sur le sujet. Finalement, en dernier objectif, la présente analyse permet de dégager certaines recommandations dans le but de poursuivre les efforts dans la lutte à ces substances. Des pistes de solution sont élaborées pour chacun des secteurs industriels à l'étude et aussi de façon de globale.

Les données utilisées pour la présente analyse proviennent d'articles scientifiques validés par la communauté scientifique, de bases de données du gouvernement du Canada, d'études produites par ou pour le compte d'Environnement Canada et celui du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Les informations obtenues par ces sources sont complétées par la consultation de documents internes d'Environnement Canada ainsi que par des discussions avec des experts de ce ministère. Une attention particulière est portée à la diversité, la crédibilité et l'actualité des sources d'informations. À ce sujet, il convient d'explicitier que, parmi les 100 références utilisées et citées, 74 proviennent de revues, livres ou rapports gouvernementaux avec jurys de lecture, 17 sont issues de documents informatiques avec jurys de lecture et 9 réfèrent à d'autres sources, qui sont sans jury de lecture. Les références ayant été validées par des jurys de lecture correspondent donc à 91 % du total de celles utilisées pour le présent essai.

1. REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LES NP-NPE ET LEURS ENJEUX

Depuis plusieurs années, les gouvernements se préoccupent des impacts négatifs liés au nonylphénol (NP) et à ses dérivés éthoxylés (NPE). Environnement Canada et Santé Canada ont d'ailleurs publié un rapport d'évaluation entièrement consacré à ces substances : *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés* (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Dans ce rapport, les deux ministères jugeaient toxiques ces substances, au sens de l'article 64 de *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* LCPE (1999) (L.C. 1999, c.33). Le 23 juin 2001, il était publié en *Gazette du Canada* la recommandation du gouvernement fédéral d'ajouter les NP-NPE à la liste des substances toxiques de la LCPE (1999).

La majorité des références utilisées pour la réalisation de ce rapport d'évaluation date des années 1980 et 1990, mais le sujet reste d'actualité. En effet, plusieurs pays sont encore aujourd'hui confrontés aux problématiques liées aux NP-NPE, incluant le Canada. La recherche sur les NP-NPE s'est poursuivie au fil des années et il importe de connaître les nouvelles données en la matière afin d'avoir une vision actuelle des enjeux que les NP-NPE continuent de soulever. Il est aussi important de revoir les informations d'intérêt général sur ces substances afin de pouvoir bien mettre en contexte les résultats obtenus à la suite de la mise en œuvre des mesures de réduction des NP-NPE du gouvernement canadien.

1.1 Historique et usages des NP-NPE

Le nonylphénol est exclusivement de source anthropique. Il s'agit d'un produit chimique intermédiaire, soit le produit de la réaction du phénol avec un mélange de nonènes en présence d'un catalyseur. Il est composé d'un anneau phénolique attaché à un groupe nonyle lipophile ramifié ou linéaire (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Il est utilisé dans la fabrication des nonylphénols éthoxylés, des composés qui sont membres du groupe des alkylphénols éthoxylés (APE). La majorité du NP produit industriellement est sous la forme 4-nonylphénol, où la chaîne alkyl est en position *para* (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002). Les numéros d'enregistrement du *Chemical Abstracts Service* (CAS) pour le NP sont les suivants : le 104-40-5 (nonylphénol), le 25154-52-3 (*n*-nonylphénol, mélanges

d'isomères) et le 84852-15-3 (nonylphénol de qualité industrielle) (Environnement Canada, 2004a). Ce dernier est un mélange d'isomères de nonylphénol, comprenant surtout du 4-nonylphénol (85 %) et du 2-nonylphénol. Il serait le NP que l'on retrouve le plus dans l'environnement. Le NP ayant le numéro CAS 104-40-5 est du 4-*n*-nonylphénol ayant une chaîne alkyl linéaire. Il est considéré comme pratiquement absent de l'environnement. Il est à noter que le 4-*n*-nonylphénol est normalement compris dans le mélange d'isomères de nonylphénols linéaires identifiés sous le numéro CAS 25154-52-3. Ce mélange est également nommé *n*-nonylphénol (Lee, 2010, Institut National de Recherche et de Sécurité, 2006 et Environnement Canada, 2004a).

Les NPE résultent de l'éthoxylation du NP avec l'oxyde d'éthylène et cette réaction confère à ces composés une chaîne éthoxylée (chaîne EO). Ils se présentent sous la forme de mélanges complexes et sont décrits par la longueur moyenne de leur chaîne éthoxylée, se situant entre 1 et 100 (Servos et al., 2003). Ces surfactants non ioniques ont une performance exceptionnelle, d'où leur très large usage comme détergents, émulsifiants, agents mouillants, agents dispersants, agents antistatiques, démulsiants et solubilisants (Fiege et al., 2000; Langford and Lester, 2002 et Lorenc and Scheffer., 2003 dans Soares et al., 2008). Leur efficacité à ces titres les a d'ailleurs rendus fort utiles pour des usages industriels, commerciaux et domestiques (Campbell et al., 2000). Le nonylphénol, quant à lui, est utilisé comme intermédiaire pour produire des produits tels les NPE et les trisnonylphénylphosphites (TNPP). Selon l'USEPA, la production de NPE est l'usage principal du NP avec 65 % (USEPA, 1990 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001).

Il faut souligner que les informations trouvées pour la présente section n'étaient pas toutes comparables. Cependant, elles sont présentées ici dans le but de dégager certaines tendances et de donner une idée des ordres de grandeur dont il est question.

Après qu'il ait été synthétisé pour la première fois en 1940, l'usage et la production du NP ont augmenté de façon exponentielle. Comme le montre le tableau 1.1, au début des années 2000, la production de NP atteignait des quantités élevées aux quatre coins du globe. Au Canada, la quantité globale de NP et de NPE produite en 1996 était de 25 600 tonnes (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Il faut toutefois mentionner ici que les proportions de NP et NPE sont inconnues dans ce tonnage. Des données plus récentes concernant les quantités totales de NP-NPE produites et utilisées au Canada ne semblent pas disponibles.

Tableau 1.1 : Production annuelle de nonylphénol selon le pays en 2001-2004

Pays	Production annuelle (tonnes)	Année de référence
Etats-Unis	154 200	2001
Europe	73 500	2002
Japon	16 500	2001
Chine	16 000	2004

Inspiré de Soares et al., 2008.

Au Canada, les NP et NPE ont commencé à être utilisés dans les années 1950. À l'époque, une seule compagnie produisait la presque totalité de ces substances au pays (Campbell et al., 2000). À la fin des années 1990, le Canada avait trois principaux producteurs de NP-NPE, tous situés en Ontario. Les noms de ces compagnies ne seront pas divulgués ici pour des raisons de confidentialité, mais mentionnons que l'une d'elles contribuait à 45 % de la production, la deuxième à 35 % et la dernière, qui était la principale productrice de NP-NPE dans les années 1950, contribuait à 20 % de la production. Il faut mentionner que cette dernière compagnie a cessé de produire des NPE au Canada à la fin de 1998. Au début des années 2000, elle importait plutôt ses NPE des Etats-Unis et continuait de produire du NP, mais à environ 50 % de ses niveaux de 1995 et 1996.

Dans un rapport produit par Campbell et al. pour Environnement Canada en 2000, il est mentionné qu'à cette époque, l'industrie de la production de NP-NPE au Canada rapportait 42,2 millions de dollars de la vente de ces substances. Dans ce même rapport, il est également indiqué que les principaux secteurs industriels qui sont utilisateurs de NP-NPE sont les suivants : l'industrie des savons et des détachants, la fabrication de peintures et de vernis, l'industrie de la production textile, l'industrie des pesticides et produits chimiques agricoles, la fabrication du plastique et de la résine synthétique, la fabrication des pâtes et papiers, la fabrication de produits de toilette ainsi que d'autres industries incluant celles qui fabriquent des produits pour le traitement des eaux, des lubrifiants, des additifs, des adhésifs, etc. L'utilisation de NP-NPE faite par les différents secteurs industriels ainsi que leur part de marché sont présentées au tableau 1.2. Les secteurs mentionnés dans le rapport de Campbell et al. (2000) ne font pas tous référence aux appellations actuelles du Système de classification des industries d'Amérique du Nord (SCIAN). Ils ont donc été modifiés, dans le tableau 1.2, pour qu'ils correspondent aux titres du SCIAN canadien. Les industries utilisatrices de NP-NPE sont concentrées dans le sud de l'Ontario,

principalement dans la région de Toronto, et au Québec, surtout dans la région de Montréal.

Tableau 1.2 : Principaux secteurs industriels utilisateurs de NP-NPE au Canada à la fin des années 1990 et au début des années 2000

Secteur industriel	Utilisation (tonnes) (approx.)	Part du marché (%) (approx.)	Code SCIAN
Fabrication de savons et de détachants	10 000	60	32561
Fabrication de peintures et de revêtements	1 600	9	32551
Usines de textiles et de produits textiles	1 600	9	313 et 314
Fabrication de pesticides et autres produits chimiques agricoles	1 500	8	32532
Industrie des produits en matière plastique et fabrication de résines et caoutchouc synthétique	1 200	6	3261 & 32521
Fabrication du papier	900	5	322
Autres	800	5	

Inspiré de Campbell, 2000

Selon une autre source, les NP-NPE seraient utilisés, par ordre décroissant d'importance, comme matières premières, éléments de préparation, articles manufacturés, aides chimiques, aides à la fabrication et contenants (Environnement Canada et Santé Canada, 2001).

1.2 Caractéristiques des NP-NPE

Il est important de connaître les propriétés physicochimiques des NP-NPE, puisque celles-ci permettent de comprendre et d'expliquer leur comportement dans l'environnement ainsi que leur toxicité. Le tableau 1.3 présente plusieurs caractéristiques du NP et de deux NPE.

Avec des coefficients de partition octanol-eau (K_{oe}) de 3,9 à 4,5, le NP et les NPE à courte chaîne éthoxylée (EO) sont des composés hydrophobes soupçonnés d'être adsorbés rapidement aux sédiments (Vazquez-Duhalt et al., 2005). La demi-vie du NP dans les sédiments est estimée à plus de 60 ans (Shang et al., 1999 dans Soares and al, 2008). La densité, la viscosité et la solubilité dans l'eau des NPE augmentent avec la longueur de la chaîne EO. Les NPE, dont la chaîne est plus grande que six, sont considérés comme étant facilement solubles dans l'eau (Environnement Canada et Santé Canada, 2001), ce qui explique que le NPE9EO, présenté au tableau 1.3, a un

K_{oe} en-dessous des valeurs mentionnées précédemment (3,59) et qu'il est justement soluble dans l'eau.

Tableau 1.3 : Propriétés du nonylphénol, du NP4EO et du NP9EO

Propriété	NP	NP4EO	NP9EO
Formule moléculaire	$C_{15}H_{24}O$	$C_{15}H_{24}O[C_2H_4O]_4$	$C_{15}H_{24}O[C_2H_4O]_9$
Poids moléculaire (g/mol)	220,34	396,2	617,6
Densité (g/cm ³)	0,952 (25°C) ⁽¹⁾	1,02-1,03(25°C) ⁽⁵⁾	1.057 (20°C) ⁽⁷⁾
Solubilité dans l'eau (mg/l)	4,9 ⁽²⁾	7.65 ⁽⁶⁾	soluble ⁽⁸⁾
Solubilité dans les solvants organiques	Soluble dans la plupart des solvants organiques	-----	-----
pKa	10,28 ⁽³⁾ - 10,7 ⁽⁹⁾	-----	-----
Coefficient de partition (K_{oe})	4,2 - 4,48 ^(4, 10,11)	4.24 ⁽⁴⁾	3.59 ⁽⁴⁾

Modifié de Environnement Canada et Santé Canada, 2001 et de Soares et al., 2008

1. Fiege et al., 2000 dans Soares et al., 2008
2. Brix et al., 2001 dans Soares et al., 2008
3. Muller and Schlatter, 1998 dans Soares et al., 2008
4. Ahel and Giger, 1993a dans Soares et al., 2008 et Environnement Canada et Santé Canada, 2001
5. OMS., 1998 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
6. Ahel and Giger, 1993b dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
7. Weinheimer and Varineau, 1998 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
8. CIR, 1983 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
9. Romano, 1991 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
10. McLeese et al., 1981 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001
11. Fonds mondial pour la nature, 1996, dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001

Le NP, ayant une faible solubilité dans l'eau, se répartit préférentiellement dans la matière organique (Soares et al., 2008). Il a, de plus, une faible mobilité qui limite sa capacité à se disperser dans la phase aqueuse du sol et des sédiments. De plus, son pKa (logarithme négatif de sa constante de dissociation acide) étant de 10,7, la majorité du NP n'est pas dissociée dans les eaux naturelles (Romano, 1991 dans Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Aux pH des eaux naturelles, la molécule de NP reste donc plutôt sous sa forme non dissociée.

La pression de vapeur ainsi que la constante de la loi d'Henri du NP (respectivement $2,07 \times 10^{-2}$ Pa et $8,39 \times 10^{-1}$ Pa m³/mol) suggèrent qu'il est un composé semi-volatil capable d'être échangé à l'interface air-eau (Ney, 1990 dans Soares et al., 2008). Lorsqu'il rejoint l'atmosphère, le NP peut être transporté aux écosystèmes aquatiques et terrestres par déposition dans les gouttelettes d'eau (Fries and Puttman, 2004 dans Soares et al., 2008). Selon Environnement Canada et Santé Canada (2001), les NPE sont toutefois beaucoup moins volatils que le NP et leur distribution dans l'atmosphère est peu probable. En fait, la principale voie d'entrée des NP-NPE dans l'environnement

est le rejet des effluents provenant des usines de traitement des eaux usées (Sabik et al., 2003 et Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Comme il a été mentionné à la section 1.1, et comparativement au NP, les NPE sont principalement utilisés dans les produits. Ceux-ci finissent donc par rejoindre les installations de traitement des eaux où ils sont dégradés de façon incomplète, notamment en NP (Johnson et al., 2005 dans Soares et al., 2008). La principale source de rejet de NP dans l'environnement serait donc la dégradation incomplète des NPE (Langford and Lester, 2002 dans Soares et al., 2008). La dégradation des NP-NPE sera détaillée à la section 1.4.

Certains points restent à éclaircir concernant la propriété de bioaccumulation des NP-NPE. D'une part, ceux-ci ne sont pas considérés comme bioaccumulables par Servos et al. (2003). D'autre part, dans ses *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux*, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (2002) stipule que les données rapportées par la littérature scientifique suggèrent que les NP-NPE ont un potentiel de bioaccumulation faible à modéré. Dans ces recommandations, il est mentionné que les facteurs de bioconcentration (FBC) et de bioaccumulation (FBA) dans le biote, incluant les algues, les plantes, les invertébrés et les poissons sont de 0,9 à 4120 pour le NP. Selon le *Règlement sur la persistance et la bioaccumulation* (DORS/2000-107) du gouvernement canadien, une substance est considérée bioaccumulable lorsque son FBA ou son FBC est égal ou supérieur à 5000 (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002). Il semble juste de penser que si le NP et certains NPE ne sont pas des substances bioaccumulables au sens du *Règlement sur la persistance et la bioaccumulation*, ils présentent cependant un certain potentiel à être bioaccumulés.

Il est intéressant de mentionner ici les résultats d'une étude réalisée sur la bioaccumulation du NP chez la palourde *Tapes philippinarum* (Lietti et al., 2006). Cette étude a permis de montrer que *T. philippinarum* accumulait le NP principalement à partir de l'eau plutôt qu'à partir de la chaîne alimentaire; le FBC calculé se situait à 1958 ± 158 g/ml ce qui concorde avec la littérature sur le sujet, à savoir que le NP n'a pas un fort potentiel de bioaccumulation, c'est-à-dire supérieur à 5000. Néanmoins, les auteurs soulignent que l'influence des effets toxiques du NP doit être prise en considération dans l'interprétation des données des études de terrain car, en présence de fortes concentrations de NP, l'accumulation peut être inhibée par les effets toxiques sublétaux du contaminant.

1.3 Toxicologie des NP-NPE

Selon Environnement Canada et Santé Canada (2001), la tendance des données des études publiées concernant la toxicité du NP et des NPE est assez uniforme. Le NP peut avoir une toxicité aiguë pour les poissons, les invertébrés et les algues. Il cause aussi une toxicité chronique à de plus faibles concentrations. De plus, selon plusieurs études, il a des effets oestrogéniques et cancérigènes observés chez les poissons, les oiseaux et les mammifères (Servos, 1999 dans Yang et al., 2008). Des études ont permis de montrer que le NP pouvait aussi avoir des effets chez l'humain (Hernandez et al., 2007). Toutefois, dans le cadre du présent travail, les effets qui sont décrits concernent seulement les organismes aquatiques.

Le NP est bien connu à titre de perturbateur endocrinien. Les composés ayant cette propriété peuvent perturber le système hormonal en imitant les hormones naturelles, en bloquant leur production ou encore en inhibant ou stimulant le système endocrinien (Soares et al., 2008). Il a été montré que le NP imite l'hormone 17 β -œstradiol en compétitionnant pour les sites de liaison des récepteurs à œstrogène, en raison de leur similarité structurelle (Lee and Lee, 1996 et White et al. 1994 dans Soares et al., 2008). Il semble toutefois que pas tous les isomères du NP seraient capables d'induire une activité oestrogénique. En effet, il y aurait notamment la position *para* du groupe OH phénolique qui serait déterminante (Kim et al., 2004 dans Soares et al., 2008). En imitant la 17 β -œstradiol, les isomères *para* du NP pourraient initier une variété de réponses chez les organismes (Soares et al., 2008). Les effets oestrogéniques du NP peuvent aussi s'exercer par des mécanismes indirects. Une étude menée par Yang et al. (2008) a, en effet, permis de montrer que le NP pouvait faire augmenter les niveaux d'œstrogène et faire diminuer les niveaux d'androgène dans le sérum chez la carpe. Ces mécanismes peuvent subséquemment induire la synthèse de vitellogénine dans le foie, laquelle est considérée comme un dépisteur d'activité oestrogénique. D'autres preuves d'une perturbation endocrinienne ont aussi été observées, à savoir des indices de réduction gonadosomatique, des effets histologiques sur la structure testiculaire, des effets sur la smoltification ainsi que des cas d'intersexualité (Madsen et al., 1997, Christiansen et al., 1998 et Metcalfe et al., 2001 dans Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002).

Il a aussi été montré que le NP était capable d'interférer avec les systèmes de régulation de divers types de cellules via plusieurs mécanismes. Il n'est pas possible ici

de décrire tous ses effets et mécanismes; cependant, mentionnons tout de même les suivants : le NP a la capacité de déclencher une toxicité respiratoire dans les cellules (Argese et al., 1994 dans Soares et al., 2008), d'affecter le transport actif du calcium au réticulum sarcoplasmique (Kirk and al, 2003 dans Soares et al., 2008) ainsi que d'inhiber la croissance et la différenciation de certaines cellules et d'induire leur apoptose (Kudo and al, 2004 dans Soares et al., 2008). Il a aussi été montré qu'à de fortes concentrations d'exposition, le NP augmentait la susceptibilité de crevettes de culture à un pathogène (Sung and Ye, 2009).

Un très grand nombre d'études ont été réalisées sur les effets toxicologiques du NP chez une grande variété d'organismes. La liste des effets pourrait donc s'agrandir encore. Néanmoins, les principaux effets chroniques qui ont été rapportés par les études sur les NP-NPE concernent principalement ceux liés à la fonction endocrinienne.

En considérant les caractéristiques physicochimiques précédemment décrites (voir la section 1.2), les NP-NPE ne provoquent pas tous le même danger, ni le même degré de toxicité. En effet, le NP serait le métabolite le plus critique des APE en raison de sa résistance à la biodégradation, sa capacité à être bioaccumulé et sa toxicité intrinsèque (Ahel et al., 1994 et Tyler et al., 1998 dans Hernandez et al., 2007). Concernant les NPE, il a été observé que la toxicité augmente à mesure que la longueur de la chaîne EO diminue (Servos et al., 2003). Par exemple, la puissance oestrogénique relative calculée dans différents milieux *in vitro* est la suivante, par ordre décroissant : NP > NP1EO = NP2EO > NP1EC = NP2EC > NP9EO, où EC veut dire éthoxylé carboxylé (Environnement Canada et Santé Canada, 2001).

Il est aussi important de considérer l'effet toxicologique combiné des NP-NPE. En effet, il est supposé que les NPE et les NPEC à chaîne courte (NP1EO, NP2EO, NP1EC, NP2EC) ont un mode d'action similaire à celui du NP et que leurs effets sont additifs (Servos et al., 2003). Dans l'environnement, les NP-NPE se retrouvent probablement en mélanges plus ou moins complexes. En tenant compte de ce facteur, il est possible d'avoir une meilleure idée des conséquences réelles du rejet de ces substances dans le milieu ambiant. De plus, il semble que la toxicité chronique liée aux mélanges de NPE dans les effluents municipaux et leurs eaux réceptrices serait principalement due aux effets associés aux NP1EO et NP2EO et, dans une moindre mesure, au NP (Servos et al., 2003). Dans les situations où les concentrations en NPE à longue chaîne EO sont élevées, les concentrations de NP1EO et NP2EO sont aussi élevées

et ceux-ci contribuent significativement à la toxicité aiguë et chronique. Par contre, dans les effluents d'eaux usées municipales, même si les concentrations en NP1EC et NP2EC sont souvent plus élevées, ces derniers contribuent peu à la toxicité du mélange en raison de leur toxicité relativement faible (Servos et al., 2003).

1.4 Mécanismes de dégradation des NP-NPE

Il est observé en laboratoire, depuis plusieurs années, que les NPE sont biodégradables. Le processus par lequel ils se dégradent comprend d'abord la perte graduelle de groupes éthoxy, ce qui donne des congénères à chaîne courte, puis des nonylphénols éthoxylés carboxylés (NPCE) et du NP, variant selon les conditions expérimentales (Soares et al., 2008, Rudling and Solyom, 1974 et Maki et al., 1994). Il faut souligner que la ramification du groupe nonyle dans le NP et les NPE retarde la biodégradation, tout comme le fait la longueur de la chaîne EO. La deuxième étape de dégradation implique la conversion complète des molécules en CO₂, en H₂O et en sels inorganiques (Swisher, 1987 dans Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002). Les produits de dégradation intermédiaires sont plus bioréfractaires que les NPE d'origine, c'est-à-dire qu'ils se dégradent moins facilement (Ahel et al., 1994 dans Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002).

Malgré que, sous des conditions ensoleillées, la photolyse puisse être une voie importante de dégradation du NP en eau peu profonde (Servos et al., 2000), la dégradation primaire des NP-NPE se produit aussi, voire surtout, via l'action des micro-organismes et s'accomplit plus rapidement dans les stations municipales d'épuration des eaux usées, où ceux-ci se trouvent en plus forte concentration, que dans les milieux naturels (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Les stations d'épuration jouent donc un rôle important dans la dégradation de ces substances avant leur pénétration dans l'environnement. Toutefois, cette transformation chimique donne des composés qui sont plus persistants, toxiques et oestrogéniques que les NPE dont ils découlent (Environnement Canada et Santé Canada, 2001).

Étant plus lipophiles que les NPE mères, le NP, le NP1EO et le NP2EO tendent à être adsorbés dans les boues des usines de traitement des eaux usées et peuvent rejoindre les écosystèmes terrestres par le biais de l'épandage agricole (Soares et al., 2008). Cette voie d'enlèvement ne semble toutefois pas suffire à enlever tout le NP présent. En effet, les principales sources de NP dans les eaux de surfaces, les océans

et les sédiments seraient étroitement liées aux rejets d'effluents provenant des usines d'épuration des eaux usées ainsi qu'à la proximité des zones urbaines et industrialisées et autres activités anthropiques (Ahel et al., 1994, Corsi et al., 2003 et Hale et al., 2000 dans Soares et al., 2008). Une étude menée par Ahel et al. en 1994 a permis de montrer que 60 à 65 % des composés nonylphénoliques qui entrent dans une station de traitement des eaux étaient rejetés dans l'environnement dans les proportions présentées au tableau 1.4.

