

Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés

Une réussite dans leur élimination du milieu récepteur

En raison des risques qu'ils posent pour l'environnement, le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés (NP-NPE) ont été ajoutés à la liste des substances toxiques de l'annexe 1 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) [LCPE, (1999)]. Cet article décrit brièvement les mesures gouvernementales prises à l'égard des NP-NPE et leurs effets sur les concentrations de ces substances dans les cours d'eau au Québec.

PAR **KARINE GAUTHIER**

M. Env., Université de Sherbrooke

PAR **DAVID BERRYMAN**

M. Sc., MDDEFP, Direction du suivi de l'état de l'environnement

PAR **GENEVÈVE DUBREUIL**

M. Sc. A., École polytechnique de Montréal

PAR **BENOÎT SARRASIN**

Ph. D., MDDEFP, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

PAR **CHRISTIAN DEBLOIS**

M. Sc., MDDEFP, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

ET PAR **RAYMOND VAN COILLIE**

Ph. D., Université de Sherbrooke

Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés (NP-NPE) 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), en juin 2001, le ministre de l'Environnement disposait de 42 mois pour élaborer et mettre en œuvre des mesures de prévention ou de contrôle de ces substances. Au cours de la même période, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) a mesuré les concentrations de NP-NPE dans des cours d'eau du Québec.

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. L'ajout à la molécule d'une chaîne éthoxylée donne les nonylphénols éthoxylés. Ces substances 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 groupes éthoxylates (Servos, 1999). Ces surfactants non ioniques ont une performance exceptionnelle, d'où leur grand usage comme détergents, émulsifiants, agents mouillants, agents dispersants, agents antistatiques, démulsiants et solubilisants (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).

DEVENIR ET EFFETS DANS L'ENVIRONNEMENT

On estime que l'utilisation de savons et de produits de nettoyage était la plus importante source de rejets de NP-NPE dans l'environnement canadien avec 56 % des rejets totaux. À 18 %, le secteur des textiles venait au second rang, suivi des produits agricoles et pesticides et du secteur des pâtes et papiers (voir le tableau 1).

Une part importante des nonylphénols éthoxylés produits et utilisés se retrouve inéluctablement dans l'eau. En effet, de par leur utilisation comme détergents, ces produits servent le plus souvent à mettre en solution dans l'eau des saletés ou des substances indésirables d'un procédé industriel. Cette eau, contenant les NPE et les substances entraînées, se retrouve à l'égout domestique ou dans l'effluent industriel et est ensuite dirigée vers une station, municipale ou industrielle, de traitement des eaux usées. Ces dernières arrivent à dégrader une part importante des NPE qui leur sont acheminés, mais il en reste souvent une certaine quantité qui se retrouve dans l'effluent final et, ultimement, dans le cours d'eau récepteur. Le degré de dégradation des NP-NPE dans les stations d'épuration varie en fonction de plusieurs facteurs comme le type de traitement, le temps de résidence des boues et la température (Maguire, 1999). De l'ensemble des cas rapportés par Maguire, on constate que les substances mères à longue chaîne éthoxylée sont absentes ou constituent généralement une faible part des NP-NPE rejetés par les stations d'épuration. On y retrouve plutôt les produits de dégradation intermédiaires à courte ou sans chaîne éthoxylée, comme le nonylphénol diéthoxylate, le nonylphénol monoéthoxylate et le nonylphénol. Or, ces sous-produits sont plus persistants dans l'environnement, plus toxiques et présentent une activité œstrogénique plus importante que leur substance d'origine (Servos, 1999).

Le MDDEFP a procédé à un suivi des NP-NPE dans les rivières situées près de sept municipalités où se trouvaient des usines textiles (Berryman, 2005). L'échantillonnage a eu lieu mensuellement de juillet 2002 à juin 2003 pour 17 NPE (comprenant 1 à 17 groupes éthoxylates) et pour deux de leurs produits de dégradation carboxylés (NPIEC



Echantillonnage de la rivière Yamaska Nord à Granby le 2 février 2010
© David Berryman

et NP2EC). Les résultats ont montré que les concentrations de produits nonylphénoliques dans les échantillons prélevés en aval de ces municipalités dépassaient les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (MDDEP, 2009) dans 9 à 45 % des échantillons selon le site, principalement en hiver. 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 en amont et confirmaient l'apport de NPE par les eaux usées des sept municipalités à l'étude. La concentration maximale mesurée en amont des municipalités pour la somme des 19 produits analysés 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 entre 17 µg/l et 482 µg/l.

Ces concentrations élevées de NPE en 2002-2003 doivent être considérées comme un portrait préassainissement 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 seulement d'usines textiles puisque les rejets domestiques et ceux d'entreprises d'autres secteurs industriels pouvaient en contenir aussi.

Une autre étude réalisée par le MDDEFP 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 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 pour 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 Conseil canadien des ministres de l'environnement. Certains résultats dépassaient aussi le seuil de 6 µg/l d'équivalents de NP du MDDEFP.

On estime que l'utilisation de savons et de produits de nettoyage était la plus importante source de rejets de NP-NPE dans l'environnement canadien avec 56 % des rejets totaux.