Tableau 1.4 : Proportions des différents composés biodégradés à partir de composés nonylphénoliques

Composés	Proportion (%)
Nonylphénol carboxylés	19
Nonylphénol éthoxylés courts (groupes 1 et 2)	11
Nonylphénol	25
Composés non traités	8

Modifié de Ahel and al, 1994 dans Soares et al., 2008

Dans ce cas, le NP est principalement associé aux boues (90 %). Il faut noter que, dans la source consultée, il n'y a pas d'information sur la proportion restante (le total des proportions étant de 63 %). De plus, il faut prendre en compte que ces proportions dépendent fort probablement de plusieurs facteurs comme le type d'eau usée que reçoit l'usine d'épuration et/ou le niveau de traitement administré. Par exemple, il a été montré que le NP est un intermédiaire stable présent en plus grande proportion dans les effluents et les boues des usines d'épuration qui traitent des eaux à caractère industriel ou provenant de régions urbaines à forte densité de population (Langford and Lester, 2002 dans Soares et al., 2008). Signalons aussi que des facteurs tels que la biodisponibilité du contaminant, la température, l'aération et le type d'inoculum biologique sont des éléments clés de la dégradation des composés nonylphénoliques (Angelidaki et al., 2001 dans Soares et al., 2008).

Les scientifiques ont longtemps pensé qu'une microflore complexe était requise pour dégrader le NP (Van Ginkel, 1996 dans Corvini et al., 2006). Cependant, plusieurs études ont montré dernièrement la capacité de certains micro-organismes à dégrader le NP. Un total de 37 bactéries capables de dégrader le NP sous des conditions aérobies et anaérobies ont été isolées dans plusieurs types d'environnement : sédiments, boues et boues activées (Yuan et al., 2004, Chang et al., 2004 et 2005a et 2005b dans Corvini et al., 2006). Il faut toutefois savoir qu'il persiste un doute sur la capacité réelle de ces souches bactériennes à dégrader et utiliser le NP comme seule

source de carbone (Corvini et al. 2006). Notons aussi que les bactéries du genre *Sphingomonas* ont montré la plus grande capacité de dégradation du NP. La position de substitution de l'anneau phénolique par la chaîne nonyl semble être décisive pour la dégradation du NP par *Sphingomonas*. La souche *S. amiense* a montré une forte préférence pour les isomères *para* du NP (De Vries et al., 2001 dans Corvini et al., 2006). De plus, la longueur de la chaîne alkyl semble aussi être décisive pour la voie de dégradation et les bactéries impliquées. Les bactéries ne sont toutefois pas les seules à avoir montré une capacité à dégrader cette substance. En effet, la dégradation du NP par plusieurs groupes de fungi filamenteux ainsi que par une levure a aussi été observée (Corvini et al., 2006). Des informations plus détaillées sur les voies de dégradation du NP par les micro-organismes peuvent être trouvées dans une revue du sujet faite par Corvini et al. (2006).

La dégradation du NP en milieu aérobie est largement documentée. Plusieurs chercheurs, qui ont examiné les processus aérobies des usines de traitement des eaux, ont montré la capacité de ceux-ci à dégrader le NP (Patureau et al., 2008). Bien qu'elle soit moins documentée, la dégradation du NP sous des conditions anaérobies a aussi pu être explicitée et l'ordre décroissant du taux de dégradation a été comme suit : conditions sulfato-réductrices, conditions méthanogènes et conditions nitro-réductrices (Chang et al., 2005a et Chang et al., 2004 dans Soares et al., 2008). Des études pour caractériser les organismes capables de dégrader le NP en milieu anaérobie sont en cours (Patureau, 2008).

1.5 Processus fédéral de gestion du risque pour les NP-NPE

Le gouvernement du Canada a publié, en 1995, sa *Politique de gestion des substances toxiques*, qui se veut un outil d'orientation et un cadre décisionnel scientifique pour la gestion efficace des substances toxiques préoccupantes. Cette politique, qui s'applique aux domaines de compétence fédérale, comporte deux voies de gestion du risque :

« 1- l'élimination virtuelle de l'environnement des substances toxiques qui résultent principalement de l'activité humaine et qui sont persistantes et bioaccumulables (substances de la voie 1); et

2- la gestion des autres substances toxiques et des substances préoccupantes pendant tout leur cycle de vie afin d'empêcher ou de minimiser leur rejet dans l'environnement (substances de la voie 2). »

Gouvernement Canada, 1995, p. 3

Les deux voies de la politique s'appliquent aux substances qui sont déclarées toxiques en vertu de l'article 64 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Une substance toxique est :

« (...) toute substance qui pénètre ou peut pénétrer dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à :

- a) avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique;
- b) mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie;
- c) constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaine. »

Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) L.C. 1999, c.33

Pour être gérées par la voie 1, les substances doivent répondre à l'ensemble des critères de l'évaluation scientifique, à savoir : elles doivent être toxiques selon la LCPE ou l'équivalent, principalement d'origine anthropique, bioaccumulables et persistantes. Comme il a été mentionné précédemment, les NP-NPE ne sont pas considérés bioaccumulables puisque leur FBA ou FBC est inférieur à 5000. Ne répondant pas à tous les critères de la voie 1, il a donc été décidé que les NP-NPE seraient gérés par la voie 2.

La gestion des substances de la voie 2 s'appuie sur diverses stratégies reflétant une approche intégrée : la prévention de la pollution, la lutte antipollution, l'assainissement et, dans le cas des sources qui sont hors du Canada, l'action internationale. Il faut souligner que la prévention de la pollution est souvent la stratégie de gestion la plus efficace en terme de coûts et elle est l'approche privilégiée par le gouvernement fédéral pour les substances de la voie 2. La *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*, finalisée en 2004, concorde avec la politique de gestion en prévoyant avoir recours au concept de gestion intégrée et en priorisant la prévention de la pollution comme approche en matière de protection de l'environnement.

Concernant la stratégie, il faut prendre note qu'on y mentionne que les NPE entrent principalement dans l'environnement canadien par le biais des déversements d'effluents des eaux usées industrielles et municipales (Environnement Canada, 2004b). De ce fait, le plan d'ensemble de la gestion du risque est de réduire les NPE

dans ces effluents. Le plan porte ainsi sur les principaux secteurs causant la présence des NPE dans ces effluents : l'usage et le rejet du savon et des produits de nettoyage, des auxiliaires de transformation des textiles et des auxiliaires du traitement des pâtes et papiers. Il faut comprendre la nuance ici à savoir que la stratégie du gouvernement cible les secteurs qui rejettent des NPE dans les effluents, alors que les secteurs ayant été mentionnés par Campbell et al. (2000), à la section 1.1, sont ceux qui utilisent ces substances. La stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE sera détaillée plus loin.

2. PORTRAIT DE LA SITUATION ACTUELLE PAR SECTEUR INDUSTRIEL

Le 23 juin 2001, les ministres canadiens de l'Environnement et de la Santé recommandaient que le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés (NP-NPE) soient ajoutés à la liste des substances toxiques (annexe 1) de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (LCPE (1999)). Le ministre disposait alors de 42 mois pour élaborer et mettre en oeuvre des mesures de prévention ou de contrôle des NP-NPE. Les mesures de gestion du risque visant à réduire ce groupe de substances dans l'environnement ont ensuite été définies par Environnement Canada dans sa *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)* (Environnement Canada, 2004). Elles visent les secteurs suivants : la fabrication et l'importation de produits contenant des NP-NPE, l'industrie du textile, l'industrie des pâtes et papiers, les usines municipales de traitement des eaux usées et les pesticides. Il faut souligner que ces secteurs ont été ciblés parce qu'ils sont les plus importants concernant leurs rejets dans l'environnement. Pour chaque secteur, des objectifs ont été définis ainsi que des dates d'échéance, dont certaines sont aujourd'hui passées.

Le but de la présente section est d'abord de définir brièvement le profil de chaque secteur visé par la Stratégie et les mesures de gestion du risque élaborées pour chacun d'eux. Elle vise ensuite à dresser un portrait sommaire de la situation actuelle face à l'atteinte des objectifs définis. Finalement, la présente analyse évalue l'efficacité des mesures mises en oeuvre pour les secteurs mentionnés ci-haut et identifie les lacunes afin d'émettre des recommandations.

2.1 Secteur des produits

Le secteur des produits, plus particulièrement le savon et les produits de nettoyage, est le secteur représentant la plus grande source de rejet de NP-NPE. En effet, en 1998-1999, le pourcentage moyen des rejets annuels estimé pour ce secteur était de 56 % par rapport aux rejets totaux de NP-NPE au Canada (Environnement Canada, 2004). Ce secteur a bien sûr été ciblé par la Stratégie de gestion du risque des NP-NPE.

2.1.1 Profil du secteur des produits

La *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*, vise le sous-secteur de la fabrication de savons et de détachants (code SCIAN 32561) ainsi que le sous-secteur de l'importation de ces produits. Le bref portrait réalisé ici concerne exclusivement la fabrication de savons et de détachants. Le secteur des produits tel que déterminé par Environnement Canada dans sa *Stratégie de gestion du risque des NP-NPE* comprend également les auxiliaires de procédé pour l'industrie du textile et l'industrie des pâtes et papiers. Ces auxiliaires peuvent être, par exemple, des agents mouillants, des agents d'apprêtage pour le tissu et le cuir, des adoucisseurs de tissus, etc. Toutefois, ce sous-secteur ne sera pas décrit ici car aucun code SCIAN spécifique ne lui correspond.

En décembre 2008, 362 établissements ont été dénombrés dans la classe industrielle de la fabrication de savons et de détachants, dont 36,2 % étaient exploités « en propre indéterminés », tandis que 63,8 % comptaient un ou plusieurs salariés. Ces établissements étaient principalement répartis, entre l'Ontario, le Québec et la Colombie-Britannique, qui comptaient respectivement 42,0 %, 27,9 % et 13,3 % du total des installations de cette classe industrielle au Canada (Industrie Canada, 2010). L'exploitation en propre fait référence à des établissements sans salariés; ils ne tiennent pas de liste de paye et leur effectif peut être composé d'employés contractuels, d'employés à temps partiel, des membres de la famille ou des propriétaires de l'entreprise. Des établissements sont indéterminés lorsqu'il n'est pas possible de déterminer leur type, c'est-à-dire s'il s'agit par exemple d'une division, d'une usine ou d'une manufacture. Le nombre total d'employés pour ce sous-secteur a grandement diminué de 1998 à 2007. Il est en effet passé de 10 143 à 5 838 travailleurs au cours de ces années, ce qui représente une diminution annuelle de 5,4 %. La tendance à l'impartition de certains services, par opposition à l'exécution à l'interne peut avoir une incidence sur l'emploi (Industrie Canada, 2010), ce qui pourrait en partie expliquer cette baisse. Il faut toutefois mentionner qu'il y a eu une augmentation de 8,3 % du nombre d'employés entre 2006 et 2007.

Les revenus manufacturiers de ce sous-secteur étaient de 1,7 milliards de dollars en 2007. Ces revenus ont baissé en moyenne de 1,3 % par année entre 1998 et 2007, mais ils ont augmenté de 6,7 % entre 2006 et 2007. Le produit intérieur brut (PIB) pour ce même sous-secteur a augmenté, passant de 884 millions de dollars en 1999 à un milliard de dollars en 2008 (Industrie Canada, 2010). Il faut aussi souligner qu'en 2006,

38,5 % des entreprises de fabrication de savons et de détachants étaient non rentables (Industrie Canada, 2010).

Les États-Unis sont la principale destination des exportations canadiennes des produits de ce sous-secteur. En effet, en 2009, les exportations totales vers ce pays représentaient près de 678 millions de dollars. Suivent ensuite le Royaume-Uni (près de 23 millions de dollars), le Mexique, et la France (un peu plus de 9 millions de dollars chacun). La province ayant le plus contribué aux exportations totales canadiennes est l'Ontario, suivie du Québec et de la Colombie-Britannique. Les exportations par ces provinces ont respectivement représenté près de 662 millions de dollars, 93 millions de dollars et un peu plus de 14 millions de dollars (Industrie Canada, 2010). Il faut aussi noter que les importations canadiennes relatives aux produits de ce sous-secteur provenaient principalement des États-Unis, suivis de la Chine et de l'Allemagne, en 2009.

2.1.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les produits

Le 4 décembre 2004, le gouvernement du Canada a publié, dans la Gazette du Canada (Partie I), un *Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard du nonylphénol et de ses dérivés éthoxylés contenus dans des produits* (Ministère de l'Environnement, 2004). Les personnes (physiques ou morales) visées par cet avis sont celles qui :

- fabriquent des savons, des produits de nettoyage ou des auxiliaires de procédé pour l'industrie textile ou l'industrie des pâtes et papiers ou;
- importent au Canada des savons ou des produits de nettoyage; ou des auxiliaires pour les procédés de l'industrie textile; ou des auxiliaires pour les procédés de l'industrie des pâtes et papiers;
- achètent au moins 2000 kg de NP-NPE (incluant la substance brute ainsi que celle contenue dans les préparations et dans les produits finaux) au cours d'une année civile entre janvier 2003 et décembre 2012.

Les personnes visées devaient élaborer et commencer l'exécution d'un plan de prévention de la pollution au plus tard le 30 juin 2005 (ou 6 mois après leur

assujettissement dans le cas où celles-ci deviendraient assujetties à l'avis après sa date de publication). L'objectif de réduction des NP-NPE par cet avis est échelonné sur deux phases consécutives :

- la phase 1 visant une réduction de 50 % comparativement à l'année de référence (1998) d'ici 2007 (sauf pour les personnes qui deviennent assujetties après la publication de l'avis; elles doivent alors atteindre cet objectif dans l'année suivant son assujettissement);
- la phase 2 visant une réduction de 95 % comparativement à l'année de référence, d'ici le 31 décembre 2010 (sauf pour les personnes qui deviennent assujetties après la publication de l'avis; elles doivent atteindre cet objectif dans l'année qui suit l'atteinte de l'objectif de la phase 1).

Les entreprises du secteur des produits doivent remplir et déposer les annexes 1, 4 et 5 de l'avis visant les NP-NPE dans les produits aux dates prédéfinies. Outre le contenu et les dates de remise qui diffèrent, il s'agit sensiblement des mêmes déclarations que dans le cas de l'avis visant les NP-NPE et les effluents des usines textiles, à savoir :

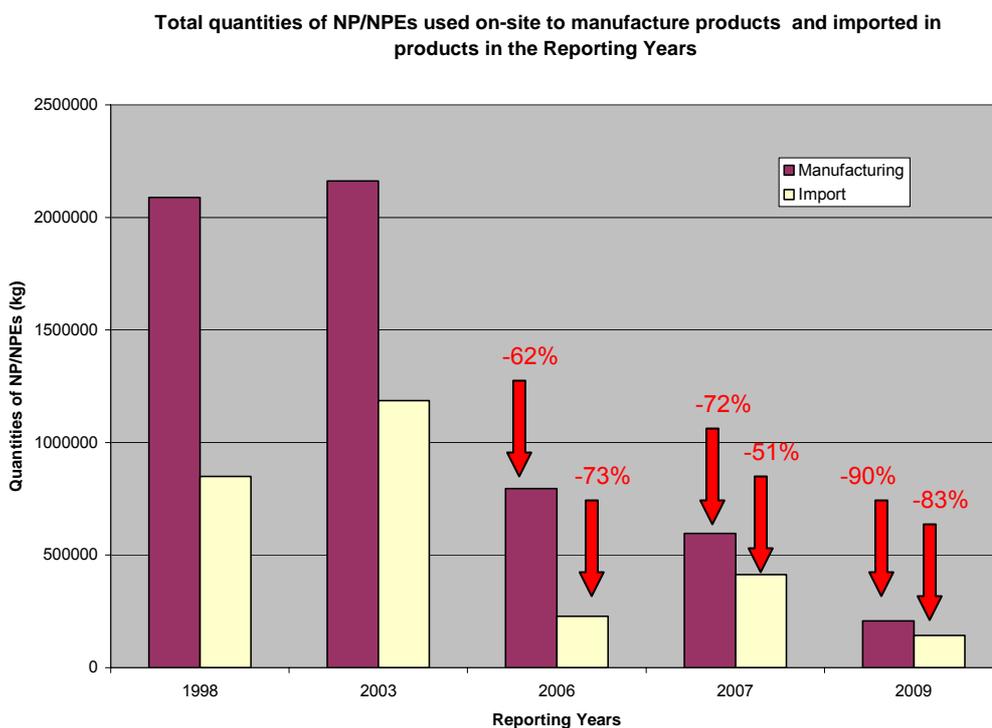
- une *Déclaration confirmant qu'un plan de prévention de la pollution a été élaboré et qu'il est en cours d'exécution* à soumettre au ministre au plus tard 30 jours après l'élaboration du plan de prévention de la pollution (annexe 1 de l'Avis);
- des *Rapports* provisoires à déposer au plus tard les 31 janvier 2007 (no.1), 2008 (no.2) et 2010 (no.3), sauf si la personne est devenue assujettie plus tard, auquel cas les dates diffèrent (annexe 4 de l'Avis);
- une *Déclaration confirmant l'exécution d'un plan de prévention de la pollution* à déposer dans les 30 jours suivant l'exécution du plan, au plus tard le 31 janvier 2011 (annexe 5 de l'Avis).

2.1.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des produits

Les résultats de réduction des NP-NPE pour les produits sont assez satisfaisants. Concernant la présentation des résultats, il faut mentionner que les données

d'utilisation ou d'importation des NP-NPE soumises par le biais de l'annexe 1 en 2005 correspondent aux années 1998 (année de référence) et 2003. Les autres résultats présentés correspondent aux rapports provisoires couvrant les années 2006, 2007 et 2009. Il faut noter que les données des trois dernières années excluent celles provenant des annexes 5 reçues jusqu'à maintenant, contrairement aux résultats présentés dans la présente étude pour le secteur textile. Enfin, les quantités ont été calculées à partir des données des usines ayant soumis des déclarations. Il n'est pas possible, pour le moment, de confirmer que toutes les usines assujetties à l'Avis sur les produits ont soumis les déclarations requises. Les quantités présentées pourraient donc possiblement être plus élevées dans la réalité.

Comme le montre la figure 2.1, quoique les quantités de NP-NPE utilisées pour la fabrication de produits («manufacturing») et celles retrouvées dans les produits importés («import») aient quelque peu augmenté de l'année de référence (1998) à 2003, elles ont ensuite baissé et même surpassé, dès 2006, l'objectif de la phase 1, soit une réduction de 50 % des NP-NPE d'ici 2007 par rapport à l'année de référence.



Modifié d'Environnement Canada, 2010a et 2007b (graphique disponible seulement en anglais).

Figure 2.1 : Quantités de NP-NPE dans les produits fabriqués et importés de 1998 à 2009

En effet, les quantités utilisées pour la fabrication de produits et celles importées dans les produits étaient respectivement de 796 384 kg et 228 282 kg en 2006 (voir le tableau 2.1), comparativement à 2 088 642 kg et 850 433 kg lors de l'année de référence (1998). Cela représente une réduction de 62 % pour la fabrication et 73 % pour l'importation.

Malgré qu'il y ait eu une hausse de la quantité de NP-NPE dans les produits importés en 2007, la quantité utilisée pour la fabrication de produits et la quantité importée dans les produits ont chuté en 2009, atteignant respectivement 207 947 kg et 143 757 kg. Ces valeurs correspondent à des réductions de 90 % et 83 % par rapport à l'année de référence. La réduction globale s'élève à 88 %, comme indiqué au tableau 2.1. Comme il a été mentionné précédemment, l'objectif de la phase 2 de l'Avis P2 est d'obtenir une réduction des NP-NPE dans les produits fabriqués et importés de 95 % comparativement à l'année de référence, d'ici le 31 décembre 2010. Concernant les NP-NPE utilisés pour la fabrication de produits, il faudra encore baisser de presque la moitié leur usage, soit de 103 515 kg, pour atteindre cet objectif. En effet, une utilisation totale maximum de 104 432 kg pour cette catégorie permettra de respecter l'objectif de la phase 2. Les résultats sont encourageants et il apparaît très probable que l'objectif final soit atteint, du moins en ce qui concerne la quantité de NP-NPE utilisés pour la fabrication de produits.

Tableau 2.1: Quantités et pourcentages de réduction des NP-NPE contenus dans les produits fabriqués et importés de 1998 à 2006

	Année de référence (1998)	2003	2006	2007	2009	Pourcentage de réduction 2009 vs 1998	Objectif 2010 Env. Can.
Qté utilisée dans la fabrication de produits (kg)	2 088 642	2 161 378	796 384	596 250	207 947	90 %	104 432
Qté importée dans les produits (kg)	850 433	1 186 847	228 282	413 745	143 757	83 %	42 522
Total (kg) :	2 939 075	3 348 225	1 024 666	1 009 995	351 704	88 %	146 954

Modifié d'Environnement Canada, 2010a.

Il semble toutefois que la réduction de la quantité de NP-NPE présents dans les produits importés soit plus difficile à atteindre. En effet, les résultats de réduction montrent que l'année 2007 a connu une hausse importante de cette quantité, par rapport à 2006. Néanmoins, la situation s'est inversée en 2009 où la quantité de NP-NPE dans les produits importés a diminué sous les valeurs de 2007 et 2006 et a atteint 143 757 kg. Cette baisse correspond à une réduction de 83 % par rapport à l'année de

référence. Pour atteindre l'objectif de réduction de la phase 2 pour cette catégorie, il faudra réduire encore de 101 235 kg. Cette valeur représente 70 % de la quantité de NP-NPE retrouvés dans les produits importés en 2009. L'atteinte de l'objectif final de réduction des NP-NPE contenus dans les produits importés semble présenter un défi de taille, d'autant plus que la date limite arrive dans quelques mois.

Bien que l'objectif de la phase 2 soit en voie d'être réalisé par l'ensemble des entreprises assujetties au plan P2 pour les produits, les quantités utilisées en 2009 sont relativement grandes. En effet, le total des quantités de NP-NPE dans les produits fabriqués et importés en 2009 est de 351 704 kg, ce qui est considérable comparativement avec le secteur textile pour la même année (12 kg). Il faut toutefois souligner que le secteur des produits pourrait utiliser une quantité de 147 000 kg annuellement pour la fabrication et l'importation de produits, tout en respectant l'objectif de réduction de 95 % par rapport à l'année de référence.

Si la tendance se maintient, l'Avis P2 pour le secteur des produits connaîtra lui aussi un bon succès. Néanmoins, la quantité qui restera en utilisation par ce secteur (147 000 kg) demeure élevée comparativement à celle des autres secteurs à l'étude. Rappelons que le secteur des produits était le principal visé par la stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE puisqu'il contribuait à 56 % des rejets en 1998-1999.

Dans l'éventualité où une étude plus exhaustive était réalisée sur cet Avis P2, il serait pertinent d'identifier les secteurs d'activités industrielles qui comptent poursuivre leur utilisation de NP-NPE après 2010 afin de bien cibler les besoins pour des mesures de gestion du risque ultérieures. De plus, il faudrait investiguer davantage pour connaître l'ensemble des causes du succès de la réduction des NP-NPE connue jusqu'à maintenant dans le secteur des produits. À ce sujet, certaines fermetures d'entreprises, dont une en particulier, semblent avoir eu un impact positif dans cette réduction. Sur les 72 entreprises assujetties initialement, trois ont remis une annexe 1 et fermé leurs portes par la suite. L'une d'entre elle a importé 392 879 kg de NP-NPE durant l'année de référence, ce qui représente 46 % du total des importations pour cette année. Ainsi, sur la réduction totale de 73 % en 2006 pour les importations de produits contenant des NP-NPE, 46 % provient de la fermeture d'une seule installation. Par ailleurs, cette même entreprise avait substantiellement contribué à l'augmentation des importations connue en 2003. Elle a en effet importé 596 937 kg de NP-NPE contenus dans des produits durant cette année. Il serait aussi pertinent de vérifier si certains des cas de non-conformité (fait référence ici à trois installations qui ont remis une annexe 1 mais

n'ont pas soumis leurs rapports provisoires) ont eu un impact sur les résultats. Pour l'une de ces entreprises, l'impact est jugé non significatif, mais il y aurait lieu d'approfondir d'avantage l'analyse pour les deux autres installations. En effet, leurs données sont confidentielles et il n'est donc pas possible pour le moment d'évaluer leur impact sur les résultats. Finalement, seulement quatre déclarants potentiels n'ont remis aucune annexe et sont potentiellement assujettis à l'Avis P2. Il n'est actuellement pas possible de savoir dans quelle mesure ces installations pourraient influencer les résultats obtenus. Il serait toutefois souhaitable qu'un suivi soit fait auprès de celles-ci afin de s'assurer que celles qui rencontrent les critères de l'Avis P2 se conforment et soient prises en compte dans le calcul des résultats.

2. 2 Secteur textile

En 1998 et 1999, la proportion moyenne de rejets environnementaux de NP-NPE provenant de produits de la transformation des textiles était de 18 % par rapport au total annuel des rejets de NP-NPE au Canada (Environnement Canada, 2004). Ayant été identifiée comme l'un des principaux secteurs rejetant des NP-NPE, l'industrie textile a été visée par le gouvernement dans son action pour la réduction de ces substances.

2.2.1 Profil du secteur textile

L'industrie textile s'est établie au Canada il y a plus de 150 ans. À l'époque, elle fabriquait des fils et tissus de fibres naturelles, mais elle s'est adaptée aux réalités changeantes du marché pour devenir une industrie à la fine pointe de la technologie. Aujourd'hui, elle alimente en produits à valeur ajoutée plus de 150 secteurs industriels (Industrie Canada, 2010). La production textile est principalement concentrée au Québec et en Ontario.

L'industrie textile canadienne englobe trois secteurs. D'abord, le secteur des usines textiles (code SCIAN 313) couvre la fabrication, la teinture et le finissage des fils, des tissus et de certains produits textiles. Ensuite, le secteur des usines de produits textiles (code SCIAN 314) couvre la fabrication de produits finis, notamment de tapis, carpettes et rideaux. Enfin, le secteur de la fabrication de fils et de filaments artificiels et

synthétiques (code SCIAN 325220) inclut la production de monofilaments, fils continus, brins et étoupe (Industrie Canada, 2010).

En 2008, l'industrie du textile canadienne a employé 24 300 travailleurs et a fabriqué des textiles et produits textiles pour environ 4,6 milliards de dollars (Industrie Canada, 2010). La contribution au produit intérieur brut (PIB) annuel de l'industrie textile était de 0,16 % en 2006 (Génivar, 2009). En 2008, les exportations de textiles canadiens représentaient 38,9 % de la fabrication totale, ce qui correspond à une chute de 17,7 %, principalement à cause du déclin du marché des exportations vers les États-Unis. En effet, dans certains sous-secteurs de l'industrie textile, le Canada est confronté à la concurrence de la Chine, de l'Inde et du Pakistan depuis le début des années 2000. La hausse de la valeur du dollar canadien a également constitué un obstacle majeur pour l'industrie textile canadienne. Quoi qu'il en soit, les États-Unis constituent le premier marché d'exportation de textiles pour le Canada, qui y a envoyé 78,4 % de ses exportations en 2008. Il faut aussi noter qu'entre 2004 et 2008, il y a eu des chutes des importations de produits textiles. Ces baisses découlent en grande partie de la diminution de la demande provenant de l'industrie du vêtement et d'autres industries en aval. En effet, l'industrie du vêtement constitue le principal marché en aval pour les produits textiles au Canada (Industrie Canada, 2010).

Pour maintenir sa compétitivité sur la scène internationale, l'industrie textile canadienne devra pénétrer de nouveaux marchés d'exportation et se tourner de plus en plus vers la production de textiles à forte valeur ajoutée (Industrie Canada, 2010). Il s'agit de textiles à haute performance ou de textiles adaptés à des usages spécialisés. Les textiles médicaux et industriels, les géotextiles, les agrotextiles, les textiles du bâtiment et les textiles de protection en sont des exemples. Néanmoins, selon Industrie Canada (2010), le manque de confiance des consommateurs, le chômage persistant et des prévisions économiques mitigées entretiendront sans doute la morosité sur le marché du textile, en particulier aux États-Unis, jusqu'à la fin de 2010. Il est à prévoir que cette situation aura un effet négatif sur les exportations canadiennes. L'augmentation des prix des matières premières et une réduction de l'accessibilité de ces matières en Amérique du Nord s'ajoutent aux autres obstacles rencontrés par les fabricants de textiles canadiens.

2.2.2 Outil de gestion du risque développé pour le secteur textile

Afin de réduire l'utilisation des NP-NPE dans le secteur textile, le gouvernement du Canada a publié, le 4 décembre 2004, un *Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des effluents des usines de textile qui utilisent des procédés de traitement au mouillé (EUT) et du nonylphénol (NP) et ses dérivés éthoxylés (NPE)* (Gazette du Canada, Partie I). Les personnes visées par cet avis sont celles qui :

- possèdent ou exploitent une usine textile ayant un traitement au mouillé;
- rejettent leurs effluents provenant des procédés de traitement au mouillé vers une installation extérieure de traitement des eaux usées; et
- ont rejeté un débit journalier moyen supérieur à 30 m³/jour pour au moins une année entre 1999 et 2003.

Comme une autre substance désignée toxique en vertu de la LCPE (1999), soit les effluents des usines textiles ou EUT, est également présente dans l'industrie textile, Environnement Canada (2010) a décidé que l'Avis mentionné ci-haut inclurait des objectifs de gestion du risque pour les deux substances (NP-NPE et EUT). Le premier objectif de l'Avis est d'obtenir et maintenir une toxicité CI_{50} (concentration inhibitrice de 50 % de la population exposée) de l'EUT supérieure à 13 %. Le deuxième objectif est de réduire l'utilisation des NP-NPE de 97 % par rapport à l'année 1998. Pour le présent travail, les résultats concernent exclusivement les NP-NPE.

Les rapports demandés par Environnement Canada aux usines textiles assujetties à l'Avis sont de trois types :

- Annexe 1 :

Les usines devaient d'abord remplir une *Déclaration confirmant qu'un plan de prévention de la pollution a été élaboré et qu'il est en cours d'exécution* (annexe 1 de l'Avis). Le plan devait être élaboré et son exécution devait commencer au plus tard le 31 janvier 2006. L'annexe 1 devait être remise au ministre dans un délai de 30 jours suivant cette date.

- Annexe 4 :

En cours de réalisation de leur plan de prévention de la pollution, les usines devaient remettre trois *Rapports provisoires* (annexe 4 de l'Avis). Ces rapports devaient être remis au plus tard les 1^{er} mars 2007, 2008 et 2009. Toutefois, si une annexe 5 (voir ci-dessous) était déposée avant la date limite prévue pour un rapport provisoire, il n'était alors pas requis de remettre ce rapport et les suivants.

- Annexe 5 :

Une fois leur plan de prévention de la pollution exécuté, les usines devaient remplir et déposer auprès du ministre, une *Déclaration confirmant l'exécution d'un plan de prévention de la pollution* (annexe 5 de l'Avis). Le plan devait être exécuté au plus tard le 31 janvier 2010 et l'annexe 5 devait être déposée dans les 30 jours suivants.

2.2.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur textile

En 2005, année visée par l'annexe 1, 63 usines étaient assujetties à l'Avis dont la majorité était située au Québec (59 %) et en Ontario (38 %). Les autres usines (3 %) étaient localisées en Nouvelle-Écosse (Environnement Canada 2010a et Environnement Canada 2008). Entre le début 2006 et la fin 2008, 12 usines ont remis une annexe 5 pour cause de fermeture (voir le tableau 2.2). Les données de 2009 ne sont pas toutes accessibles pour le moment mais il semble que le nombre d'usines soit resté stable (Dubreuil, 2010). Il faut souligner que le nombre d'usines ayant fermé leurs portes durant cette période est vraisemblablement supérieur à 12 car certaines usines ont fermé sans remettre d'annexe 5. Il n'est toutefois pas possible pour le moment d'obtenir le nombre exact de fermetures puisque les cas de fermetures sans annexe 5 n'ont pas été intégrés de façon évidente à la base de données d'Environnement Canada. Les cinq autres usines qui ont remis une annexe 5 durant la même période l'ont fait parce qu'elles ont rencontré leurs objectifs de gestion du risque des NP-NPE et des effluents textiles. En raison des nombreuses fermetures d'usines textiles survenues dans les dernières années, le nombre d'usines assujetties à l'Avis P2 a diminué. De fait, ce nombre est passé de 63 en 2005 à moins de 52 en 2008 et environ

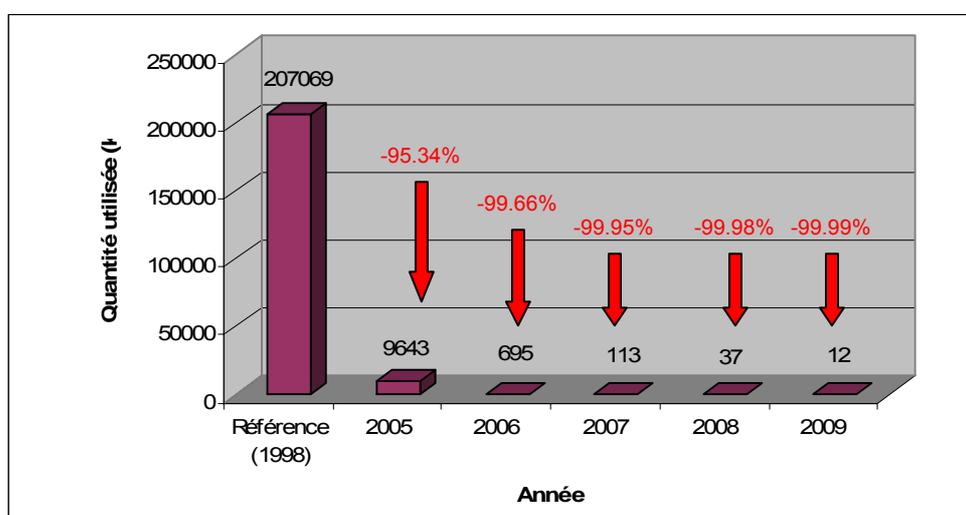
45 en 2009. Ces fermetures sont principalement dues à des facteurs économiques (Dubreuil, 2010).

Tableau 2.2 : Remise des annexes 5 de 2006 à 2008

	2006	2007	2008	Totaux
Nb ayant exécuté leur plan P2	2	3	0	5
Nb de fermetures	4	7	1	12

Inspiré d'Environnement Canada, 2010a et 2007a.

Les objectifs de réduction des NP-NPE pour l'ensemble des usines textiles ont été largement atteints (voir la figure 2.2).



Inspiré d'Environnement Canada, 2010a.

Figure 2.2 : Quantités de NP-NPE utilisées par les usines textiles entre 1998 et 2009

En effet, comme le montre la figure 2.2, la quantité de NP-NPE utilisée est passée de 207 069 kg pour l'année de référence (1998 pour la majorité des usines) à 9643 kg en 2005, puis à 695 kg en 2006, dépassant ainsi rapidement l'objectif de réduction de 97 % (Environnement Canada, 2007a). En 2007, deux usines québécoises utilisaient encore un total de 113 kg de NP-NPE alors qu'en 2008, elles l'ont réduit à 37 kg (Environnement Canada, 2010a et Dubreuil, 2010). En 2009, une seule usine a utilisé 12 kg de NP-NPE. La quantité totale de NP-NPE utilisée par l'ensemble des usines assujetties à l'Avis P2 est donc passée de 207 069 kg pour l'année de référence à 12 kg en 2009, ce qui est 17 000 fois moins. Ces résultats montrent que les usines assujetties à l'Avis P2 ont très bien répondu à cet outil de gestion du risque en en vue de la réduction des NP-NPE.

D'autres facteurs ont pu faciliter l'atteinte de l'objectif. Parmi ceux-ci, les fermetures d'usines (qui entraînent automatiquement le non usage des NP-NPE) et les règlements municipaux visant notamment le rejet de NP-NPE auraient pu avoir un impact sur la réussite qu'a connu le secteur textile dans la réduction de ces substances. Il semble pourtant que ces facteurs aient eu peu d'influence sur ce succès.

En effet, les fermetures d'usines ne semblent pas être une cause importante de réduction de NP-NPE puisque, sur les 12 usines ayant remis une annexe 5 et fermé leurs portes entre 2005 et 2008, neuf d'entre elles ont utilisé des NP-NPE durant l'année de référence (habituellement 1998), soit 8436 kg par rapport à un total de 207 069 kg pour l'ensemble des usines, ce qui représente une faible proportion de 4 %. Une seule de ces usines a déclaré avoir utilisé des NP-NPE en 2005, à savoir 10 kg, ce qui constitue seulement 0,1 % de l'utilisation totale des NP-NPE pour cette année (9643 kg) (Environnement Canada, 2008). Enfin, deux des 12 usines ont obtenu une entente de confidentialité avec Environnement Canada et nous n'avons pu obtenir leur quantité de NP-NPE utilisée dans le cadre de la présente étude. Selon ces informations, la fermeture d'usines n'aurait pas eu un grand impact dans la rencontre de l'objectif global de réduction des NP-NPE. Il faut toutefois comprendre qu'il y a probablement plus de 12 usines qui ont fermé leurs portes et que les résultats pourraient être différents si toutes les données relatives aux fermetures étaient disponibles. Il serait donc pertinent d'effectuer une vérification plus complète à ce sujet.

Les règlements relatifs aux rejets aux égouts des villes de Toronto et de Kingston en Ontario, précisent depuis le début des années 2000 des limites de rejets de NP-NPE dans les égouts. Le règlement de la Ville de Toronto a établi ces normes à 0,02 mg/L de NP et 0,2 mg/L de NPE dans les égouts sanitaires et combinés et à 0,001 mg/L de NP et 0,01 mg/L de NPE dans les égouts pluviaux (Ville de Toronto, 2008). La Ville de Kingston a révisé son règlement municipal en matière d'utilisation des égouts afin d'y inclure les mêmes limites de rejet du NP et des NPE (Environnement Canada, 2004). Pour se conformer à ces normes, l'industrie doit pratiquement cesser d'utiliser les NP-NPE (Environnement Canada, 2004). De plus, le règlement de la Ville de Toronto exige que certains secteurs industriels, notamment les usines de textile, élaborent et mettent en œuvre un plan de prévention de la pollution ayant la forme désignée par la Ville (Ville de Toronto, 2008). Lors de l'année de référence, six des 24 usines ontariennes visées par l'Avis P2 d'Environnement Canada étaient localisées dans les villes de Toronto (cinq usines) et de Kingston (une usine) (Environnement Canada, 2010a). En ce qui concerne Toronto plus particulièrement, une baisse de 7350 kg pour

les usines de cette ville a été constatée entre l'année de référence (1998 ou 2002 dans ces cas-ci) et 2005. Cette réduction de 99,99 % semble correspondre à la mise en vigueur des normes municipales pour les NP-NPE. Il semble effectivement que cet excellent résultat soit en partie attribuable aux exigences torontoises puisqu'en comparaison, la réduction de l'utilisation des NP-NPE pour l'ensemble des usines canadiennes pour la même période est de 94 %. Cependant, la réduction de 7350 kg pour les usines torontoises entre l'année de référence et 2005 représente seulement 3,5 % de la réduction totale canadienne pour la même période. Dans le cas où une étude plus exhaustive du sujet avait lieu, il serait pertinent de vérifier si d'autres villes canadiennes ont un règlement contenant des normes pour les NP-NPE. Un plus vaste échantillonnage permettrait de valider si les exigences municipales ont eu un réel effet sur le taux de réduction de l'utilisation des NP-NPE dans les usines textiles.

Dans l'ensemble, il semble que les deux facteurs de réussite mentionnés ci-haut n'ont probablement pas influencé dans une grande mesure les résultats obtenus par l'Avis P2. Le succès de réduction des NP-NPE dans l'industrie textile serait donc attribuable en grande partie à cet outil. Par contre, il serait pertinent d'investiguer aussi l'influence internationale sur le succès des mesures de réduction des NP-NPE dans l'industrie textile au Canada. Une revue de la législation, par exemple en Europe et aux États-Unis, pourrait permettre de mettre en lumière le rôle que certains pays ont pu jouer indirectement dans l'atteinte des objectifs canadiens.

2.3 Secteur des pâtes et papiers

En 1998 et 1999, la proportion moyenne de rejets environnementaux de NP-NPE provenant de produits de la transformation des pâtes et papiers était de 5 % par rapport au total annuel des rejets de NP-NPE au Canada (Environnement Canada, 2004). Malgré que ce pourcentage puisse sembler faible, il correspond néanmoins au quatrième rang en importance. La Stratégie de gestion du risque des NP-NPE cible donc aussi ce secteur. Comme il sera vu plus loin, l'industrie des pâtes et papiers a volontairement réduit l'utilisation des NP-NPE dans ses opérations. Le gouvernement n'a donc pas eu à élaborer un outil de gestion du risque pour ce secteur.

2.3.1 Profil du secteur des produits forestiers et des pâtes et papiers

Le secteur des produits forestiers est l'une des principales industries manufacturières du Canada et le plus gros exportateur net. Ce secteur comprend deux groupes : les produits du bois ainsi que le papier et les produits connexes (Industries Canada, 2010). Le groupe du papier et des produits connexes, ou l'industrie des pâtes et papiers, fabrique des produits comme la pâte, le papier journal, le papier impression, le papier d'emballage et le carton ainsi que des articles en papier à valeur ajoutée (Industries Canada, 2010).

Le Canada compte environ 130 usines de pâtes et papiers, principalement localisées au Québec, en Colombie-Britannique et en Ontario, et environ 520 autres usines d'industries connexes comme celle des produits transformés du papier, celle des matériaux de couverture bitumés, et celle des boîtes et sacs en papier (Environnement Canada, 2010b). Il faut toutefois noter que le nombre d'établissements répertorié par catégorie peut varier. D'une part, la création et la disparition d'entreprises sont observées chaque année. D'autre part, les établissements sont classés dans les catégories du SCIAN selon leur principale activité commerciale, c'est-à-dire selon leur produit qui génère le plus de revenus (Industries Canada, 2010). Si le produit dominant change d'une année à l'autre, l'établissement pourra aussi changer de catégorie et le compte des établissements par catégorie sera aussi différent selon l'année.

Il faut aussi souligner que les sous-groupes de cette industrie ainsi que ceux de l'industrie des produits du bois-d'œuvre sont interdépendants. Par exemple, les usines de pâtes et papiers utilisent les résidus produits par les scieries comme source de fibre. Ces résidus sont aussi utilisés par d'autres types d'usines de l'industrie du bois d'œuvre et des pâtes et papiers. Beaucoup de grandes compagnies sont d'ailleurs intégrées, gérant des opérations autant dans le secteur du bois d'œuvre que dans celui des pâtes et papiers (Environnement Canada, 2010b). Pour ces raisons, le bref profil économique exposé ici est tout d'abord un reflet de l'industrie forestière canadienne dans son ensemble. Dans un deuxième temps toutefois, il se veut plus spécifique à l'industrie des pâtes et papiers car ce groupe est davantage concerné pour le présent travail. De fait, ce sous-secteur de l'industrie forestière a été ciblé par la *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*.

Le secteur des produits forestiers est un important joueur de l'économie canadienne. En effet, il représente 1,2 % du produit intérieur brut (PIB) et génère environ 274 000 emplois directs (Environnement Canada, 2010b). En 2007, les expéditions totales de produits forestiers ont dépassé 68,4 milliards de dollars, dont près de la moitié ont été obtenus par les exportations. Ce secteur constitue la pierre angulaire de l'économie canadienne et est une importante composante de la structure industrielle du pays.

Pour mieux comprendre les renseignements économiques liés à l'industrie des pâtes et papiers, il faut d'abord comprendre la classification de ses sous-secteurs dans le SCIAN. Le tableau 2.3 permet de visualiser cette classification. Il faut noter que plus le code SCIAN a de chiffres, plus le secteur est spécifique et, à l'inverse, moins il a de chiffres, plus le secteur est général.

Tableau 2.3 : Codes SCIAN des secteurs et sous-secteurs reliés à l'industrie des pâtes et papiers

Code SCIAN	Secteur et sous-secteur
322	Fabrication du papier
3221	Usines de pâte à papier, de papier et de carton
32211	Usines de pâte à papier
32212	Usines de papier
32213	Usines de carton

Inspiré d'Industrie Canada, 2010

Les revenus manufacturiers pour le groupe des usines de pâte à papier, de papier et de carton (code SCIAN 3221) ont été de 20,9 milliards de dollars en 2007. Il faut noter qu'une diminution des revenus a été observée de 1998 à 2007, soit de 0,6 % par année en moyenne (Industries Canada, 2010). Le nombre d'employés pour ce groupe a aussi connu une diminution, passant de 17 058 travailleurs en 1998 à 11 054 en 2007 (diminution de 4,2 %). Toutefois, entre 2006 et 2007, une augmentation de 2 % du nombre d'employés a été observée (Industries Canada, 2010). Les principaux pays importateurs de produits des usines de pâte à papier, de papier et de carton (code SCIAN 3221) sont les États-Unis et la Chine. En 2009, les exportations canadiennes vers ces pays ont représenté respectivement 0,92 et 0,13 milliard de dollars. Les principales provinces qui ont contribué à ces exportations sont le Québec (5 milliards de dollars), la Colombie-Britannique (3,4 milliards de dollars) et l'Ontario (2,1 milliards de dollars). Lors de cette même année, la Colombie-Britannique était le principal exportateur du groupe des usines de pâte à papier (code SCIAN 32211), alors que le Québec était la plus importante province exportatrice de papier (code SCIAN 32212) et de carton (code SCIAN 32213).

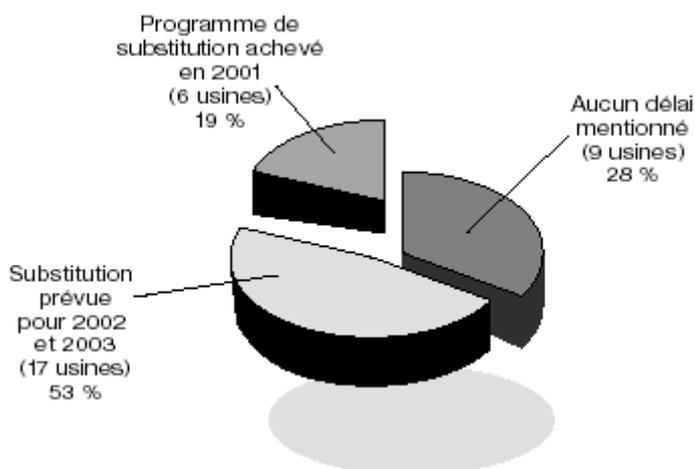
2.3.2 Mesures de réduction des NP-NPE adoptées par le secteur des pâtes et papiers

Le secteur des pâtes et papiers a choisi d'affronter lui-même la problématique des NP-NPE par des mesures volontaires. En effet, l'Association des produits forestiers du Canada (APFC) encourage ses membres depuis 1997 à ouvrir le dialogue avec leurs fournisseurs de produits chimiques afin de trouver des alternatives aux NP-NPE (Environnement Canada, 2003). Afin de vérifier l'état d'avancement de ces mesures volontaires et de dresser un portrait de l'utilisation des NP-NPE dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers, l'APFC en collaboration avec Environnement Canada a mené un sondage national en 2001. Les résultats de ce sondage ainsi que des informations actualisées sont présentés ci-dessous.

2.3.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des pâtes et papiers

Concernant l'utilisation des NP-NPE dans le secteur des pâtes et papiers, les données provenant du sondage effectué par l'APFC en 2001 sont les plus récentes accessibles actuellement (Gilbride, 2010). Sur les 149 usines de pâtes et papiers qui ont reçu le questionnaire, 136 l'ont complété et retourné, ce qui correspond à un taux de participation de 91 %.

Les résultats du sondage se sont avérés encourageants. Des 136 usines répondantes, 40 ont déclaré avoir utilisé ou entreposé des NP-NPE en 2001. La quantité totale de NP-NPE utilisée par ces 40 usines pour l'année 2001 était de 643 858 kg. Les principaux usages décrits sont l'utilisation comme agent de dispersion de la résine (54 %) et comme agent de mouillage (37 %). Il faut aussi mentionner que, selon ce sondage, seulement 10 usines ont consommé 99 % de la quantité totale de NP-NPE utilisée en 2001 par l'ensemble des usines répondantes. Parmi les 40 usines qui ont utilisé des NP-NPE en 2001, 32 (80 %) ont déclaré avoir élaboré un programme de substitution pour remplacer les produits contenant des NP-NPE par des substituts moins dommageables pour l'environnement (Environnement Canada, 2003). Comme le montre la figure 2.3, six de ces 32 usines avaient déjà atteint les objectifs de leur programme en 2001 alors que 17 visaient une élimination des NP-NPE pour 2002 et 2003 et neuf n'avaient pas indiqué de délai précis pour leur programme de substitution.



Tiré d'Environnement Canada, 2003.

Figure 2.3 : Délai fixé par les 32 usines déclarant avoir instauré un programme de substitution pour leurs produits contenant des NPE

En janvier 2003, les neuf plus grandes utilisatrices de NP-NPE pour l'année 2001, représentant 99 % de l'utilisation totale en 2001, ont été contactées par l'APFC pour vérifier si leur plan de substitution était terminé à la fin de l'année 2002.

Tableau 2.4 : Degré de substitution des NP-NPE pour les neuf usines ayant été contactées en 2003

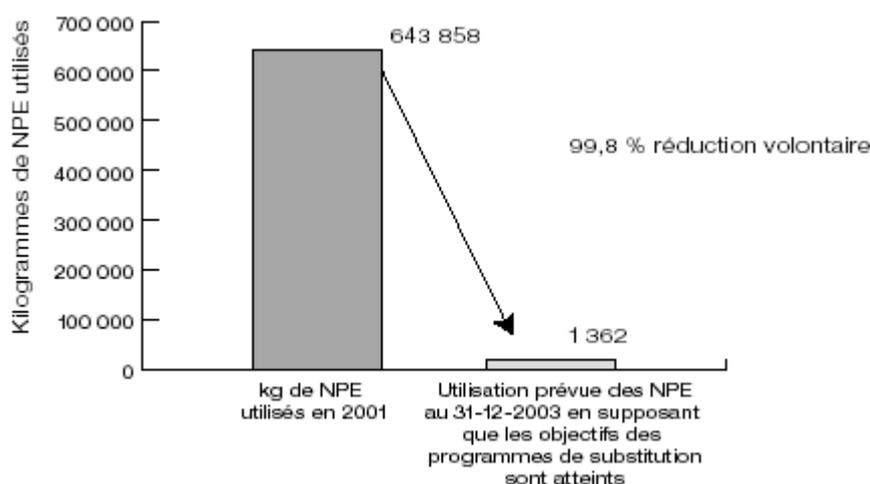
Degré de substitution en date de janvier 2003	Nombre d'usines	Données complémentaires
Substitution complétée	4	Complétée en 2001 et 2002
Presque terminé	2	Aucun nouvel achat de produits contenant des NP-NPE, utilisation des stocks d'ici à la fin 2003
Incomplet	3	Substitution probable pour 2003

Modifié d'Environnement Canada, 2003.

Comme le montre le tableau 2.4, parmi ces neuf usines, quatre avaient complété leur programme de substitution en 2001 et 2002 et deux usines avaient presque terminé leur plan. Les trois usines restantes étaient encore en période d'essai afin de trouver un produit substitut acceptable et avaient comme nouvelles dates cibles pour leur substitution septembre et décembre 2003.

Sur les 40 usines qui ont déclaré avoir utilisé ou entreposé des NP-NPE en 2001, seulement huit n'avaient pas élaboré de programme de substitution lors du suivi en janvier 2003. La quantité totale de NP-NPE utilisée par ces huit usines pour 2001 est de 1362 kg. Il a donc été supposé par les auteurs de l'étude (Environnement Canada, 2003) que, dès l'année 2004, la consommation totale de NP-NPE par les 136 usines

ayant répondu au questionnaire correspondrait à la quantité utilisée par les usines n'ayant pas mis en œuvre des mesures de substitution, soit 1362 kg. La figure 2.4 montre d'ailleurs cette projection « post 2003 » de la quantité totale de NP-NPE utilisée comparativement à l'année 2001. Cette réduction est estimée à 99,8 %. Compte tenu qu'un Avis de P2 visant les importateurs et manufacturiers de produits contenant des NP-NPE a été mis en œuvre depuis 2004 afin d'encourager la réduction de NP-NPE dans les savons et détergents et auxiliaires de procédé dans les industries textile et des pâtes et papiers, il est probable que la réduction estimée pour le secteur des pâtes et papiers soit maintenant plus élevée encore.



Tiré d'Environnement Canada, 2003.

Figure 2.4 : Consommation future (en supposant que les objectifs des programmes de substitution seront atteints) versus consommation de 2001

Les raisons mentionnées par deux des usines qui n'ont pas instauré de programme de substitution sont que les quantités utilisées étaient minimes (moins de 100 kg) et que le taux de rendement et les coûts des produits de substitution ne le permettaient pas. Néanmoins, la majorité des usines se sont dites satisfaites du rendement (86 %), du coût (75 %), de l'aspect santé-sécurité (76 %) et de la manutention (95 %) des produits substitués.

Selon le rapport *Utilisation des produits contenant du nonylphénol et ses dérivés éthoxylés dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers en 2001* (Environnement Canada, 2003), les mesures prises volontairement par l'industrie des pâtes et papiers ont donc permis de réduire substantiellement les quantités de NP-NPE utilisées dans ce secteur.

Comme certaines usines n'avaient pas encore complété leur plan de substitution des NP-NPE lors de la mise à jour du rapport d'Environnement Canada en 2003, les données de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) ont été consultées afin de vérifier l'état d'avancement des mesures volontaires de réduction dans le secteur des pâtes et papiers (Gilbride, 2009). Les données les plus récentes trouvées datent de 2004, ce qui veut dire qu'aucune usine n'aurait utilisé plus de 10 tonnes de NP-NPE annuellement depuis ce temps.

Au sujet de l'INRP, il faut mentionner que neuf espèces de NP-NPE ont été incluses à la liste des substances nécessitant une déclaration en 1999. L'Avis de 2009 en contient maintenant 29. Les installations qui sont assujetties à l'Avis sont celles dont les employés ont travaillé collectivement au moins 20 000 heures durant l'année civile de déclaration. De plus, pour être dans l'obligation de déclarer leurs rejets de NP-NPE à l'INRP, ces usines doivent fabriquer, traiter ou utiliser d'une autre manière au moins 10 tonnes de NP-NPE à une concentration d'au moins 1 % en poids (Environnement Canada, 2008). Toutefois, les NP-NPE étaient fort probablement utilisés en moindre quantité par l'industrie forestière. Il est donc possible que des usines aient continué d'utiliser des NP-NPE sans devoir le déclarer à l'INRP. Ceci pourrait expliquer pourquoi il n'y a pas eu de déclaration à l'INRP concernant les NP-NPE de la part de l'industrie des pâtes et papiers après 2004, mais ne garantit pas qu'il n'y ait pas eu de NP-NPE utilisés par ce secteur depuis cette date.

Afin d'obtenir des données plus récentes sur le succès des mesures de réduction des NP-NPE prises par l'industrie des pâtes et papiers, Environnement Canada planifie de valider en 2011 les résultats du sondage effectué par l'APFC en 2001 (Dubreuil, 2010). Une des options stratégiques serait de vérifier et mettre à jour l'information auprès des fournisseurs de produits chimiques des usines de pâtes et papiers. Si ceux-ci ont substitué les NP-NPE dans les produits achetés par l'industrie des pâtes et papiers, cela permettra de conclure que celle-ci n'utilise effectivement plus ces substances aujourd'hui. Cette façon de faire sera plus efficace que d'effectuer un sondage auprès des compagnies de pâtes et papiers, car les fournisseurs sont beaucoup moins nombreux que ces dernières. De plus, il serait avantageux de valider les résultats en s'informant directement auprès des fournisseurs plutôt que de le faire par le biais des données reçues par les déclarations d'entreprises en vertu de l'Avis P2 sur les produits. En effet, les données provenant de ces déclarations ne permettent pas d'établir facilement des corrélations avec un secteur en particulier.

Pour l'instant, Environnement Canada sait que les fournisseurs de produits chimiques des compagnies forestières, qui étaient assujettis à l'Avis P2 concernant les produits, ont mis de l'avant des actions afin de réduire considérablement le contenu en NP-NPE de leurs produits (Gilbride, 2009). De plus, il est peu probable que les NP-NPE aient été réintroduits dans l'industrie des pâtes et papiers. En effet, vu la toxicité prouvée des NP-NPE et l'existence d'alternatives viables à ceux-ci, il serait surprenant que les usines de pâtes et papiers aient repris l'usage de ces substances (Gilbride, 2010).

2.4 Secteur des usines municipales de traitement des eaux usées

Dans sa Stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE, Environnement Canada n'a pas ciblé directement les effluents municipaux dans la mesure où il prévoyait s'attaquer d'abord aux NPE à la source, par le biais des mesures de gestion du risque proposées pour les produits renfermant des NPE (Environnement Canada, 2004). Le secteur des effluents municipaux est néanmoins pris en compte dans la Stratégie, notamment parce que les eaux usées des stations d'épuration municipales qui ne comportent qu'un traitement primaire peuvent contenir des concentrations de NP-NPE bien au-delà des niveaux présentant des problèmes de toxicité aquatique (Environnement Canada, 2004). De plus, les usines d'épuration possédant des traitements secondaire ou tertiaire ne traitent pas toutes les eaux industrielles avec la même efficacité. Enfin, dans le cas des réseaux d'égouts unitaires pour les eaux pluviales et les eaux usées sanitaires (incluant les eaux usées non domestiques), le rejet d'effluents non traités par débordement lors de fortes pluies (surverses) est fréquent (Environnement Canada, 2004). Comme il sera vu au point 2.4.2, même si Environnement Canada n'a pas développé d'outils spécifiquement pour les NP-NPE dans les effluents municipaux, certaines mesures ont été prises en parallèle pour réduire les NP-NPE dans ce secteur.

2.4.1 Profil de la situation des effluents municipaux au Québec

Chaque province canadienne a son propre fonctionnement pour la gestion de ses effluents municipaux. Pour le présent travail, seul le portrait de la situation des effluents municipaux du Québec sera présenté. Au Québec, la gestion des services de l'eau relève dans la plupart des cas des municipalités. Celles-ci possèdent la quasi-totalité des infrastructures liées à l'eau potable et aux eaux usées et détiennent un ensemble

de pouvoirs à cet effet. Elles gèrent notamment la collecte et le traitement des eaux usées et la protection contre la pollution des eaux (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2002). Les activités liées aux services d'eaux sont planifiées, financées et contrôlées par les municipalités. Toutefois, les contraintes environnementales applicables aux rejets des eaux usées des stations municipales sont définies par le gouvernement provincial dans le cadre de son programme d'assainissement et sont appliquées au moyen d'ententes de financement de projets municipaux. Les municipalités bénéficiaires de ces programmes s'engagent à exploiter leurs ouvrages conformément aux exigences gouvernementales. Ces exigences sont définies en fonction des particularités de chaque ouvrage et sont vérifiées à l'aide d'un programme de suivi qui dicte les données à communiquer périodiquement au gouvernement. Celui-ci réalise un bilan annuel sur le rendement des stations d'épuration (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2002).

Les renseignements utilisés pour dresser le bref portrait de la situation actuelle des stations d'épuration du Québec proviennent des statistiques générales présentées dans le rapport du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (2009) : *Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2008*. Dans ce rapport, le ministère a évalué la performance de 726 stations d'épuration et 4253 ouvrages de surverses qui étaient en service au 1^{er} janvier 2008.

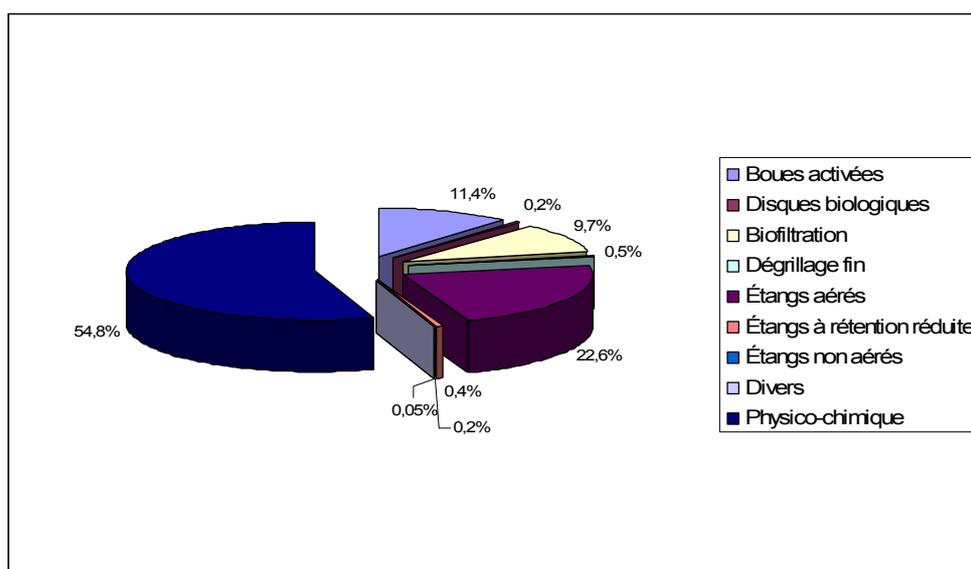
Le tableau 2.5 montre le nombre de stations répertoriées au Québec, par type de traitement ainsi que le nombre de surverses leur étant respectivement reliées. Les étangs aérés sont de loin le principal type de traitement utilisé au Québec avec 496 installations. Ce nombre représente 68,3 % des stations d'épuration québécoises. C'est aussi ce type de traitement qui comporte le plus grand nombre de surverses, soit 54,0 % du nombre total d'ouvrages de surverses. La biofiltration et le traitement physico-chimique sont les installations les moins fréquentes avec respectivement huit et 13 stations de ce genre, soit 1,1 % et 1,8 %. Il faut ajouter que la catégorie « Divers » au tableau 2.5 comprend notamment des filtres intermittents à recirculation, des fosses septiques, des roseaux (marais artificiels) et des filtres à tourbe (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009).

Tableau 2.5 : Nombre de stations par type de traitement et nombre de surverses associées au Québec en 2008

Type de traitement	Nombre	Nombre de surverses
Boues activées	48	671
Disques biologiques	20	37
Biofiltration	8	368
Dégrillage fin	26	105
Étangs aérés	496	2299
Étangs à rétention réduite	42	124
Étangs non aérés	36	23
Divers	37	31
Physico-chimique	13	595
Total :	726	4253

Modifié du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009

La figure 2.5 montre la répartition, en pourcentage, de la capacité hydraulique totale de chacun des divers types de traitement présentés ci-haut.



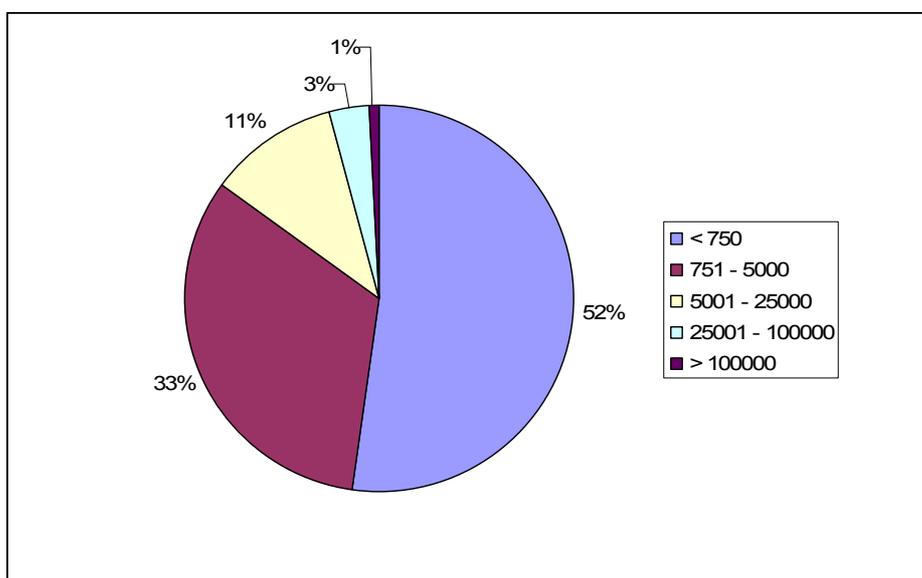
Modifié du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009

Figure 2.5 : Répartition de la capacité hydraulique des 726 stations évaluées en 2008 par type de traitement

Le traitement physico-chimique est le traitement qui comportait en 2008 la plus grande capacité hydraulique, soit 54,8 % de la capacité totale des 726 stations évaluées. Il faut cependant souligner que la station de la Ville de Montréal compte pour beaucoup dans ce pourcentage. En effet, elle emploie un traitement de type physico-chimique et représente à elle seule 42 % de la capacité totale de toutes les stations évaluées (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009).

Suivent ensuite les étangs aérés avec une capacité hydraulique de 22,6 %, les boues activées avec une capacité de 11,4 % et la biofiltration avec une capacité de 9,7 %. Les autres types de traitement sont des petits joueurs au niveau de la capacité hydraulique, représentant entre 0,05 % (catégorie des divers) et 0,5 % (dégrillage fin).

La figure 2.6 montre la répartition, en pourcentage, des stations d'épuration québécoises selon le débit d'eaux usées traitées. La majorité des stations d'épuration, soit 52 %, traitent des petits débits, c'est-à-dire inférieurs à 750 m³/d. Le débit de 97 de ces stations, mesuré en 2008, était même inférieur à 100 m³/d. Seulement 1 % des stations québécoises ont traité, en 2008, des débits supérieurs à 100 000 m³/d.



Modifié du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009

Figure 2.6 : Répartition, en pourcentage, des stations d'épuration du Québec selon le débit mesuré en 2008 (m³/d)

L'âge moyen des stations évaluées était de 13,6 ans au 1^e janvier 2008. Toutefois, l'âge peut considérablement varier d'une station à l'autre. Il faut souligner que les stations qui sont en activité depuis plus de 10 ans risquent d'avoir besoin de remplacements ou des mises à niveau de certains de leurs équipements, en particulier en ce qui concerne les stations mécanisées : biofiltration, boues activées, disques biologiques, physico-chimiques (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009). Néanmoins, plusieurs stations ont déjà été sujettes à des améliorations ou des agrandissements (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 2009).

2.4.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les effluents municipaux

Trois outils visant plus ou moins directement la réduction des NP-NPE dans les effluents des stations d'épuration municipales ont été développés récemment par le gouvernement fédéral : un avis de prévention de la pollution à l'égard des chloramines inorganiques et des eaux usées chlorées, une stratégie pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales et un nouveau règlement visant à limiter certains polluants dans les effluents municipaux.

Le gouvernement du Canada a publié, le 4 décembre 2004 dans la Gazette du Canada (Partie I), un *Avis requérant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des chloramines inorganiques et des eaux usées chlorées*. Les personnes visées par l'Avis devaient élaborer et exécuter un plan de prévention de la pollution concernant ces substances. Ces personnes sont celles qui possèdent un réseau d'assainissement dont le rejet annuel moyen d'effluent dans les eaux de surface (en 2004 ou 2005) était supérieur ou égal à 5000 m³/jour et où la concentration du chlore résiduel total était supérieure à 0,02 mg/L dans tout échantillon. L'objectif premier de cet Avis est d'atteindre et de maintenir une concentration de chlore résiduel total inférieure ou égale à 0,02 mg/L dans les effluents municipaux rejetés dans les eaux de surface d'ici le 15 décembre 2009.

Bien que l'objectif de cet Avis ne soit pas directement lié aux NP-NPE, le suivi de ces substances est inclus parmi les «facteurs à considérer» lors de l'élaboration du plan de prévention de la pollution. En effet, à l'article 4 (5) de l'Avis, il est suggéré d'inclure des mesures de prévention et de contrôle visant les risques posés par d'autres substances pouvant être présentes dans les effluents municipaux, en particulier certaines substances figurant à l'annexe 1 de la LCPE dont les NP-NPE.

Selon un examen sommaire des rapports soumis par les usines municipales, cet Avis n'aurait pas permis une amélioration importante au niveau de la présence des NP-NPE dans les effluents municipaux.

Le deuxième outil de gestion des effluents municipaux impliquant les NP-NPE est la *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*. Le Conseil des ministres du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a approuvé cette stratégie le 17 février 2009. Cette stratégie, qui sera mise en

application par les provinces, a deux grands objectifs : renforcer la protection de la santé humaine et de l'environnement ainsi que clarifier les modes de gestion et les réglementations provinciales et municipales des effluents d'eaux usées municipales.

La Stratégie, élaborée de concert par le CCME et les provinces, crée un cadre de gestion uniformisé pour l'exploitation des usines d'épuration municipales. Elle édicte des recommandations nationales que les provinces pourraient éventuellement intégrer dans leurs règlements respectifs. Elle définit notamment des normes de performance nationales qui constituent des exigences minimales de qualité à l'égard des effluents rejetés dans les eaux de surface par les ouvrages d'assainissement municipaux (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2009). Elle prescrit aussi des lignes directrices pour l'établissement des objectifs environnementaux de rejet. Ceux-ci seront déterminés au moyen d'une évaluation du risque environnemental propre à chaque site. Cette évaluation, qui consiste en une caractérisation initiale de l'effluent prenant en compte les caractéristiques du milieu récepteur, devrait permettre de déterminer les substances potentiellement préoccupantes qui sont présentes dans l'effluent. De fait, si une substance se retrouve en une concentration qui ne permet pas de protéger la santé humaine ou le milieu récepteur, un objectif environnemental sera alors fixé pour cette substance (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2009). Les propriétaires d'ouvrages d'assainissement des eaux usées ont jusqu'en 2012 pour effectuer la caractérisation initiale de leur effluent.

Les exigences minimales en matière de caractérisation initiale sont énoncées en annexe de la Stratégie. Le suivi des substances lors de la caractérisation initiale comprend une variété d'éléments, notamment le pH, les BPC, les HAP et la DCO (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2009). Il comprend aussi les surfactants et autres substances spécifiquement associées aux installations industrielles ou commerciales qui déversent leurs eaux usées dans un réseau d'égout. Les NP-NPE seraient donc caractérisés dans les effluents de certaines usines municipales s'il est déterminé que ces substances y sont présentes de façon importante.

En parallèle, le gouvernement fédéral travaille actuellement à développer un règlement visant les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées en vertu de la *Loi sur les pêches*. Le projet de règlement a été publié en partie 1 de la Gazette du Canada, le 20 mars 2010, pour fins de consultations publiques. Les parties intéressées avaient jusqu'au 19 mai 2010 pour soumettre leurs commentaires. Il est prévu que ce

nouveau règlement soit publié en Gazette 2 vers la fin de 2010. Il s'appliquerait à tout système d'assainissement des eaux usées ayant la capacité de rejeter un effluent de 10 m³/jour ou plus, à partir de son point de rejet final, et qui rejette une substance nocive dans les eaux de surface (Gazette du Canada, 2010). Toutefois, le propriétaire ou l'exploitant d'un système d'assainissement qui déverserait un effluent non conforme aux normes nationales sur la qualité des effluents, c'est-à-dire aux normes comprises dans le règlement, pourrait demander une autorisation transitoire qui établirait les conditions relatives au maintien de l'exploitation d'un tel système et un échéancier fondé sur le risque pour éventuellement satisfaire à ces normes.

Le nouveau règlement fédéral comprendra essentiellement les mêmes normes de rejets que celles de la Stratégie. Les NP-NPE ne seront donc pas normés par celui-ci, mais les stations qui devront effectuer des études de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) devront faire le suivi des éthoxylates d'alkylphénol, dont les NP-NPE font partie (Chabot, 2010). Ces stations sont celles dont la concentration de leur effluent est de 10 % ou plus dans le milieu récepteur à 100 m du point de rejet de l'effluent. Les mesures de concentration de ces substances devront être effectuées deux fois par année, à au moins un mois d'intervalle (Gazette du Canada, 2010). Il faut ajouter que d'autres substances d'intérêt seront sujettes à un suivi dans le cadre des ESEE, notamment le 17 β -estradiol. Il est prévu que des ententes bilatérales entre le Canada et les provinces soient établies afin que ces dernières réalisent la mise en application de la majeure partie du règlement.

2.4.3 Résultats de réduction des NP-NPE au niveau des effluents municipaux

Les outils de gestion du risque qui ont été présentés à la section 2.4.2 ne visent pas directement les NP-NPE et il est difficile, voire impossible, d'évaluer leur impact sur la réduction des NP-NPE. En effet, la *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales* vise l'ensemble des contaminants. De plus, elle est très récente et le nouveau règlement fédéral sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées n'est pas encore entré en vigueur.

À titre informatif concernant l'Avis sur les chloramines inorganiques et les eaux usées chlorées, 81 usines d'épuration des eaux usées ont remis un plan de planification de prévention de la pollution (annexe 1) dont la majorité, soit 63 usines, est située en Ontario. Au Québec, une seule usine municipale est visée par cet Avis. Ce qui explique

qu'une seule usine québécoise soit assujettie à l'Avis est que lorsque le *Programme d'assainissement des eaux du Québec* (PAEQ) a été instauré en 1978, certaines inquiétudes étaient déjà soulevées quant aux problèmes environnementaux liées à la chloration. Par conséquent, la chloration a été proscrite par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) dans le cadre du PAEQ (MDDEP, 2002).

Concernant la réduction des NP-NPE, selon une analyse sommaire des rapports contenus dans la *Base de données sur la planification de la prévention de la pollution* (Environnement Canada, 2010b), il semble que certaines usines assujetties à l'Avis ont inclus dans leur plan P2 des mesures pour gérer ces substances lorsque celles-ci étaient présentes dans leurs effluents. Toutefois, le questionnaire visant principalement les chloramines et le chlore résiduel, il n'est pas possible d'avoir davantage d'informations concernant la réduction des NP-NPE.

Au 14 mai 2010, seulement neuf usines sur 81 avaient remis une déclaration confirmant l'exécution de leur plan de prévention de la pollution (annexe 5), ou du moins, seulement neuf annexes 5 étaient accessibles sur le site internet d'Environnement Canada. Il n'est pas possible de donner des renseignements sur le suivi des NP-NPE puisqu'encore une fois, le questionnaire ne demandait pas de données précises au sujet des NP-NPE. L'information obtenue par le biais des deux questionnaires (annexes 1 et 5) n'est donc pas suffisante pour évaluer cet outil en ce qui concerne les NP-NPE.

2.5 Secteur des pesticides

Les NP-NPE dans les pesticides représentaient en moyenne 8 % du pourcentage total des rejets en NP-NPE au Canada en 1998 et 1999. Le secteur des pesticides était au troisième rang des sources de rejets en NP-NPE et il a été ciblé par la Stratégie de gestion du risque des NP-NPE d'Environnement Canada. C'est toutefois Santé Canada, par l'intermédiaire de son Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), qui a eu le mandat de mettre en place des mesures de gestion du risque visant la réduction des NP-NPE dans les pesticides.

2.5.1 Profil du secteur des pesticides

Selon Campbell et al. (2000), des sondages auprès de l'industrie ont révélé que les NP-NPE étaient utilisés dans 20 à 30 % des pesticides à des concentrations moyennes variant entre 0,4 et 15 %. Ces données semblent dater de la fin des années 1990. En 1998, le volume total de NP-NPE utilisé par cette industrie était estimé entre 1230 et 1840 tonnes au Canada (Campbell et al., 2000).

Le secteur de la fabrication de pesticides et d'autres produits chimiques agricoles (code SCIAN 32532) comprend les établissements qui fabriquent notamment des fongicides, des herbicides, des insecticides, des rodenticides et des antiparasitaires domestiques (Industries Canada, 2010). En décembre 2008, le Canada comptait 43 établissements dans cette classe industrielle, dont 30,2 % étaient exploités en « propre indéterminés » et 69,8 % qui comptaient un ou plusieurs salariés. Ces établissements sont principalement localisés en Ontario (32,6 %), au Québec (20,9 %) et en Alberta (14,0 %). Selon Campbell et al. (2000), à la fin des années 1990, les plus fortes ventes de pesticides ont été faites en Saskatchewan, en Alberta, en Colombie-Britannique, au Manitoba et en Ontario.

En 2007, la valeur des revenus manufacturiers de ce secteur était de 681,7 millions de dollars pour l'ensemble du Canada. Entre 1998 et 2007, les revenus manufacturiers ont connu une augmentation de 5,7 % en moyenne. Entre 2006 et 2007, la valeur des revenus a augmenté de 14 % (Industrie Canada, 2010). Le nombre total d'employés pour cette classe industrielle au Canada a connu une baisse assez importante. En effet, il est passé de 1049 travailleurs en 1998 à 581 travailleurs en 2007. Des 581 travailleurs, 227 étaient des employés de la production et 354 des employés administratifs. Les employés de la production constituaient 53,7 % de l'effectif en 1998, comparativement à 39,1 % en 2007. Le résultat a été une augmentation relative de la proportion d'employés administratifs (Industrie Canada, 2010). Plusieurs facteurs peuvent influencer la composition de la main-d'œuvre d'un secteur d'activité. D'abord, comme l'économie est de plus en plus axée sur le savoir, le poids relatif des employés administratifs tend à s'accroître (Industries Canada, 2010). De plus, les progrès technologiques peuvent entraîner une baisse de la demande des employés de production. Enfin, la tendance à sous-traiter certains services peut aussi avoir une incidence sur l'emploi pour les deux types d'employés (Industrie Canada, 2010).

Les exportations totales des produits de cette classe industrielle sont principalement destinées aux États-Unis. En 2009, ces exportations représentaient près de 112 millions de dollars (Industrie Canada, 2010). L'Italie et le Mexique viennent aux deuxième et troisième rangs des principaux importateurs de pesticides et autres produits chimiques agricoles en provenance du Canada. Les exportations vers ces pays ont représenté respectivement 1,5 million de dollars et près de 887 000 dollars. Les principales provinces qui ont participé à ces exportations en 2009 sont l'Ontario (57,3 millions de dollars), la Saskatchewan (49,9 millions de dollars) et la Colombie-Britannique (5 millions de dollars). Le Québec vient seulement au cinquième rang, après l'Alberta, et a contribué aux exportations pour une valeur de 2,8 millions de dollars (Industrie Canada, 2010). Il est un peu étonnant que 20,9 % des établissements de cette classe industrielle soient localisés au Québec et que cette province n'ait pas davantage contribué aux exportations. Il est possible que les installations québécoises soient de plus petite envergure, ce qui pourrait expliquer cette situation.

2.5.2 Outils de gestion du risque développés pour les NP-NPE dans les pesticides

Au niveau du gouvernement fédéral, le secteur des pesticides est géré par l'Agence réglementaire de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada. Dans le cadre des mesures identifiées par la Stratégie de gestion du risque d'Environnement Canada visant les NP-NPE, l'Agence a entrepris un processus d'examen et d'évaluation interne afin d'étudier les possibilités de gestion du risque des NPE dans les pesticides (Environnement Canada, 2004). En février 2003, elle a communiqué par courrier avec les compagnies qui avaient des produits antiparasitaires contenant des NP-NPE (à une concentration supérieure à 1 % p/p) afin de leur demander de remplacer ceux-ci par des produits substitués présentant moins d'effets nocifs sur l'environnement (Fortier, 2010). Dans cette lettre, l'Agence demandait aussi aux compagnies de lui soumettre un plan d'action ainsi que leur engagement pour la substitution des NP-NPE contenus dans leurs pesticides. La lettre mentionnait aussi qu'un changement dans la composition d'un pesticide nécessitait que l'entreprise soumette une nouvelle demande d'homologation ou de modification d'homologation auprès de l'ARLA.

2.5.3 Résultats de réduction des NP-NPE dans le secteur des pesticides

Suite à la lettre envoyée aux entreprises qui avaient des pesticides contenant des NP-NPE, l'Agence réglementaire de lutte antiparasitaire a reçu un bon nombre de réponses d'une variété d'entreprises concernant leur plan de substitution des NP-NPE (Fortier, 2010). L'Agence a par le fait même révisé plusieurs demandes d'homologation ou de modification d'homologation pour des pesticides ayant été reformulés. Une analyse préliminaire des plans des entreprises a été effectuée par l'Agence en novembre 2003. Il en est ressorti qu'en général, les entreprises concernées ont pris des mesures pour remplacer les NP-NPE dans la formulation de leurs pesticides. Toutefois, des analyses supplémentaires sont nécessaires (Fortier, 2010). Reconnaissant l'importance des mesures de réduction des NP-NPE du gouvernement du Canada, l'Agence compte effectuer une évaluation complète des mesures mises en œuvre depuis 2003 et déterminer si de nouveaux outils de gestion du risque sont requis.

2.6 Produits alternatifs

Selon la littérature, il existe une grande variété de produits alternatifs aux NP-NPE, et ce depuis un certain temps. Selon Campbell (2002), ceux-ci sont présents sur le marché et leur prix ne restreint pas leur accessibilité. Les principaux groupes de produits substitués seront décrits ici principalement à partir d'informations présentées dans le rapport de Campbell (2002) : *Alternatives to nonylphenol ethoxylates, Review of toxicity, biodegradation and technical-economic aspects*. Ce rapport, préparé pour Environnement Canada, présente une information complète sur le sujet et peut ainsi constituer une bonne référence en la matière.

2.6.1 Alcools éthoxylés

Les alcools éthoxylés (AE), également nommés éthoxylates d'alcool, sont les produits les plus communément utilisés pour remplacer les NP-NPE contenus dans les produits de nettoyage. Il s'agit du plus grand groupe, en termes de volume, de surfactants non ioniques produits dans le monde. Les AE linéaires sont le type qui prédomine. En effet, selon Campbell (2002), environ 90 % des AE utilisés en Amérique du Nord sont constitués d'alcools primaires linéaires.

L'intérêt pour les AE vient notamment du fait que ceux-ci sont moins nocifs pour l'environnement que les NP-NPE. Les surfactants intacts de NPE et AE montrent un degré de toxicité semblable pour les organismes aquatiques mais les dérivés de biodégradation des AE sont beaucoup moins toxiques que les produits dont ils découlent, alors que les dérivés des NPE sont beaucoup plus toxiques que leurs « parents » (Campbell, 2002). De plus, les AE sont immédiatement biodégradables alors que les NPE ne le sont pas immédiatement (Campbell, 2002). Enfin, les AE et leurs intermédiaires de dégradation n'ont pas été associés à la problématique des perturbateurs endocriniens.

L'utilisation d'AE n'est toutefois pas sans effets négatifs. Même si ces produits se dégradent rapidement dans l'eau dans des conditions naturelles, les organismes aquatiques peuvent être exposés aux éthoxylates d'alcool de manière chronique en raison des rejets permanents dans les effluents des eaux usées municipales (Environnement Canada, 2009). Plusieurs chercheurs pensent que ces surfactants peuvent notamment perturber le fonctionnement des membranes de l'appareil branchial des poissons, des invertébrés et des amphibiens et entraîner un gonflement et une sécrétion des cellules épithéliales des branchies. Ces perturbations peuvent avoir une incidence sur la distribution d'oxygène dans les branchies et finalement entraîner une suffocation (Moore et al., 1987 et Cardellini and Ometto, 2001 dans Environnement Canada, 2009). D'ailleurs, depuis 2009, les AE font l'objet de Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Entre autres, la recommandation canadienne pour la qualité des eaux, visant la protection de la faune et de la flore d'eau douce contre les effets nocifs produits par les éthoxylates d'alcool, est de 0,07 mg/l, normalisée en fonction de la distribution moyenne des homologues de structure $C_{13}O_7E_5$ (Environnement Canada, 2009). Il faut par ailleurs noter que le degré de toxicité des AE s'accroît avec l'augmentation de la longueur de la chaîne alkyl (Ghirardini et al., 2001 dans Environnement Canada, 2009) et avec la diminution de la longueur de la chaîne éthoxylée (Raney, 2000 dans Environnement Canada, 2009). De plus, les AE linéaires sont plus toxiques que les AE ramifiés (Ghirardini et al., 2001 dans Environnement Canada, 2009). Lorsque possible, le choix des AE comme alternatives aux NP-NPE devrait donc viser d'abord les espèces ramifiées plutôt que linéaires.

Les AE linéaires sont d'excellents agents mouillants, émulsifiants et détergents. Ils sont généralement de faibles agents moussants, mais cette caractéristique est recherchée

pour plusieurs applications. Les AE sont les surfactants non ioniques préférés pour les détergents de lessive domestique en raison notamment de leur rapide biodégradation. Les AE sont moins sensibles à la dureté de l'eau comparativement à d'autres produits et ils performant bien à des températures fraîches de lavage. Comme il existe une grande variété d'AE, ceux-ci ont des caractéristiques physiques et chimiques permettant plusieurs applications. Plusieurs propriétés sont recherchées chez les surfactants non ioniques, notamment la solubilité dans l'eau, les caractéristiques moussantes, la stabilité dans une variété d'électrolytes utilisés dans les formulations, la capacité à enlever les huiles et les graisses et la stabilité dans les solutions nettoyantes acides et alcalines. Des tests techniques sur les AE linéaires et les NPE ont montré que plusieurs AE pouvaient performer aussi bien, voire dans certains cas mieux, que les NPE pour plusieurs applications. Par exemple, il existe des AE qui ont des caractéristiques moussantes vraiment semblables à celles des NPE, qui sont aussi stables que les NPE dans une variété d'électrolytes utilisés dans les formulations de produits de nettoyage et certains ont aussi montré une meilleure stabilité que les NPE dans les nettoyants acides et caustiques. Ces exemples illustrent bien qu'il existe des AE pouvant être des alternatives aux NPE hautement performantes. Il faut toutefois noter qu'il est possible que les AE soient moins efficaces que les NP-NPE pour certaines applications spécifiques qui vont alors requérir l'usage d'une plus grande quantité de surfactants (Campbell, 2002).

Il y a plusieurs fournisseurs de surfactants au Canada et aux États-Unis qui offrent une variété d'AE sur le marché nord-américain (Campbell, 2002). Les prix des NPE et des AE fluctuent avec celui de l'éthylène. En plus, le coût des AE linéaires est sensible au prix des alcools présentant une qualité détergente et utilisés dans la synthèse des AE. Il semble que les AE coûtent généralement plus cher que les NP-NPE. Toutefois, il est possible que certains surfactants, ou mélanges de surfactants, qui sont plus chers par kilogramme, soient plus efficaces que les NPE pour certaines applications et requièrent de moins grandes concentrations.

2.6.2 Octylphénol et octylphénols éthoxylés

L'octylphénol (OP) et les octylphénols éthoxylés (OPE) ne devraient pas être considérés comme une alternative viable aux NP-NPE parce qu'il y a peu de différence dans le profil toxicologique de ces deux groupes de substances (Campbell, 2002). Par exemple, l'octylphénol présente le même degré de toxicité que le nonylphénol pour les

organismes aquatiques, semble avoir un potentiel oestrogénique plus grand que le nonylphénol et se retrouve dans les mêmes compartiments de l'environnement que les NP-NPE. De plus, les OPE ont des caractéristiques de performance différentes des NPE (Campbell, 2002).

2.6.3 Surfactants à base de glucose

Ce groupe de surfactants non ioniques comprend les dérivés des carbohydrates. Les surfactants à base de glucose et leurs produits de dégradation ont une toxicité relativement faible en comparaison avec celle des NP-NPE (Campbell, 2002). Ils sont aussi immédiatement biodégradables et ne sont pas bioaccumulables. Ce sont des agents moussants modérés et d'excellents émulsifiants. Ils conviennent bien pour laver les textiles, particulièrement lorsqu'ils sont combinés à d'autres surfactants non ioniques et à des surfactants anioniques, avec lesquels ils peuvent avoir des effets synergiques. Les surfactants à base de glucose seraient généralement disponibles chez un certain nombre de fournisseurs (Campbell, 2002).

2.6.4 Autres surfactants

Il existe une grande variété de surfactants qui peuvent remplacer les NPE pour des applications spécifiques, par exemple des surfactants à base de silicone dans la production de mousse de polyuréthane. De plus, les NPE peuvent être remplacés par des mixtures de surfactants contenant des substituts non ioniques mélangés avec des surfactants anioniques ou des surfactants amphotériques afin d'atteindre la performance souhaitée. Dans cet ordre d'idées, plusieurs fournisseurs de surfactants ont développé des mélanges pour des applications spécifiques (Campbell, 2002). De plus, certains surfactants cationiques peuvent être utilisés comme émulsifiants, agents mouillants et agents dispersants pour des applications spécifiques. Leur coût serait relativement élevé, mais certains d'entre eux seraient très efficaces et nécessiteraient de moins grandes quantités, ce qui permettrait ainsi de baisser le coût (Campbell, 2002).

2.6.5 Perspective pour les produits substitués des NP-NPE

Comme l'indique Campbell (2002), la substitution importante des NP-NPE dans les secteurs des produits nettoyants, du textile et des pâtes et papiers de l'Union européenne indique qu'il est faisable de substituer ces produits dans la plupart des applications de ces secteurs, et ce dans une perspective autant technique qu'économique. Les seuls domaines où il ne semblait pas exister d'alternatives viables en 2002 étaient la production de polymères pour les peintures et revêtements ainsi que la production d'anti-oxydants et stabilisants pour le plastique. Le coût des alternatives les plus communes était de 20 à 40 % plus élevé que celui des NPE. Il faut toutefois prendre en considération l'efficacité des produits substitués dans le calcul du coût, puisque certains substitués sont plus efficaces que les NP-NPE pour certaines applications et, par le fait même, requièrent de moins grandes quantités. De plus, il n'est généralement pas possible de remplacer un surfactant par un autre sans changer d'autres composants de la préparation ou sans modifier les caractéristiques de performance de celle-ci. Le remplacement des NPE nécessite donc un certain niveau de recherche et développement et habituellement une certaine reformulation des autres composants du produit afin de maintenir son efficacité (Campbell, 2002). La responsabilité de la recherche et du développement revient la plupart du temps aux fournisseurs qui mettent en marché ces produits. Comme ceux-ci sont influencés par les demandes de leur clientèle, ils peuvent travailler ensemble afin de reformuler des produits qui conviendront.

Concernant les mesures de réduction des NP-NPE prises par le gouvernement fédéral, il est difficile pour le moment de savoir par quels produits ont été substitués ces substances. Il semble toutefois que, pour le secteur textile, les substitués choisis ne sont pas des OP-OPE. En effet, parmi les « facteurs à considérer » par les usines textiles assujetties à l'Avis P2, il est mentionné qu'il faudrait choisir des produits de remplacement de façon à réduire les risques environnementaux. Conséquemment, les personnes doivent considérer que les OP-OPE ne devraient pas être utilisés comme produits de remplacement (Ministère de l'Environnement, 2004). Cette restriction semble avoir été respectée par l'ensemble des usines assujetties à l'Avis pour les années 2005, 2006, 2007 et 2009 (Environnement Canada, 2010a). En effet, aucune d'entre elles n'a utilisé d'OP-OPE comme substitués aux NP-NPE selon la base de données sur la planification de la prévention de la pollution d'Environnement Canada. La fiabilité de ces données est toutefois mise en doute. En effet, lorsqu'aucune réponse n'est donnée par le déclarant dans le champ du formulaire en ligne

demandant si les OP-OPE ont été utilisés en remplacement des NP-NPE, la réponse qui s'inscrit automatiquement est « non ». Pour s'assurer de la justesse des conclusions concernant les produits substitués aux NP-NPE, il serait approprié de réaliser un sondage directement auprès des usines ou de leurs fournisseurs.

Concernant le secteur des pâtes et papiers, rappelons que la majorité des usines qui ont répondu au sondage en 2001 et instauré un programme de substitution des NP-NPE, se sont dites satisfaites du rendement, du coût, de l'aspect santé-sécurité et de la manutention des produits substitués. Le rapport d'Environnement Canada (2003) sur l'utilisation des produits contenant des NP-NPE dans l'industrie canadienne en 2001 ne mentionne pas quels ont été les produits de substitution choisis. Par contre, il semble peu probable que les usines de pâtes et papiers se soient tournées vers les OP-OPE puisque ce même rapport mentionne que la principale raison qui expliquait l'adoption des nouveaux produits était « l'amélioration de l'environnement ».

Dans l'éventualité où une étude plus exhaustive était menée sur le sujet, il serait pertinent de mettre à jour l'information comprise dans le rapport de Campbell (2002). En effet, de nouvelles recherches sur les produits substitués aux NP-NPE ont peut-être mené à des conclusions différentes que celles présentées dans le rapport de Campbell, 2002. Par exemple, un Accord Canada-Ontario concernant l'écosystème du bassin des Grands Lacs (s. d.) conseille de chercher non seulement des alternatives aux NP-NPE (dans les produits de nettoyage), mais aussi aux autres surfactants non ioniques et aux alkyl éthoxylés linéaires (ce qui inclut les AE). Par le fait même, il y aurait lieu de revalider que les produits de substitution actuellement utilisés dans les secteurs canadiens du textile, des pâtes et papiers, des produits et des pesticides constituent des choix judicieux pour l'environnement.

3. BILAN DE L'EFFICACITÉ GLOBALE

Selon les informations obtenues concernant l'évaluation du succès des mesures de réduction des NP-NPE dans les différents secteurs ciblés par la *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*, il faut souligner que les secteurs des produits, du textile et des pâtes et papiers semblent très bien avancés dans l'atteinte de leurs objectifs respectifs.

3.1 Synopsis concernant l'atteinte des objectifs des différents secteurs

Le secteur des produits a atteint son objectif de la phase 1, soit une réduction de l'utilisation des NP-NPE de 50 %, par rapport à l'année de référence (1998) avant la fin de 2007. En effet, il faut rappeler que la quantité utilisée dans la fabrication de produits est passée de 2 088 642 kg en 1998 à 796 384 kg en 2006, ce qui représente une réduction de 62 %. Cette baisse de l'utilisation de NP-NPE s'est poursuivie pour atteindre 207 947 kg en 2009, ce qui constitue une réduction de 90 % par rapport à 1998. La quantité importée dans les produits est quant à elle passée de 850 433 kg en 1998 à 143 757 kg en 2009, soit une réduction de 83 %. Pour atteindre l'objectif de la phase 2, à savoir une réduction de 95 % par rapport à l'année de référence, il faudra réduire encore de 103 515 kg la quantité de NP-NPE utilisée dans la fabrication de produits et de 101 235 kg la quantité importée dans les produits, d'ici le 31 décembre 2010. En 1998 et 1999, le pourcentage moyen des rejets de NP-NPE provenant des savons et produits de nettoyage était estimé à 56 % par rapport au total des rejets annuels de NP-NPE au Canada. Il s'agissait donc du secteur le plus important en termes de rejet de NP-NPE au pays. L'atteinte de l'objectif de gestion du risque de 95 % dans le secteur des produits est donc primordiale et est une condition à la réussite globale des mesures de réduction des NP-NPE entreprises par le gouvernement canadien.

Le secteur textile a surpassé son objectif dès 2006, soit une réduction de 97 % de l'utilisation de NP-NPE. En fait, l'industrie textile canadienne n'utilise pratiquement plus ces substances. Il faut rappeler ici que la quantité de NP-NPE utilisée est passée de 207 069 kg pour l'année de référence (1998 pour la majorité des usines) à 12 kg en 2009 (une seule usine en utilisait alors), ce qui représente une réduction de 99,99 %. Ce succès serait en majeure partie attribuable à la mise en œuvre de l'Avis de

prévention de la pollution pour les EUT et les NP-NPE, élaboré par Environnement Canada. En 1998 et 1999, la proportion moyenne des rejets de NP-NPE provenant de produits de la transformation des textiles était estimée à 18 % par rapport au total annuel des rejets de NP-NPE au Canada. Ce pourcentage plaçait alors le secteur textile au deuxième rang des secteurs qui rejetaient le plus de NP-NPE au Canada. La réussite du secteur textile dans la lutte aux NP-NPE constitue donc une excellente contribution à l'atteinte des objectifs globaux de réduction de ces substances au Canada.

Pour le secteur des pâtes et papiers, il semble que les objectifs soient eux aussi atteints. En 1998 et 1999, la proportion moyenne des rejets de NP-NPE provenant des produits de la transformation des pâtes et papiers était estimée à 5 % par rapport au total annuel des rejets de NP-NPE au Canada, ce qui plaçait ce secteur au 4^e rang des secteurs rejetant le plus de NP-NPE au pays. Selon les informations recueillies par l'APFC, la quantité utilisée par ce secteur serait passée de 643 858 kg en 2001 à 1362 kg en 2003, ce qui représente une réduction considérable de 99,8 %. Il serait toutefois fort souhaitable de vérifier cette information puisque les données les plus récentes à ce sujet datent de 2004.

Par contre, le secteur des effluents municipaux débute tout juste la mise en œuvre des mesures de réduction des NP-NPE. Il n'est donc pas possible pour l'instant de dresser un bilan pour ce secteur.

Concernant le secteur des pesticides, il a seulement été possible d'obtenir une information générale sur les mesures de réduction des NP-NPE entreprises par l'Agence réglementaire de lutte antiparasitaire de Santé Canada. Comme il a été mentionné au point 2.5.3, une évaluation complète des plans d'action demandés aux entreprises fabriquant ou important des pesticides en 2003 sera nécessaire pour fournir des données de réduction des NP-NPE dans ce secteur. Ce dernier ne sera donc pas comparé avec les autres secteurs dans le bilan global.

3.2. Comparaison entre les secteurs des produits, du textile et des pâtes et papiers

Comme l'explique le tableau 3.1, même si le secteur des produits atteint son objectif de réduction des NP-NPE de 95 % en 2010, la quantité qui sera encore utilisée par celui-

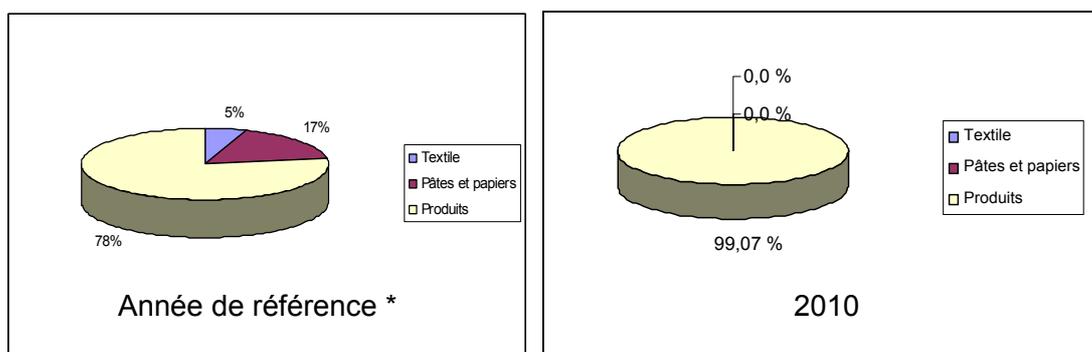
ci est énorme comparativement aux secteurs du textile et des pâtes et papiers. Si le secteur des produits atteint son objectif, il consommera près de 147 000 kg de NP-NPE en 2010. Cette quantité représente plus de 99 % de la quantité totale de NP-NPE consommée par les trois secteurs réunis en 2010.

Tableau 3.1 : Comparaison entre les quantités utilisées et importées lors de l'année de référence et les prévisions de 2010 dans trois secteurs d'activités industrielles

Secteur	Quantité utilisée et importée selon le secteur (kg)			
	Année de référence *	% pour l'année de référence *	2010	% en 2010
Produits	2 939 075	77,55	146 954	99,0736
Textile	207 069	5,46	12	0,0001
Pâtes et papiers	643 858	16,99	1362	0,0092
Total	3 790 002	100	148 328	100

* Année de référence : 1998 pour les secteurs Textile et Produits, 2001 pour le secteur Pâtes et papiers
Inspiré d'Environnement Canada, 2010a et Environnement Canada 2003.

La consommation des NP-NPE dans le secteur des produits était également la plus élevée lors de l'année de référence, mais dans une proportion moindre (78 %). Les proportions pour les autres secteurs pour la même année étaient de 17 % pour l'industrie des pâtes et papiers et de 5 % pour l'industrie textile. La figure 3.1 illustre bien ces proportions.



Année de référence : 1998 pour les secteurs Textile et Produits, 2001 pour le secteur Pâtes et papiers
Inspiré d'Environnement Canada 2010a et d'Environnement Canada, 2003

Figure 3.1 : Répartition des quantités utilisées et importées durant l'année de référence et celles estimées pour 2010 entre trois secteurs d'activités industrielles

Si les secteurs du textile et des pâtes et papiers ne consomment presque plus de produits contenant des NP-NPE, les produits utilisés dans les procédés de ces industries devraient par conséquent n'en contenir presque plus. Il est donc possible de

déduire qu'une grande partie des 147 000 kg prévus être encore en utilisation dans le secteur des produits en 2010 sera contenue dans les savons et/ou les produits de nettoyage. Par conséquent, il est proposé que des démarches soient entreprises pour déterminer, au niveau des effluents municipaux par exemple, si la provenance des NP-NPE dans les savons et les détergents est liée au secteur domestique ou au secteur industriel. En effet, il ne faut pas écarter la possibilité que le secteur domestique ait une large part de responsabilité dans l'usage des NP-NPE. Si c'est le cas, le gouvernement pourra intégrer cette nouvelle variable à ses stratégies afin de mieux cibler les actions futures concernant les NP-NPE.

Dans cette même optique, et comme il a été mentionné au point 2.1.3, il serait aussi pertinent d'identifier les secteurs d'activités industrielles qui comptent poursuivre leur utilisation de NP-NPE afin de bien cibler s'il y a des besoins pour des mesures de gestion du risque ultérieures. Comme le secteur textile et le secteur des pâtes et papiers ont réussi à abandonner presque complètement les NP-NPE, il pourrait aussi être pertinent de revoir l'objectif du secteur des produits. Cet objectif a-t-il été assez ambitieux ? Y aurait-il moyen de réduire encore davantage la quantité de NP-NPE utilisée par ce secteur ? Comme il a été mentionné au point 2.6.5, la Dr Campbell (2002) stipule la substitution importante des NP-NPE dans les secteurs des produits nettoyants, du textile et des pâtes et papiers à l'Union Européenne montre qu'il est faisable de substituer ces produits dans la plupart des applications de ces secteurs, selon une perspective autant technique qu'économique. Les données canadiennes pour les secteurs du textile et des pâtes et papiers sont en concordance avec cette affirmation. Il y a donc lieu de croire que le secteur des produits, particulièrement au niveau de leur fabrication, pourrait ultérieurement viser un objectif de réduction des NP-NPE encore plus élevé que celui ayant été défini initialement dans la Stratégie de gestion du risque. À cette fin, il faudrait toutefois s'assurer de revoir le contexte légal et commercial de l'industrie nord-américaine des savons et détergents. En effet, il semble que la réglementation relative aux NP-NPE soit beaucoup moins sévère aux États-Unis et un objectif de réduction plus grand pourrait peut-être nuire trop gravement à la compétitivité de l'industrie canadienne.

Par ailleurs, une revue de la législation internationale permettrait de mettre en lumière le rôle que certains pays ont pu jouer indirectement dans l'atteinte des objectifs canadiens, notamment au niveau de l'importation de produits européens. Finalement, il serait aussi pertinent de vérifier si certains pays ont réussi à substituer presque en totalité les NP-NPE de leurs produits. Les actions prises par ces pays pourraient servir

d'exemples à mettre en application au Canada afin d'obtenir une réduction des NP-
NPE encore plus substantielle dans le secteur des produits.

4. ÉVALUATION DE LA PERTINENCE DES MESURES DE SUIVI

L'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) est une base de données du gouvernement fédéral, accessible au public, qui répertorie les polluants qui sont rejetés dans l'environnement ainsi que ceux qui sont éliminés et ceux qui sont recyclés (Environnement Canada, 2010c). Comme les NP-NPE sont inclus dans la liste des substances de l'INRP, les données relatives à ces substances ont été analysées dans le cadre de la présente étude. Il a d'abord été vérifié de quelle façon cet outil consistait en une mesure de suivi de la présence des NP-NPE au Canada ou pouvait aider à évaluer la performance des mesures de gestion du risque. Le projet de modification du règlement sur les urgences environnementales a aussi été étudié sommairement afin de comprendre dans quelle mesure il s'appliquait aux NP-NPE et aussi d'évaluer sa pertinence comme outil de suivi des NP-NPE.

4.1 Inventaire national des rejets polluants

Comme il a été mentionné au point 2.3.3 concernant l'INRP, les installations qui sont assujetties à ce programme sont celles dont les employés ont travaillé collectivement au moins 20 000 heures durant l'année civile de déclaration. De plus, pour être dans l'obligation de déclarer à l'INRP les rejets et transferts de NP-NPE, ces usines doivent fabriquer, traiter ou utiliser d'une autre manière au moins 10 tonnes de NP-NPE à une concentration d'au moins 1 % en poids (Environnement Canada, 2008). Au départ, c'est-à-dire en 1999, neuf espèces de NP-NPE étaient incluses dans la liste nécessitant une déclaration. En 2003, les différentes espèces de NP-NPE ont été regroupées sous l'ensemble « Nonylphénol et ses dérivés éthoxylés ». Depuis cette date, les usines assujetties déclarent donc l'ensemble de leurs rejets et transferts des NP-NPE faisant partie de la liste de l'INRP sous ce regroupement. Il faut noter que le groupement de l'Avis de 2009 contient maintenant 29 espèces de NP-NPE. Les données présentées ici sont celles obtenues de 2003 à 2008 puisque les données de 2009 n'étaient pas encore disponibles lors de la présente étude.

4.1.1 Résultats de l'INRP concernant les NP-NPE

Les résultats obtenus via les données de l'INRP ont permis de dégager certaines tendances sur les rejets et transferts de NP-NPE au Canada. Le tableau 4.1 montre les

rejets et transferts totaux de NP-NPE, entre 2003 et 2008, des usines assujetties à l'Avis de l'INRP.

Tableau 4.1 : Rejets et transferts totaux de NP-NPE déclarés à l'INRP de 2003 à 2008 (en tonnes)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Rejets totaux	154,78	79,98	80,61	85,66	101,19	57,85
Dans l'atmosphère	102,74	20,89	25,35	46,35	48,20	2,61
Dans l'eau	31,24	58,59	54,73	38,64	52,64	54,65
Dans le sol	20,00				0,00	0,00
Élimination (total)	62,08	35,97	33,32	43,00	26,47	58,39
Traitement avant élimination finale (total)	46,34	27,96	32,66	42,01	25,83	58,25
Traitement physique	0,15	0,244	0,466	0,631	0,549	0,557
Traitement chimique	0,971	8,305	6,707	4,844	3,82	4,449
Traitement biologique		0	0	0	0	0
Incinération	28,371	12,811	19,435	6,028	3,351	3,284
Stations de traitement des eaux	16,852	6,595	6,048	30,504	18,105	49,96
Recyclage	1,63	1,83	0,42	0,18	0,38	0,37

Inspiré d'Environnement Canada, 2010c

Les résultats indiquent que, malgré certaines augmentations au fil de certaines années, les rejets de NP-NPE ayant été déclarés à l'INRP ont globalement diminué de 62,6 %, passant de 154,78 tonnes en 2003 à 57,85 tonnes en 2008. Les données montrent par ailleurs que les rejets dans l'eau ont augmenté de 43 % entre 2003 et 2008, en passant de 31,24 tonnes en 2003 à 54,65 tonnes en 2008. La diminution des rejets totaux durant ces mêmes années est expliquée par la forte diminution des rejets dans l'atmosphère. Il est important de souligner que les rejets dans l'eau en 2008 (54,65 tonnes) constituent 94,5 % des rejets totaux de NP-NPE (57,85 tonnes) pour cette année.

Il faut mentionner que le volet « Élimination » comprend l'élimination sur le site, l'élimination hors du site et le traitement avant élimination. Seulement la dernière catégorie est détaillée dans le tableau 4.1 puisque les deux premières ne contribuaient que pour une très faible part au total des quantités destinées à l'élimination. La quantité de NP-NPE éliminés, qui est déclarée à l'INRP, a augmenté de 55 % de 2007 à 2008, en haussant de 26,47 tonnes à 58,39 tonnes. Ce résultat semble concorder avec la baisse globale des rejets à l'environnement et suppose que les NP-NPE utilisés aujourd'hui sont davantage traités et éliminés plutôt que rejetés dans le milieu. Il est également constaté que l'épuration des eaux usées est devenue le principal traitement des NP-NPE qui sont déclarés à l'INRP à partir de 2006. En 2008, près de 50 tonnes de NP-NPE traités de cette façon ont été déclarés à l'INRP. De 2003 à

2005, l'incinération était le premier mode de traitement en importance par lequel les NP-NPE étaient traités avant leur élimination finale.

Le tableau 4.2 montre que les principales usines assujetties à l'INRP qui ont rejeté des NP-NPE dans les eaux en 2008 sont des stations d'épuration des eaux usées. En effet, les installations d'épuration assujetties à l'Avis de l'INRP en 2008 ont rejeté 54,5 tonnes de NP-NPE dans les eaux réceptrices sur un total de 54,65 tonnes. Les noms des installations ne sont pas divulgués pour des raisons de confidentialité. La colonne ID au tableau 4.2 réfère au numéro d'identification des entreprises dans le cadre des déclarations à l'INRP.

Tableau 4.2 : Rejets de NP-NPE dans les eaux par les usines assujetties à l'Avis de l'INRP de 2003 à 2008, selon leur code SCIAN et leur province d'origine

ID	2003	2004	2005	2006	2007	2008	SCIAN	Code SCIAN	Province
757					0,00		325610	Fabrication de savons & détachants	AB
800	1,74	0,56	0,53	0,14	0,18	0,15	325610	Fabrication de savons & détachants	ON
1338		2,87	2,81	2,91	6,36	5,83	221320	Installations d'épuration d'eaux usées	BC
2948	3,34	0,54					322112	Usines de pâte chimique	QC
3677	6,30	5,79	17,06	12,26	11,37	12,15	221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
3680	5,06	5,10	11,94				221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
4771		22,89					221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
5008	3,40	3,53					322112	Usines de pâte chimique	NB
5189					14,38	12,41	221320	Installations d'épuration d'eaux usées	BC
5614	5,50	5,38	12,44	12,38	10,22	12,29	221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
5970		6,24	4,21				221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
10456	5,90	5,70	5,74	10,95	10,13	11,82	221320	Installations d'épuration d'eaux usées	ON
Totaux :	31,24	58,59	54,73	38,64	52,64	54,65			

Inspiré d'Environnement Canada, 2010c

À partir des résultats présentés aux tableaux 4.1 et 4.2, deux importantes conclusions peuvent être tirées concernant les données de NP-NPE déclarées à l'INRP : depuis 2008, les rejets de ces substances se font principalement dans l'eau et la quasi-totalité de ceux-ci provient des stations d'épuration des eaux usées.

Cette dernière observation concorde avec les informations obtenues par la littérature et présentées à la section 1 du présent document. En effet, il y a été mentionné qu'au niveau des stations d'épuration municipales, l'adsorption des NP-NPE dans les boues des usines de traitement des eaux usées ne semble pas suffire à enlever tout le NP présent dans les eaux usées (Soares et al., 2008). Un traitement plus efficace de celles-ci dans les stations d'épuration permettrait de réduire la quantité envoyée dans l'environnement.

De plus, il faut être conscient que les quantités de NP-NPE rejetées dans l'environnement par les usines d'épuration à travers le Canada sont fort probablement plus élevées dans la réalité que ce qui est déclaré à l'INRP. En effet, il est possible que plusieurs stations traitent une quantité annuelle inférieure à 10 tonnes. Celles-ci ne sont par conséquent pas assujetties à l'Avis de l'INRP et ne sont pas tenues de déclarer leurs rejets en NP-NPE à l'INRP. Aussi, si une usine d'épuration des eaux usées n'est pas en mesure de quantifier les NP-NPE qu'elle traite et rejette dans l'environnement, elle ne peut pas déclarer ses rejets à l'INRP. Les données du tableau 4.3 permettent de penser que cette dernière hypothèse est vraisemblable pour au moins quelques grandes usines puisque, par exemple, il n'y a aucune usine de traitement située au Québec qui est présente dans ce tableau alors que la station d'épuration de Montréal traite de très grands volumes d'eaux usées et surement des NP-NPE en quantité non négligeable.

Tableau 4.3 : Quantités de NP-NPE envoyées aux installations d'épuration des eaux usées selon leur code SCIAN et leur province d'origine de 2003 à 2008

ID	2003	2004	2005	2006	2007	2008	SCIAN	Code SCIAN	Province
256	0,24	0,14					325610	Fabrication de savons & détachants	ON
257	0,03						325610	Fabrication de savons & détachants	QC
264	0,63	5,41	4,79	4,44	3,57	3,61	325610	Fabrication de savons & détachants	ON
373		0,02	0,02	0,02			325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers	QC
374	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	325520	Fabrication d'adhésifs	ON
1356	0,03	0,02	0,02				325610	Fabrication de savons & détachants	AB
1668	0,22	0,08	0,06	0,06			325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers	ON
1951	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers	ON
2065	0,05						325510	Fabrication de peintures et de revêtements	ON
2087	0,47	0,48	0,46	0,27	0,17	0,17	325610	Fabrication de savons & détachants	BC
2745			0,27	1,24	0,06	0,00	325610	Fabrication de savons & détachants	ON
3430	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	325510	Fabrication de peintures et de revêtements	ON
3586	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	325520	Fabrication d'adhésifs	QC
3713	0,23	0,21	0,21	0,12			331110	Sidérurgie	ON
4574	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	325610	Fabrication de savons & détachants	QC
4986	0,05	0,01	0,02				325999	Fabrication de tous les autres produits chimiques divers	ON
5583	0,12	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	325610	Fabrication de savons & détachants	QC
5588	0,05	0,06	0,05	0,08			325610	Fabrication de savons & détachants	QC
7070	14,69						812320	Services de nettoyage à sec et de blanchissage (sauf libre-service)	ON
7349	0,02						325610	Fabrication de savons & détachants	ON
8597			0,01	0,01	0,02	0,15	n.a.	n.a.	n.a.
11469				24,13	14,16	13,28	812330	Fourniture de linge et d'uniformes	ON
11708						21,76	812320	Services de nettoyage à sec et de blanchissage (sauf libre-service)	AB
20161						10,85	812320	Services de nettoyage à sec et de blanchissage (sauf libre-service)	BC
Totaux :	16,85	6,60	6,05	30,50	18,11	49,96			

Inspiré d'Environnement Canada, 2010c

Un autre fait supporte cette hypothèse : certaines usines d'épuration qui ont déclaré des rejets de NP-NPE à l'INRP sont situées dans des villes de dimension petite à moyenne.

Le tableau 4.3 montre que les secteurs d'activités industrielles des usines assujetties à l'Avis de l'INRP en 2008, et qui ont principalement contribué à envoyer des NP-NPE aux installations d'épuration des eaux usées, sont les services de nettoyage à sec et de blanchissage ainsi que la fourniture de linge et d'uniformes. Il serait pertinent d'étudier de quelles façons ces deux principaux secteurs d'activités industrielles contribuent aux transferts de NP-NPE vers les usines d'épuration (quels procédés et quels types de produits ?) et comment ces secteurs pourraient être pris en compte dans les objectifs de réduction des NP-NPE du gouvernement fédéral. La fabrication de savons et détachants a aussi contribué aux quantités de NP-NPE envoyées aux installations d'épuration, mais dans une moindre mesure. Le tableau 4.3 révèle également que quelques installations de fabrication de savons et détachants ainsi que d'adhésifs ont rencontré le seuil de 10 tonnes mais n'ont eu aucun rejet à déclarer.

4.1.2 Évaluation de l'INRP comme mesure de suivi des NP-NPE

L'INRP est un outil efficace pour suivre le rejet de certaines substances et permet de constater des tendances et de tirer des conclusions. Il faut toutefois rester prudent sur l'interprétation des résultats, notamment en restant conscient que les quantités rapportées peuvent ne représenter qu'une portion de la réalité. En effet, l'exemple des NP-NPE a montré que, comme le seuil de déclaration est de 10 tonnes annuellement, plusieurs installations ont pu rejeter des quantités substantielles de NP-NPE sans que celles-ci n'aient été prises en compte dans l'INRP. Selon l'expérience des intervenants d'Environnement Canada, les quantités de NP-NPE utilisées par les installations sont souvent bien inférieures à 10 tonnes annuellement et se chiffrent en kilogrammes plutôt qu'en tonnes. De plus, les NP-NPE étant des substances chimiques qui ne sont pas mesurées sur une base régulière par les laboratoires, il est possible de présumer que plusieurs installations n'ont pas été en mesure de quantifier leur utilisation ou leurs rejets et transferts de NP-NPE.

Dans sa forme actuelle, l'INRP est un outil somme toute utile qui a permis d'identifier les sources significatives de rejets et de transferts de NP-NPE ainsi que les principaux milieux récepteurs. Toutefois, pour les raisons énumérées ci-haut, l'INRP ne peut être

considéré comme une mesure permettant de faire le suivi des NP-NPE dans l'environnement, sauf si le seuil de 10 tonnes était considérablement baissé.

Il est difficile d'affirmer si l'INRP est un outil qui peut contribuer à l'évaluation de la performance des différentes mesures de gestion du risque visant à réduire les NP-NPE. Une étude plus approfondie des installations assujetties et de leurs données serait nécessaire afin de se prononcer. Mais à première vue, une très bonne connaissance de l'INRP semble nécessaire afin de pouvoir extraire les données concernant les secteurs d'activités industrielles visés, d'autant plus que les NP-NPE ont subi plusieurs modifications en tant que substances ou groupes de substances sujets à déclaration à l'INRP. De plus, le fait que le seuil de déclaration soit de 10 tonnes ne permettrait de suivre l'évolution que de quelques installations seulement. .

4.2 Règlement sur les urgences environnementales

Il est proposé d'ajouter les NP de numéro CAS 104-40-5, 25154-52-3 et 84852-15-3 à la liste des substances de la partie 3 de l'Annexe 1 du *Règlement sur les urgences environnementales* (DORS/2003-307). Le nouveau projet de règlement est publié en Gazette 1 depuis le 9 juin 2007 et n'a pas encore été adopté. Brièvement, il est proposé que les entreprises qui entreposent, dans un même bassin de rétention, une quantité de NP supérieure à une valeur seuil, doivent déclarer les quantités qu'elles utilisent et préparer un plan d'urgence en cas de déversement.

4.2.1 Évaluation du projet de règlement comme mesure de suivi des NP-NPE

Ce règlement est principalement un outil de gestion du risque relié aux déversements et autres incidents environnementaux. Bien qu'il soit possible que l'ajout du NP à la liste de l'Annexe 1 soit adopté, le nouveau règlement ne permettra pas d'effectuer un suivi de la présence des NP-NPE dans l'environnement, à part dans les cas rares de déversements ou autres types de rejets accidentels dans l'environnement. Pour cette raison, le sujet ne sera pas élaboré plus en détails.

5. SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES NP-NPE

Le suivi des concentrations de NP-NPE dans l'environnement, particulièrement dans l'eau, est nécessaire à l'évaluation des mesures de réduction entreprises par le gouvernement fédéral. En effet, même si les actions des secteurs des produits, du textile, des pâtes et papiers et des pesticides ont permis de réduire substantiellement leur utilisation de NP-NPE, il est possible que les concentrations de ceux-ci dans le milieu ambiant soient encore élevées relativement aux critères pour la protection de la vie aquatique. Il est aussi concevable que certains secteurs industriels ou certaines compagnies n'ayant pas été ciblés par la *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)* utilisent et rejettent des quantités de NP-NPE générant des concentrations non négligeables dans l'environnement. Ainsi, avant que les mesures de réduction des NP-NPE soient mises de l'avant par le gouvernement, Campbell (2001) recommandait que l'approche par phase (c'est-à-dire de définir un objectif de réduction lors d'une première phase et un autre plus élevé lors d'une deuxième phase, comme ce fut le cas avec les Avis P2 pour le textile et les produits) soit accompagnée par des études systématiques de suivi environnemental des NP-NPE. La principale raison évoquée pour justifier la nécessité d'un suivi environnemental est que celui-ci aurait permis de s'assurer que les objectifs de réduction résultent en une réduction nette des émissions de NP-NPE dans l'environnement. Il aurait aussi été possible de revoir périodiquement la Stratégie à partir des données du suivi environnemental et des nouvelles informations concernant les NP-NPE et leurs propriétés de perturbateurs endocriniens. Toutefois, il semble que le gouvernement fédéral n'ait pas effectué de suivi des NP-NPE dans le milieu ambiant, dans le cadre de son approche par phase. Cette section présentera la recommandation concernant les NP-NPE pour la protection de la vie aquatique ainsi que les données disponibles sur les concentrations de NP-NPE dans les eaux canadiennes. Le but recherché ici n'est pas d'effectuer une analyse exhaustive des données obtenues, mais simplement de fournir certaines pistes pour toute étude ultérieure qui pourrait être faite sur le sujet.

5.1 Recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a adopté, en 2002, une recommandation pour la protection de la vie aquatique concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés. Celle-ci correspond à la concentration maximale pour laquelle il

ne devrait pas y avoir d'effet néfaste sur l'environnement. Pour les NP-NPE, la recommandation a été déterminée sur la base d'une approche d'équivalence toxique avec le NP parce que le niveau de toxicité des différents NPE diffère. Comme il a été vu à la section 1, le NP est le composé présentant le plus haut niveau de toxicité alors que celle des NPE diminue avec l'augmentation de la longueur de la chaîne éthoxylée. Dans l'environnement, les NPE se retrouvent sous forme de mélanges. L'approche par équivalence toxique permet de multiplier les concentrations des NPE individuels par un facteur d'équivalence toxique reflétant le potentiel de toxicité de chacun relativement au NP. Les résultats sont ensuite additionnés pour donner une concentration totale (en équivalent toxique de NP ou NP TEQ) (K.L. Potter et al., s.d.). La recommandation canadienne déterminée pour les NP-NPE est de $1,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ NP TEQ en eau douce et de $0,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ NP TEQ en eau marine.

5.2 Portrait des NP-NPE dans l'environnement avant 2004

Afin de pouvoir évaluer s'il y a eu une réduction des NP-NPE dans l'environnement suite aux mesures prises par le gouvernement canadien, il faut connaître la situation qui prévalait au départ. À ce sujet, un nombre limité d'auteurs ont étudié la présence de NP-NPE dans l'environnement canadien (Environnement Canada et Santé Canada, 2001). Dans leur rapport d'évaluation sur les NP-NPE, Environnement Canada et Santé Canada (2001) présentent certaines données sur les NP-NPE dans les effluents et les eaux canadiennes, dont beaucoup proviennent de Servos et al. (2000) et semblent dater de la fin des années 1990 et du début des années 2000. On y mentionne que les NPE étaient présents en fortes concentrations dans des effluents industriels et des effluents municipaux bruts ou partiellement traités au Canada, du moins ceux qui ont fait l'objet d'échantillonnages.

Les concentrations mesurées dans les effluents d'usines textiles, de fabriques de pâtes et papiers et de stations municipales d'épuration des eaux usées pour diverses espèces de NPE confondues (NP1EO, NP2EO, NP3-17EO, NP1EC et NP2EC) variaient de $< 0,02 \mu\text{g}/\text{l}$ (sous la limite de détection) à $8811 \mu\text{g}/\text{l}$. Cette dernière teneur a été mesurée pour le NP3-17EO dans un effluent brut de textile. Comme le mentionnent Environnement et Santé Canada (2001), l'épuration réduit appréciablement la concentration de certaines espèces de NPE, comme le NP3-17EO, et leur présence dans les effluents terminaux peut donc varier considérablement selon le type et l'importance du traitement en place. Dans les eaux douces canadiennes

(cours d'eau, lacs, ports), les concentrations de NPE variaient de < 0,02 µg/l (non décelable) à 17,56 µg/l. Cette dernière valeur a été mesurée en rivière pour le NP3-17EO.

Concernant le NP, les concentrations variaient de < 0,02 µg/l à 62,08 µg/l dans les effluents d'usines de textiles, de fabriques de pâtes et papiers et de stations municipales d'épuration. La valeur la plus élevée (62,08 µg/l) a été mesurée dans l'effluent d'une station municipale ayant un traitement primaire. Les concentrations de NP les plus élevées mesurées dans l'effluent de stations ayant un traitement secondaire ou tertiaire s'avéraient beaucoup plus faibles que celles des stations ayant seulement un traitement primaire. En effet, ces valeurs étaient de 4,79 µg/l (après traitement secondaire) et de 3,20 µg/l (après traitement tertiaire). Dans les eaux douces, les concentrations de NP variaient entre < 0,02 µg/l (non décelable) à 4,25 µg/l.

Ces données permettent de constater que les concentrations de NP-NPE dans les effluents et le milieu récepteur étaient hautes lors des échantillonnages réalisés avant l'élaboration de la Stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE. Il n'est pas possible de comparer les concentrations mesurées de NPE avec la recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique en milieu dulcicole puisque les valeurs ne sont pas exprimées en équivalent toxique de NP. Toutefois, la comparaison est possible pour le NP : il y a eu des dépassements de la recommandation non seulement dans les effluents mais aussi dans le milieu ambiant et beaucoup des concentrations mesurées étaient très élevées.

Pour le secteur textile au Québec, une autre étude trace un portrait de la situation dans quelques cours d'eau. En effet, le MDDEP (Berryman, 2005) a procédé à un suivi des NPE dans les rivières situées près de sept municipalités où se trouvaient des usines textiles. L'échantillonnage a eu lieu mensuellement de juillet 2002 à juin 2003 pour 17 NPE (NP1 à 17EO) et pour deux de leurs produits de dégradation carboxylés (NP1EC et NP2EC). Les résultats ont montré que les concentrations de produits nonylphénoliques dans les échantillons prélevés en aval de ces municipalités dépassaient la recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique dans 9 à 45 % des échantillons selon le site. De plus, les concentrations de NPE dans les cours d'eau devenaient excessives principalement en hiver. Selon Berryman (2005), cela s'expliquerait par la décomposition moins rapide et moins complète de ces substances dans les stations de traitement d'eaux usées durant la saison hivernale.

Les concentrations mesurées aux stations d'échantillonnage situées en aval des sept municipalités étaient nettement supérieures au bruit de fond amont pour la somme des 19 substances étudiées et confirmaient l'apport de NPE par les eaux usées des sept municipalités à l'étude. En effet, la concentration maximale ayant été mesurée en amont des municipalités pour la somme des 19 NPE et NPEC était de 0,7 µg/l alors qu'en aval des stations d'épuration, les valeurs médianes variaient entre 1,19 µg/l et 20,8 µg/l et les concentrations maximales s'étendaient de 17,0 µg/l à 482,0 µg/l.

Comme le mentionne Berryman (2005), l'observation de concentrations élevées de NPE doit être considérée comme un portrait de pré-assainissement qui révèle les conditions qui prévalaient avant la mise en œuvre de mesures gouvernementales visant la réduction des NP-NPE, particulièrement dans le secteur textile. Toutefois, les NPE détectés dans le cadre de cette étude ne provenaient pas d'usines textiles uniquement puisque les rejets domestiques et ceux d'entreprises d'autres secteurs industriels peuvent en contenir aussi. Berryman (2005) mentionne également que si le NP et l'OP avaient aussi été analysés, ils auraient fait augmenter les concentrations totales exprimées en équivalents toxiques de NP. De plus, le constat de concentrations élevées de NPE pour l'échantillonnage réalisé en 2002 et 2003 par Berryman (2005) ne doit pas être généralisé à l'ensemble des cours d'eau québécois. Les faibles concentrations mesurées en amont le démontraient d'ailleurs. Bennie et al. (1997) ont aussi mesuré, à la fin des années 1990, quelques faibles concentrations de NP dans des lacs et des rivières, soit entre 0,01 et 0,92 µg/l. Toutefois, ces mesures ne comprenaient que le NP et il est probable que si plusieurs espèces de NPE et NPEC avaient aussi été prises en compte, les concentrations mesurées auraient été plus élevées.

Une autre étude fournit certaines données concernant les NP-NPE contenus dans les cours d'eau québécois. Il s'agit d'un suivi des NPE réalisé dans l'eau brute de 11 stations de traitement de l'eau potable par le Ministère de l'Environnement du Québec, entre février 2000 et janvier 2001 (Berryman et al., 2003). Les mêmes espèces de NPE et NPEC que dans l'étude mentionnée précédemment ont été mesurées et leurs concentrations ont montré que les teneurs dans certains cours d'eau étaient suffisamment élevées pour avoir des effets nocifs dans l'écosystème aquatique. En effet, lorsque celles-ci étaient transformées en équivalents de NP, 20 % des analyses effectuées dépassaient la recommandation de 1,0 µg/l du CCME. Certains résultats dépassaient aussi le seuil de 6 µg/l d'équivalents de NP du Ministère de l'Environnement du Québec.

5.3 Suivi des NP-NPE dans l'environnement suite à la mise en place des mesures fédérales

Il serait pertinent que le gouvernement procède aujourd'hui à un suivi des NP-NPE dans le milieu ambiant afin de vérifier si les concentrations totales en NP-NPE respectent la recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique. Il sera ainsi possible de savoir si les objectifs de réduction des NP-NPE dans les différents secteurs d'activités industrielles ont été assez ambitieux pour permettre de protéger l'intégrité de l'environnement. De plus, si un suivi était réalisé en tenant compte des échantillonnages ayant déjà été effectués, c'est-à-dire en mesurant aux mêmes endroits et en suivant une méthodologie semblable, une comparaison pourrait être faite entre les concentrations actuelles et celles des années passées. Les données des études mentionnées à la section 5.2 pourraient servir à dresser un portrait de la situation initiale par comparaison à la situation actuelle; ceci aiderait à évaluer l'impact environnemental des mesures de réduction entreprises par le gouvernement fédéral. En effet, comme il a été mentionné plus tôt, la question est de savoir si les actions entreprises se sont effectivement traduites par la réduction attendue de rejets de NP-NPE dans l'environnement.

Il serait aussi approprié de s'informer des intentions du MDDEP et des ministères de l'environnement des autres provinces, d'effectuer ou non d'autres suivis des NP-NPE dans le milieu ambiant. Cela permettrait de mieux planifier les activités de suivi du gouvernement fédéral en complémentarité avec les actions posées par le pallier provincial. De plus, le partage de l'expertise entre les deux paliers gouvernementaux assurerait la prise en compte d'un plus grand nombre d'éléments en vue de produire un suivi efficace et conçu de manière à fournir des données qui permettront de tirer des conclusions pertinentes et solides. À ce sujet, Berryman (2005) émettait déjà certains constats et recommandations suite au suivi réalisé par le MDDEP en 2002 – 2003. Par exemple, il mentionne que, selon Jonkers et al. (2001), la biodégradation des NPE ne commencerait pas par la réduction de la chaîne éthoxylée, mais plutôt par l'oxydation de l'extrémité de celle-ci pour former des NPEC à longue chaîne. Les stations d'épuration des eaux usées et les cours d'eau récepteurs devraient donc contenir des NPEC à plus longue chaîne que les NPEC1 et NPEC2. Des NPEC à plus longue chaîne devraient donc aussi être analysés lors d'un suivi. Comme il a été mentionné précédemment, l'inclusion du NP augmenterait aussi les concentrations totales retrouvées dans l'environnement.

Si un suivi était réalisé, il serait donc pertinent d'inclure ces substances, c'est-à-dire le NP et un plus grand nombre de NPEC afin de connaître la quantité réelle d'équivalents toxiques de NP dans le milieu. C'est en effet le total des concentrations de NP-NPE qui doit être comparé aux recommandations canadiennes de protection de la vie aquatique pour pouvoir conclure que les concentrations ambiantes affectent ou non les écosystèmes aquatiques.

Dans le même ordre d'idées, Berryman (2005) mentionne aussi que l'ajout de produits à base d'octylphénols à un suivi environnemental permettrait de dégager un portrait plus complet de la classe des alkylphénols dans les eaux de surface. De plus, vu qu'une grande part des substances nonylphénoliques se retrouvent sous forme carboxylée dans l'environnement, notamment en NP2EC, Berryman (2005) propose que les critères de qualité de l'eau concernant ces dérivés soient réexaminés. Il signale à ce sujet que les positions du MDDEP et du CCME concernant les NPEC sont divergentes. Le MDDEP a défini un critère de vie aquatique chronique (CVAC) de 4 µg/l pour le NP1EC et considère ce composé à peu près aussi dommageable que le NP dont le critère correspondant a été défini à 6 µg/l. Avec un facteur d'équivalence toxique de 0,005 pour le NP1EC et le NP2EC, le CCME considère pour sa part ces produits comme 200 fois moins toxiques que le NP. Il y aurait donc lieu de réétudier la question afin de s'assurer que les critères correspondent bien à la réalité.

Finalement, il faut souligner qu'Environnement Canada a inclus le nonylphénol, le *p-n*-nonylphénol et le 4-ter-octylphénol à son suivi des produits pharmaceutiques et de soins personnels ayant été réalisé en hiver et en automne, de 2006 à 2008, dans le Saint-Laurent et ses tributaires majeurs (Dubreuil, 2010). Lorsque que le ministère publiera les faits saillants de ce suivi environnemental, il serait pertinent d'intégrer les données obtenues pour ces trois substances à celles déjà disponibles sur les NP-NPE du milieu ambiant afin de compléter le portrait actuel de ces substances dans l'environnement québécois. Dans l'éventualité où un approfondissement sur le sujet était réalisé, il serait nécessaire d'agrandir l'étendue de l'étude à l'ensemble du Canada et de vérifier ce qui est fait dans chaque province par les deux paliers gouvernementaux. Obtenir un portrait global des NP-NPE dans les eaux canadiennes permettrait, entre autres, de cibler les endroits où la présence de ces substances est encore problématique et de diriger les actions vers ces régions.

6. RECOMMANDATIONS

La présente évaluation des mesures de réduction des NP-NPE du gouvernement fédéral a permis de mettre en lumière certains points d'intérêt pour la suite des actions dans la diminution de ces substances. En effet, pour chaque secteur à l'étude, des recommandations ont été faites à deux fins principales : offrir des pistes pour une évaluation plus complète des mesures de réduction des NP-NPE et aider à cibler où devront être investis les efforts prochains pour poursuivre la réduction de ces substances. La section qui suit présente d'abord les recommandations qui concernent chacun des secteurs et ensuite celles qui sont plus globales et s'appliquent à l'ensemble de ceux-ci, dans une optique de gestion intégrée des NP-NPE.

6.1 Recommandations pour le secteur des produits

Comme l'atteinte de l'objectif de réduction de 95 % de NP-NPE dans le secteur des produits est prévue pour la fin de cette année, il est essentiel d'effectuer un bilan après 2010 dans ce secteur. Comme il a été mentionné, le secteur des produits était le principal visé par la Stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE puisqu'il contribuait à lui seul à 56 % des rejets en 1998-1999. Il est donc impératif que ce secteur d'activités industrielles atteigne son objectif et qu'Environnement Canada évalue de façon plus complète l'efficacité de son outil de réduction au terme de l'échéancier alloué. À cette fin, il faudrait notamment investiguer davantage pour connaître l'ensemble des causes qui auront permis, ou non, l'atteinte de l'objectif de réduction des NP-NPE dans le secteur des produits, par exemple les fermetures d'usines. Il faudrait aussi confirmer que toutes les usines assujetties à l'Avis P2 sur les produits ont soumis les déclarations requises afin de s'assurer que le total des quantités comptabilisées correspond bien à la réalité. De plus, il faudrait dès maintenant effectuer un suivi auprès des déclarants possibles qui n'ont remis aucune annexe et sont potentiellement assujettis à l'avis P2.

Il serait aussi utile d'identifier les secteurs d'activités industrielles qui comptent poursuivre leur utilisation de NP-NPE après 2010 afin de bien cibler les besoins pour des mesures ultérieures de gestion du risque. Il est aussi proposé que des démarches soient entreprises pour déterminer, par exemple au niveau des effluents municipaux, dans quelle mesure la provenance des NP-NPE est attribuable aux usages

domestiques ou industriels. Il est en effet possible que les savons et détergents domestiques constituent une part importante des produits contenant des NP-NPE. Si c'est le cas, le gouvernement pourra intégrer cette nouvelle variable à ses stratégies afin de mieux cibler les actions futures (s'il y a lieu) concernant les NP-NPE dans le secteur des produits.

Finalement, il pourrait aussi être pertinent de revoir l'objectif de réduction des NP-NPE dans le secteur des produits afin d'explicitier la possibilité de diminuer davantage la quantité utilisée par celui-ci. Dans cet ordre d'idées, il est proposé de vérifier si certains pays ont réussi à substituer presque en totalité les NP-NPE afin de se servir de ces exemples pour obtenir une réduction des NP-NPE encore plus substantielle au Canada, particulièrement dans le secteur des produits.

6.2 Recommandations pour le secteur textile

Le secteur textile a dépassé son objectif de réduction des NP-NPE depuis déjà quelques années; la réduction a pratiquement atteint 100 %. Celle-ci serait grandement attribuable à l'outil de gestion du risque développé par le gouvernement fédéral. Dans ce contexte, seules des recommandations mineures seront faites pour ce secteur.

Afin de pouvoir confirmer ou infirmer l'hypothèse que la fermeture d'usines n'a pas eu un grand impact dans la rencontre de l'objectif global de réduction des NP-NPE dans le secteur du textile, il faudrait obtenir l'ensemble des données relatives aux fermetures d'usines textiles puisque, lors de la présente étude, celles-ci n'étaient pas toutes disponibles. De plus, il serait pertinent de vérifier si d'autres villes canadiennes que Toronto et Kingston ont un règlement qui contient des normes pour les NP-NPE. En effet, un plus vaste échantillonnage permettrait de valider si les exigences municipales ont eu un réel effet sur la réduction de l'utilisation des NP-NPE dans les usines textiles.

Il serait aussi approprié de vérifier l'influence internationale sur le succès des mesures de réduction des NP-NPE dans l'industrie textile. En effet, les restrictions mises en place dans d'autres pays ont pu affecter indirectement les résultats de l'industrie textile canadienne.

6.3 Recommandations pour le secteur des pâtes et papiers

Comme les données concernant la réduction des NP-NPE dans le secteur des pâtes et papiers datent de plusieurs années, il serait important qu'Environnement Canada valide comme prévu les résultats du sondage de l'APFC. Effectivement, il faudra se baser sur des données plus récentes et plus tangibles pour pouvoir conclure que ce secteur a bel et bien réduit de façon substantielle ses rejets de NP-NPE. La manière de procéder qui semble la plus efficace pour valider les données de l'APFC serait de vérifier et mettre à jour l'information auprès des fournisseurs de produits chimiques des usines de pâtes et papiers. Si ceux-ci ont substitué les NP-NPE contenus dans les produits achetés par les usines de pâtes et papiers, cela permettra de conclure que ces dernières n'utilisent effectivement plus ces substances. De plus, il est proposé de s'informer directement auprès des fournisseurs plutôt qu'à partir des données reçues par les déclarations d'entreprises en vertu de l'Avis P2 sur les produits puisque ces données ne permettent pas d'établir facilement des corrélations entre les résultats et les différents secteurs d'activités.

6.4 Recommandations pour le secteur des usines municipales de traitement des eaux usées

Les outils développés pour le secteur des usines municipales d'épuration des eaux usées sont plus difficiles à évaluer du fait qu'ils ont été mis en œuvre récemment et ne visent pas exclusivement les NP-NPE. Une recommandation possible serait d'évaluer ultérieurement l'impact qu'auront eu la *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales* et le nouveau règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées sur la réduction et le suivi des NP-NPE. De plus, en ce qui concerne l'Avis P2 sur les chloramines, il pourrait être intéressant d'obtenir plus d'informations sur les mesures de gestion des NP-NPE prises par certaines usines municipales d'épuration des eaux dans le cadre de la mise en œuvre de leur plan de prévention de la pollution requis en vertu de cet Avis et de les considérer dans l'évaluation globale de la réduction des NP-NPE au Canada.

6.5 Recommandations pour le secteur des pesticides

L'Agence réglementaire de lutte antiparasitaire a effectué une revue préliminaire des mesures prises par les fabricants ou distributeurs de pesticides contenant des NP-NPE. Il serait important que l'Agence entreprenne, tel que prévu, une évaluation complète des mesures mises en œuvre depuis 2003 et détermine si de nouveaux outils de gestion du risque sont requis pour ce secteur.

6.6 Recommandations globales

Concernant la substitution des NP-NPE par des produits alternatifs, il y aurait lieu d'investiguer du côté des entreprises des secteurs des produits, du textile, des pâtes et papiers et des pesticides afin d'identifier tous les produits de remplacement actuellement utilisés. Il faudrait surtout s'assurer que les substituts employés ne présentent pas un degré comparable ou plus grand de nocivité pour l'environnement, comme c'est le cas par exemple pour les OP-OPE. Il serait donc approprié de réaliser un sondage directement auprès des usines ou de leurs fournisseurs à cette fin. De plus, il faudrait encourager les usines qui utilisent des AE en remplacement des NP-NPE, à viser d'abord les espèces ramifiées plutôt que linéaires puisqu'elles sont moins toxiques que ces dernières.

Il faudrait également mettre à jour l'information disponible concernant les substituts aux NP-NPE, particulièrement les AE, puisque ceux-ci semblent être les plus utilisés. De nouvelles recherches sur ces produits pourraient mener à des conclusions nouvelles. Il y aurait donc lieu de revalider que les produits de substitution actuellement utilisés dans les différents secteurs constituent des choix judicieux pour l'environnement.

L'emploi de substituts présente certaines limites et il serait important de travailler aussi, en parallèle, à l'amélioration du traitement des eaux usées municipales. Cela permettrait non seulement de couvrir les risques associés aux produits substituts, mais aussi de réduire les quantités de NP-NPE qui sont rejetées dans l'environnement aquatique à partir des stations d'épuration. De plus, une attention particulière devrait être portée au traitement des stations d'épuration des eaux usées pendant la saison hivernale, du moins en ce qui concerne les NP-NPE. Comme il a été vu à la section 5, la décomposition moins rapide et moins complète des NP-NPE dans les stations

d'épuration en hiver générerait de plus fortes concentrations de ces substances dans le milieu ambiant durant cette saison.

Il serait aussi pertinent d'identifier les nouveaux secteurs d'activités industrielles qui n'ont pas été ciblés par la Stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE initiale et qui ont pu contribuer au rejet de ces substances dans l'environnement durant les dix dernières années. Par exemple, comme il a été vu à la section 4, les secteurs industriels des usines assujetties à l'Avis de l'INRP qui ont principalement contribué à rejeter des NP-NPE aux installations d'épuration des eaux usées en 2008 sont les services de nettoyage à sec et de blanchissage ainsi que la fourniture de linge et d'uniformes. Il serait judicieux d'étudier de quelles façons ces deux secteurs, ainsi que d'autres s'il y a lieu, contribuent aux transferts de NP-NPE vers les usines d'épuration et ultérieurement vers l'environnement. De nouvelles mesures de gestion du risque pourraient éventuellement être développées pour réduire les rejets de NP-NPE provenant de ces nouveaux secteurs d'activités.

Le gouvernement fédéral devrait procéder à un suivi des NP-NPE dans le milieu aquatique ambiant afin de s'assurer que les concentrations totales en NP-NPE respectent la recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique. Un suivi permettrait aussi de vérifier si les mesures de réduction des NP-NPE entreprises par le gouvernement fédéral ont mené à une réduction nette des concentrations de ces substances dans le milieu ambiant. Il est proposé d'inclure à la liste des espèces qui font déjà l'objet d'un suivi le NP, des NPEC à courte et à longue chaîne, ainsi que des espèces d'OP ou OPE. Il serait aussi pertinent de s'informer dès maintenant des intentions du MDDEP, et des ministères de l'environnement des autres provinces, d'effectuer ou non d'autres suivis des NP-NPE dans le milieu ambiant. Il est recommandé que le partage de l'expertise soit favorisé entre les deux paliers gouvernementaux et que les actions relatives au monitoring des NP-NPE soient planifiées et réalisées de façon concertée. De plus, comme le propose Berryman (2005), les critères de qualité de l'eau concernant les NPEC pourraient être réexaminés puisque les positions du MDDEP et du CCME concernant ces substances divergent.

De plus, lorsqu'Environnement Canada publiera les faits saillants de son suivi des produits pharmaceutiques et de soins personnels dans le fleuve Saint-Laurent de 2006 à 2008, il serait pertinent d'intégrer les données concernant le nonylphénol, le p-nonylphénol et le 4-ter-octylphénol à celles déjà disponibles sur les NP-NPE du milieu

ambient. Cela permettra de compléter le portrait actuel de ces substances dans le Saint-Laurent. Il serait aussi nécessaire d'agrandir l'étendue de l'étude à l'ensemble du Canada et de vérifier ce qui est fait dans chaque province par les deux paliers gouvernementaux.

Comme il a été mentionné au point 6.2, il serait aussi pertinent de vérifier l'influence internationale sur le succès des mesures de réduction des NP-NPE pour évaluer comment les restrictions mises en place dans d'autres pays ont pu affecter indirectement les résultats de l'industrie canadienne. Les succès rencontrés par d'autres pays dans la lutte aux NP-NPE pourraient aussi servir d'exemple pour le Canada.

En résumé, quelques grandes recommandations ressortent de la présente étude. D'abord, il s'avère nécessaire de compléter l'évaluation des mesures de réduction des NP-NPE pour les secteurs dont les données sur les résultats de réduction étaient incomplètes ou non à jour au moment de la présente étude ou encore pour lesquels l'échéancier n'était pas encore terminé pour l'atteinte de l'objectif de réduction. Ensuite, les actions de réduction à la source devraient être complétées par une bonne gestion « en bout de tuyau », c'est-à-dire par l'amélioration du traitement des NP-NPE et des produits substitués dans les stations municipales des eaux usées. Finalement, le suivi environnemental des NP-NPE est essentiel pour mesurer l'impact des actions de réduction entreprises et pour vérifier que les concentrations ambiantes de NP-NPE ne dépassent pas la recommandation canadienne pour la protection de la vie aquatique. Le suivi de ces substances devrait se faire de façon complémentaire à ce qui est déjà fait par les gouvernements provinciaux afin de maximiser les efforts investis en ce sens. Il s'avèrerait aussi nécessaire de dresser un portrait global des NP-NPE dans les eaux canadiennes afin de cibler les endroits où la présence de ces substances est encore problématique et de diriger les actions vers ces régions.

CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer l'efficacité des mesures du gouvernement fédéral mises en œuvre afin de réduire l'emploi et le rejet du nonylphénol et de ses dérivés éthoxylés au Canada et d'émettre certaines recommandations.

Une revue de la littérature a d'abord permis de mettre à jour les informations concernant divers aspects des NP-NPE. Les renseignements obtenus ont servi à mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrivent les résultats de réduction des NP-NPE. Une compilation des données de réduction des NP-NPE dans les cinq secteurs d'activités industrielles ciblés par la Stratégie de gestion du risque des NP-NPE a ensuite été effectuée. Pour chacun de ces secteurs, les résultats ont été présentés en lien avec les objectifs de départ afin de pouvoir apprécier l'état d'avancement des actions prises en ce sens. Lorsque possible, une investigation sommaire a été effectuée afin de vérifier si le succès rencontré était bel et bien attribuable à l'outil de réduction élaboré par le gouvernement. De plus, des causes possibles de succès ou d'insuccès des mesures de réduction dans les différents secteurs ont été déterminées. L'étude a aussi permis d'identifier les secteurs pour lesquels des données plus à jour sont requises afin de procéder à une évaluation qui reflète la réalité d'aujourd'hui. Une analyse de l'efficacité globale des outils de réduction des NP-NPE a enfin été réalisée et a permis de constater que, dans l'ensemble, la Stratégie de gestion du risque pour les NP-NPE apportait les résultats souhaités. En ciblant la réduction à la source, le gouvernement fédéral a réussi une réduction importante des rejets de NP-NPE.

Il faudrait compléter la réduction à la source par une bonne gestion des NP-NPE en « bout de tuyau », c'est-à-dire en améliorant leur traitement au niveau des usines d'épuration des eaux usées. Cela permettrait de maximiser les résultats de réduction des rejets de NP-NPE dans le milieu ambiant. À cette fin, une brève présentation des données de monitoring des NP-NPE a été effectuée afin de donner un point de départ aux études subséquentes qui pourraient être réalisées à ce sujet. La présente étude a permis de montrer que l'évaluation de l'efficacité des mesures fédérales de réduction des NP-NPE ne saurait être complète sans des données de suivi environnemental de ces substances. Il serait donc pertinent que le travail produit ici soit parachevé par des nouvelles données de monitoring des NP-NPE afin de s'assurer que la réduction des

NP-NPE s'est bien traduite par une diminution nette de ces substances dans le milieu aquatique.

RÉFÉRENCES

- Ahel, M., Giger, W. and Koch, M. (1994). *Behavior of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment 1. Occurrence and transformation in sewage treatment*. Water Research vol. 23:1131-42.
- Ahel, M. and Giger (1993a). *Partitioning of alkylphenols and alkylphenol polyethoxylates between water and organic solvents*. Chemosphere vol. 26:1471-78.
- Ahel, M. and Giger (1993b). *Aqueous solubility of alkylphenols and alkylphenol polyethoxylates*. Chemosphere vol. 26:1461-70.
- Agelidaki, I., Mogensen, A.S. and Ahring, B.K. (2001). *Degradation of organic contaminants found in organic waste*. Biodegradation vol.11:377-83
- Argese, E., Marcomni, A., Miana, P., Bettiol, C. and Perin, G. (1994). *Submitochondrial particle response to linear alkylbenzene sulfonates, nonylphenol polyethoxylates and their biodegradation derivatives*. Environmental Toxicology and Chemistry vol. 13:737-42.
- Bennie, D.T., Sullivan, C.A., Lee, H.B., Peart, T.E. and Maguire, R.J. (1997). *Occurrence of alkylphenols and alkylphenol mono- and diethoxylates in natural waters of Laurentian Great Lakes basin and the upper St-Lawrence River*. Science of the Total Environment vol. 193: 263-75.
- Berryman, D. (2005). *Un suivi des nonylphénols éthoxylés dans sept cours d'eau recevant des eaux usées traitées d'entreprises de textiles*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Québec.41 p.
- Berryman, D., Houde, F., Deblois, C., et O'Shea, M. (2003). *Suivi des nonylphénols éthoxylés dans l'eau brute et l'eau traitée de onze stations de traitement d'eau potable au Québec*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Québec.32 p.
- Brix, R. Hvidt, S. and Carlsen, L. (2001). *Solubility of nonylphenol and nonylphenol ethoxylates. On the possible role of micelles*. Chemosphere vol. 44:759-63.
- Campbell, P.M. for ToxEcology Environmental Consulting Ltd. (2002). *Alternatives to nonylphenol ethoxylates, Review of toxicity, biodegradation and technical-economic aspects*. Final report. Prepared for Environment Canada. 78 p.
- Campbell, P.M., for ToxEcology Environmental Consulting Ltd. (2001). *Qualitative assessment of management instruments for the reduction of NP-NPEs in soap and cleaning products*. Final draft. Prepared for Environment Canada. Vancouver. 180 p.
- Campbell, P.M., Mc Carty, L.S. and Holm, W. for ToxEcology Environmental Consulting Ltd. (2000). *Technical and socio-economic background study for nonylphenol and its ethoxylates*. Final report. Prepared for Environment Canada. 127p.

- Canada-Ontario Agreement Respecting the Great Lakes Basin Ecosystem (s. d.). *Case study : Replacing cleaners containing nonylphenol (NP) and its ethoxylates (NPEs) in health care facilities.* In Canada-Ontario Agreement Respecting the Great Lakes Basin Ecosystem [En ligne]. <http://www.c2p2online.com/documents/CaseStudy2ReplacingNPECleanersinHospital.pdf> (Page consultée le 28 mai 2010).
- Cardellini, P. and Ometto, L. (2001). *Teratogenic and toxic effects of alcohol ethoxylate and alcohol ethoxy sulphate surfactant on Xenopus laevis embryos and tadpoles.* *Ecotoxicology and Environmental Safety* vol. 48: 170-177.
- Chabot, R. (2010) Environnement Canada. Division des Ressources naturelles. Communication personnelle. 25 mai 2010, Montréal.
- Chang, B.V., Chiang, F. and Yuan, S.Y. (2005a) *Anaerobic degradation of nonylphenol in sludge.* *Chemosphere* vol. 59:1415-20.
- Chang, B.V., Chiang, F. and Yuan, S.Y. (2005b) *Biodegradation of nonylphenol in sludge.* *Chemosphere* vol. 60:1652-1659.
- Chang, B.V., Chiang, F. and Yuan, S.Y. (2004a) *Degradation of nonylphenol by anaerobic microorganisms from river sediment.* *Chemosphere* vol. 55:493-500.
- Christiansen, T., Korsgaard, B. and Jespersen, A. (1998) *Induction of vitellogenin synthesis by nonylphenol and 17 beta-estradiol and effects on the testicular structure in the eelpout Zoarces viviparus.* *Marine Environmental Research* vol. 46: 141-144.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2009). *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales.* In *Conseil canadien des ministres de l'environnement* [En ligne]. http://www.ccme.ca/ourwork/water.fr.html?category_id=81 (Page consultée le 14 avril 2010).
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2002). *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux – Protection de la vie aquatique : Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés.* In *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, Winnipeg.
- Corsi, S.R., Zitomer, D.H., Field, J.A. and Cancilla, D.A. (2003). *Nonylphenol ethoxylates and other additives in aircraft de-icers, anti-icers and waters receiving airport runoff.* *Environmental Science and technology* vol. 37:4031-7.
- Corvini, P.F.X., Schäffer, A. and Schlosser, D. (2006) *Microbial degradation of nonylphenol and other alkylphenols – our evolving view.* *Applied Microbiology and Biotechnology* vo. 72: 223-243.
- Cosmetic Ingredient Review (CIR). (1983). *Final report on the safety assessment of Nonoxynols -2, -4, -8, -9, -10, -12, -14, -15, -30, -40 and -50.* *Journal of the American college of toxicology* vol. (7): 35-60.
- De Vries, Y.P., Takahara, Y., Ikunaga Y., Ushiba Y., Hasegawa, M., Kasahara Y., Shimomura H., Hayashi S., Hirai, Y. and Ohta, H. (2001). *Organic nutrient-dependent degradation of branched nonylphenol by Sphingomonas sp. YT isolated from a river sediment sample.* *Microbes Environment* vol. 16 : 240-249.

- Dubreuil, G. (2010) Environnement Canada. Division des Activités de protection de l'environnement. Communication personnelle. 13 et 17 mai 2010, Montréal.
- Dubreuil, G. (2009) Environnement Canada. Division des Activités de protection de l'environnement. Communication personnelle. Juillet 2009, Montréal.
- Environnement Canada (2010a). *Base de données sur la planification de la prévention de la pollution*. In Environnement Canada [En ligne] <http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=Fr&n=EF79BA93-1> (Page consultée le 15 mai 2010).
- Environnement Canada (2010b). *Industrie des produits forestiers*. In Environnement Canada. [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=C5039DE5-1&xml=274EF864-DF48-4A3F-A216-949CCA55F466> (Page consultée le 10 avril 2010).
- Environnement Canada (2010c). *Base de données de l'Inventaire national des rejets polluants*. In Environnement Canada [En ligne] <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&n=4A577BB9-1> (Page consultée le 11 juillet 2010).
- Environnement Canada (2009). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Eau : Éthoxylates d'alcool*. Bureau national des recommandations et des normes. 13 pages.
- Environnement Canada (2008). *Avis de prévention de la pollution pour le secteur textile : Analyse des données et enjeux*. Comité de gestion de la DAPE. Document interne.
- Environnement Canada (2007a). *Planification de la P2 pour les usines de textile utilisant des procédés de traitement au mouillé. Rapport d'étape*. In Environnement Canada (2010). [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=Fr&n=3944D8AC-1>. (Page consultée le 24 avril et le 20 mai 2010).
- Environnement Canada (2007b). *Rapport d'étape sur la Planification de la P2 pour les NP-NPE dans les produits*. In Environnement Canada [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=Fr&n=152683E7-1>. (Page consulté le 20 mai 2010).
- Environnement Canada (2004a). *Guide de ressources techniques préparé pour aider les usines de textile qui utilisent des procédés de traitement au mouillé à élaborer et à exécuter des plans de prévention de la pollution*. Direction de la protection de l'environnement. Montréal, Québec. 104 p.
- Environnement Canada (2004b). *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*. In Environnement Canada [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=83A7E216-A619-454E-AFA1-AF1E9B27BD51>. (Page consultée le 10 mai 2010).
- Environnement Canada (2003). *Utilisation des produits contenant du nonylphénol et ses dérivés éthoxylés dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers en 2001*. In Environnement Canada [En ligne].

<http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=4E6839B5-0A37-4372-95FB-E7128AB26AF7>. (Page consultée le 14 mai 2010).

- Environnement Canada et Santé Canada (2001). *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés*. Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada 2001. 105 p.
- Fiege, H., Vogues, H.-W., Hamamoto, T., Umemura, S., Iwata, T., Miki, H. et al. (2000) *Phenol derivatives*. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. John-Wiley and Sons Inc.
- Fortier, C. (2010). Santé Canada. Bureau des politiques et des conseils stratégiques. Communication par le biais de Dubreuil, G., Environnement Canada. Division des Activités de Protection de l'Environnement. 28 mai 2010, Montréal.
- Fries, E. and Puttman, W. (2004). *Occurrence and behaviour of 4-nonylphenol in rain and snow*. Atmospheric Environment vol. 38;2013-6.
- Gazette du Canada (2010). *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées*. Vol. 144, no. 12, 20 mars 2010. In Gouvernement du Canada. [En ligne]. <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2010/2010-03-20/html/reg1-fra.html> (Page consultée le 28 mai 2010).
- Génivar (2009). *Étude socioéconomique de l'industrie du textile, du cuir et du tannage*. Rapport final. Présenté à Environnement Canada. 63 pages.
- Ghirardini, A.V., Novelli, A.A., Likar, B., Pjana, G., Ghetti, P.F. and Marcomini, A. (2001). *Sperm cell toxicity test using sea urchin *Paracentrotus lividus* Lamarck (Echinodermata : Echinoidea) : Sensitivity and discriminatory ability toward anionic and non-ionic surfactants*. Environmental Toxicology and Chemistry vol. 20: 644-651.
- Gilbride, N. (2010). Environnement Canada. Division Foresterie, agriculture et aquaculture, Environnement Canada. Communication personnelle par le biais de Dubreuil, G., Division des Activités de protection de l'environnement. 13 mai 2010, Montréal.
- Gilbride, N. (2009). Environnement Canada. Division Foresterie, agriculture et aquaculture, Environnement Canada. Communication personnelle par le biais de Dubreuil, G., Division des Activités de protection de l'environnement. 25 juin 2009, Montréal.
- Gouvernement du Canada (1995). Politique de gestion des substances toxiques (Réimpression 2004). In Environnement Canada, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/toxics/TSMF/fr/tsmp.pdf> (Page consultée le 21 mars, 2010).
- Hale, R.C., Smith, C.L., De Fur, P.O., Harvey, E. and Bush, E.O. (2000). *Nonylphenols in sediments and effluents associated with diverse wastewater outfalls*. Environmental Toxicology and Chemistry vo. 19:946-52.
- Hesselsoe M., Jensen, D., Skals, K. Olesen, T., Roslev, P. et al. (2001). *Degradation of 4-nonylphenol in homogeneous and nonhomogeneous mixtures of soil and sewage sludge*. Environmental Science and technology vol. 35:3695-700.

- Hernandez, J.P., Huang, W., Chapman, L.M., Chua, S., Moore, D.D. and Baldwin, W.S. (2007). *The environmental estrogen, nonylphenol, activates the constitutive androstane receptor*. Toxicological Sciences vol. 98(2):416-426.
- Industrie Canada (2010). *Renseignements par secteur industriel*. In Environnement Canada. [En ligne]. http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/fra/h_00066.html (Page consultée le 10 avril 2010).
- Institut National de Recherche et de Sécurité. (2006). *Fiche toxicologique, Nonylphénol et 4-nonylphénol ramifié*. In Institut National de Recherche et de Sécurité. [En ligne]. [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobjet-accesparreference/FT%20249/\\$file/ft249.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobjet-accesparreference/FT%20249/$file/ft249.pdf) (Page consultée le 12 juin 2010).
- John, D.M., House, W.A. and White, G.F. (2000). *Environmental fate of nonylphenol ethoxylates : differential adsorption of homologs to components of river sediment*. Environmental Toxicology and Chemistry vol. 19:293-300.
- Johnson, A.C., Aerni, H.-R., Gerristen, A., Gilbert, M., Giger, W., Hylland, K. et al. (2005). *Comparing steroid estrogen, and nonylphenol content across a range of European sewage plants with different treatment and management practices*. Water Research vol. 39:47-58.
- Jonkers, N., Knepper, T.P. and De Voogt, P. (2001). *Aerobic biodegradation studies of nonylphenol ethoxylates in river water using liquid chromatography – electrospray tandem mass spectrometry*. Environmental Science and Technology vol. 35: 335-340.
- Kim, Y.-S., Katase, T., Sekine, S., Inoue, T., Makino, M., Uchiyama, T., et al. (2004) *Variation in estrogénique activity among fractions of a commercial nonylphenol by high performance liquid chromatography*. Chemosphere vol. 54:1127-34.
- Kirk, C.J., Bottomley, L., Minican, N., Carpenter, H., Shaw, S., Kohli, N. et al. (2003). *Environmental endocrine disrupters dysregulate estrogen metabolism and Ca²⁺ homeostasis in fish and mammals via receptor-independent mechanism*. Comparative Biochemistry and Physiology, part A Molecular Integrative Physiology vol. 135:1-8.
- Kudo, C., Wada, K., Masuda, T., Yonemura, T., Shibuya, A., Fujimoto, Y., et al. (2004) *Nonylphenol induces the death of neural stem cells due to activation of the caspase cascade and regulation of the cell cycle*. Journal of Neurochemistry vol. 88:1416-23.
- Langford, K.H. and Lester, J.N. (2002). *Fate and behaviour of endocrine disrupters in wastewater treatment processus*. In : Brikett, J.W., Lester, J.N., editors. *Endocrine disrupters in wastewater and sludge treatment processus*. Boca Raton, USA : CRC Press Inc.
- Lee, B. (2010). Environnement Canada. Division Science et Technologie. Communication personnelle par le biais de Dubreuil, G. Division des Activités de Protection de l'Environnement. 5 mai 2010, Montréal.
- Lee, P.C. and Lee, W. (1996). *In vivo estrogenic action of nonylphenol in immature female rats*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology vol. 57:341-8.

- Lietti, E., Marin, M.G., Matozzo, V., Polesello, S., and Valsecchi (2007). *Uptake and Elimination of 4-Nonylphenol by the Clam Tapes philippinarum*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology vol. 53: 571-578
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) L.C. 1999, c.33
- Lorenc, J.L. and Scheffer, G. (2003). *Alkylphenols*. W. Kirk-Othmer Encyclopedia of chemical technology. John Wiley and Sons Inc.
- Maki, H., Masuda, N., Fujiwara, M.Y., Ike, M. and Fujita, M. (1994). *Degradation of alkylphenol ethoxylates by Pseudomonas sp. Strain TR01*, Applied and Environmental Microbiology vol. 60:2265-2271.
- Madsen, S.S., Mathiesen, A.B. and Korsgaard, B. (1997). *Effects of 17 β -estradiol and 4-nonylphenol on smoltification and vitellogenesis in Atlantic salmon (Salmo salar)*. Fish physiology and Biochemistry vol. 17: 303-312.
- McLeese, D.W., Zitko, V., Sergeant, D.B., Burrige, L. and Metcalfe, C.D. (1981). *Lethality and accumulation of alkylphenols in aquatic fauna*. Chemosphere vol. 10: 723-730
- Metcalfe, C.D., Metcalfe T.L., Kiparissis, Y., Koenig, B.G., Khan, C., Hughes, R.J., Croley, T.R., March, R.E. and Potter, T. (2001). *Estrogenic potency of chemicals detected in sewage treatment plant effluents as determined by in vivo assays with Japanese medaka (Oryzias latipes)*. Environmental Toxicology and Chemistry vol. 20: 297-308.
- Metcalfe, C., Hoover, L. and Sang, S. (1996). *Nonylphenol ethoxylates and their use in Canada*. Fonds mondial pour la nature Canada, Toronto (Ontario).
- Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (2009). *Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2008*. In Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire Québec. [En ligne]. http://www.mamrot.gouv.qc.ca/infrastructures/infr_suivi_ouv_ass_eaux.asp (Page consultée le 10 avril 2010).
- Ministère de l'Environnement (2004). *Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des effluents des usines de textiles qui utilisent des procédés de traitement au mouillé (EUT) et du nonylphénol (NP) et ses dérivés éthoxylés (NPE)*. In Gazette du Canada partie I.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2002). *Désinfection des eaux usées traitées*. In Développement durable, Environnement et Parcs Québec. [En ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/problematique.htm> (Page consultée le 21 mai 2010).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. (2002). *La gestion de l'eau au Québec*. In Développement durable, Environnement et Parcs Québec. [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/consultation/themes3.htm> (Page consultée le 16 avril, 2010).
- Moore, S.B., Diehl, R.A., Barnhardt, J.M. and Avery, G.B. (1987). *Aquatic toxicities of textile surfactants*. Text. Chem. Color vol. 19: 29-32.

- Mulle, S., Schmid, P. and Schlatter, C. (1998) *Pharmacokinetic behaviour of 4-nonylphenol in humans*. Environmental Toxicology and Pharmacology vol. 5:257-65.
- Ney, R.E. (1990) *Where did a chemical go : a practical guide to chemical fate and transport in the environment*. New York : Van Nostrand Reinhold-Verlag, c.1990, viii, 192 p.
- Organisation mondiale de la santé (OMS) (1998). *Environmental Health Criteria : Nonylphenol and nonylphenol ethoxylates*. Première ébauche, juin 1998, Programme international sur la sécurité des substances chimiques, Genève (Suisse).
- Patureau, D., Delgenes, N. and Delgenes, J.-P. *Impact of sewage sludge treatment processes on the removal of the endocrine disrupters nonylphenol ethoxylates*. Chemosphere vol. 72: 586-591.
- Potter K.L., Spry, D.J., Ferry, J. F. and Huppé, F. (s.d.). *Use of Canadian environmental quality guidelines in the risk management of "CEPA-toxic" nonylphenol and its ethoxylates*. National Guidelines and Standards Office (Hull) and Toxic Substances, Environmental Protection Branch (Montreal). Environment Canada. 1 p.
- Raney, K.H. (2000). *Impact of phase behavior on aquatic toxicity testing of alcohol ethoxylates*. Colloids and Surfaces A vol. 167: 151-164.
- Règlement sur la persistance et la bioaccumulation [DORS/2000-107]
- Règlement sur les urgences environnementales [DORS/2003-307]
- Romano, R.R. (1991). *Current studies on nonylphenol – physical/chemical, biodegradation and aquatic effects*. In Romano, R.R. *Proceedings of the Seminar on Nonylphenol Ethoxylates (NPE) and Nonylphenol (NP)*, Saltsjöbaden, Sweden. Februray 6-8, 1991, Ingvar Bingman, plub. Stockholm (Suède), p. 233-239
- Rudling, L. and Solyom, P. (1974). *The investigation of biodegradability of branched nonylphenol ethoxylates*. Water Research vol. 8:115-119.
- Sabik, H., Gagné., F. Blaise, C., Marcogliese, D.J., and Jeannot, R. (2003). *Occurrence of alkylphenol polyethoxylates in the St. Lawrence River and their bioconcentration by mussels (Elliptio complanata)*. Chemosphere vol. 51:349-56.
- Servos, M.R., Maguire, R.J., Bennie, D.T., Lee, H.-B., Cureton, P.M., Davidson, N., Sutcliffe, R. and Rawn, D.F.K for the National Water Research Institute, Environment Canada and Canada Centre for Inland Waters (2003) *An Ecological Risk Assessment of nonylphenol and its ethoxylates in the aquatic environment*. Human and Ecological Risk Assessment vol. 9 no.2, pp. 569-587.
- Servos, M.R., Maguire, R.J., Bennie, D.T., Lee, H.-B., Cureton, P.M., Davidson, N., Sutcliffe, R. and Rawn, D.F.K for the National Water Research Institute, Environment Canada and Canada Centre for Inland Waters (2000). *Canadian Environmental Protection Act, Priority substances list, Supporting document for Nonylphenol and its ethoxylates*. Commercial chemicals evaluation branch, Environment Canada. Burlington, Ontario. 212 p.

- Servos, M.R. (1999). *Review of the aquatic toxicity, estrogenic responses and bioaccumulation of alkylphenols and alkylphenols polyethoxylates*. *Water Quality Research Journal of Canada* vol. 34(1), 123-177.
- Shang, D.Y., Macdonald, R.W., Ikononou, M.G. (1999). *Persistence of nonylphenol ethoxylate surfactants and their primary degradation products in sediments from near a municipal outfall in the strait of Georgia, British Columbia, Canada*. *Environmental Science and Technology* vol. 33:1366-72.
- Shao, B., Hu, J. and Yang, M. (2003) *Nonylphenol ethoxylates and their biodegradation intermediates in water and sludge of a sewage treatment plant*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* vol. 70:527-32.
- Soares, A., Guieyss, B., Jefferson, B. Cartmell, E. and Lester, J.N. (2008) *Nonylphenol in the environment : A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters*. *Environment International* vol. 34:1033-1049.
- Sung, H.-H. and Ye, Y.-Z. (2009). *Effect of nonylphenol on giant prawn (Macrobrachium rosenbergii) via oral treatment : Toxicity and messenger RNA expression of hemocytes genes*. *Aquatic toxicology* vol. 91: 207-277.
- Swisher, R.D. (1987). *Surfactant biodegradation*. 2nd edition, revised and expanded. *Surfactant Science Series*, vol. 18. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Tyler, C.R., Jobling, S. and Sumpter, J.P. (1998). *Endocrine disruption in wildlife : A critical review of the evidence*. *Critical Reviews in Toxicology* vol. 28:319-361.
- United States Environmental Protection Agency. USEPA (1990). *Testing consent order on 4-nonylphenol, branched*. *Federal Regulations* vol. 35:5991-4.
- Van Ginkel, C.G. (1996). *Complete degradation of xenobiotic surfactants by consortia of aerobic microorganisms*. *Biodegradation* vol. 7: 151-164.
- Vazquez-Duhalt, R., Marquez-Rocha, F., Ponce, E., Licea, A.F. and Viana, M.T. (2005). *Nonylphenol, an integrated vision of a pollutant. Scientific review*. *Applied Ecology and Environmental Research* vol. 4(1):1-25
- Ville de Toronto (2008). 681-1 Sewers. 681-2, 2008-12-03. Article 1. *Sewage and Land Drainage*. [Adopted 2000-07-06 by By-law No. 457-2000]. In Toronto Municipal Code. [En ligne]. http://www.toronto.ca/legdocs/municode/1184_681.pdf (Page consultée le 21 mai 2010).
- Weinheimer, R.M. et Varineau, P.T. (1998) *Polyoxyethylene alkylphenol*. In N.M.van Os (éd.), *Nonionic surfactants, organic chemistry*, Marcel Dekker, Inc., New York (N.Y.), p. 39-85.
- White, R., Jobling, S., Hoare, S.A., Sumpter, J.P. and Parker M.G. (1994). *Environmentally persistent alkylphenolic compounds are estrogenic*. *Endocrinology* vol. 135:175-82.
- Yang, L., Lin, L., Weng, S., Feng, Z and Luan, T. (2008). *Sexually disrupting effects of nonylphenol and diethylstilbestrol on male silver carp (Carassius auratus) in aquatic microcosms*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* vol. 71:400-411.

Yuan, S.Y., Yu, C.H. and Chang, B.V. (2004). *Biodegradation of nonylphenol in river sediment*. Environmental Pollution vol. 127:425-430.