TABLEAU 1
Rejets de nonylphénols éthoxylés dans l'environnement (moyenne de 1998 et 1999)

Secteurs et produits	Proportion des rejets totaux (%)
Savon et produits de nettoyage	56
Produits de la transformation des textiles	18
Produits agricoles et pesticides	8
Produits de la transformation des pâtes et papiers	5
Autres produits	4
Entreprises de fabrication et de production de produits chimiques	4
Produits de fabrication du plastique, des résines et des polymères	3
Producteurs de dérivés éthoxylés du nonylphénol (NP)	1
Peintures et vernis	1
Produits de toilette	< 1
TOTAL	100

Source : Environnement Canada, 2004

Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés Une réussite dans leur élimination du milieu récepteur

DES RÉDUCTIONS DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

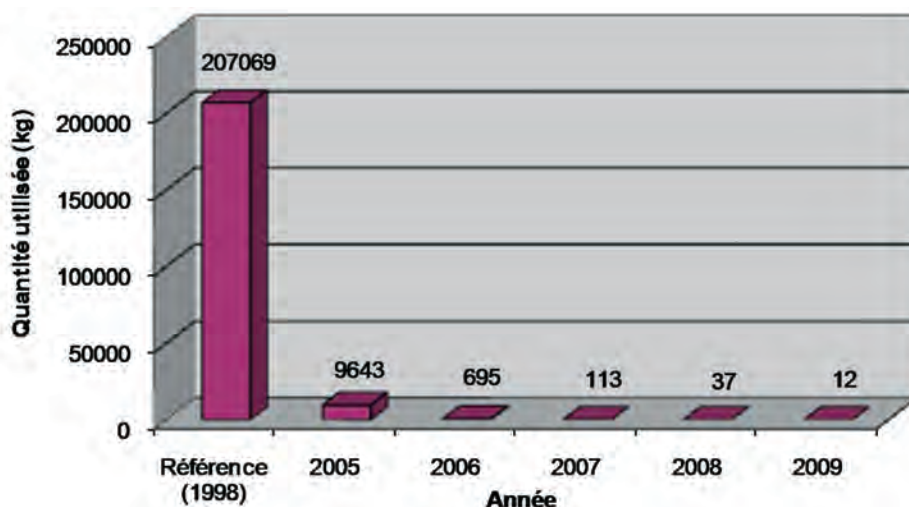
Le plan de réduction des NP-NPE du gouvernement fédéral, consécutif à l'ajout de ces substances à l'annexe 1 de la LCPE (1999), visait quatre secteurs industriels : la fabrication et l'importation de produits contenant des NP-NPE (savons et nettoyeurs, entre autres), l'industrie textile, l'industrie des pâtes et papiers et la fabrication et l'importation de pesticides (Environnement Canada, 2004).

L'objectif de réduction des NP-NPE dans les produits était échelonné sur deux phases consécutives : une première phase visant une réduction de 50 % comparativement à l'année de référence (1998) avant 2007 et une deuxième phase visant une réduction de 95 % comparativement à l'année de référence, avant le 31 décembre 2010 (ministère de l'Environnement, 2004a). Ces objectifs ont été atteints. La fabrication est passée de 2 088 642 kg en 1998 à 207 947 kg en 2009, soit une réduction de

90 %. La quantité de NP-NPE 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 %. Le pourcentage des installations qui avaient atteint la cible de réduction de 95 % un an avant l'échéance était de 63 % (Environnement Canada, 2010).

Concernant le secteur textile, un des objectifs était de réduire l'utilisation des NP-NPE de 97 % par rapport à l'année 1998, au plus tard le 31 janvier 2010 (ministère de l'Environnement, 2004b). Le secteur textile a surpassé son objectif dès 2006 (voir la figure 1). En fait, l'industrie textile canadienne n'utilise pratiquement plus ces substances. 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 % (Gauthier, 2010). La réussite du secteur textile dans la lutte aux NP-NPE constitue une contribution majeure à l'atteinte des objectifs globaux de réduction

FIGURE 1
Quantités de nonylphénols éthoxylés utilisées par les usines textiles au Canada de 1998 à 2009



Source : Gauthier (2010) à partir des données d'Environnement Canada

Les mêmes espèces de NPE et NPEC que dans l'étude mentionnée précédemment ont été mesurées et les concentrations dans certains cours d'eau étaient suffisamment élevées pour avoir des effets nocifs sur l'écosystème aquatique.

de ces substances au Canada. La fermeture de certaines usines textiles a aussi pu contribuer, en partie, à l'atteinte des objectifs de réduction.

Le secteur des pâtes et papiers a choisi d'affronter lui-même la problématique des NP-NPE par des mesures volontaires. En effet, dès 1997, l'Association des produits forestiers du Canada (APFC) encourageait ses membres 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. Il semble que les objectifs soient eux aussi atteints. Selon les informations recueillies, la quantité utilisée par ce secteur serait passée de 643 858 kg en 2001 à 1 362 kg en 2003, ce qui représente une réduction de 99,8 %.

En février 2003, l'Agence réglementaire de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada a communiqué avec les compagnies qui faisaient le commerce de produits antiparasitaires contenant des NP-NPE (à une concentration supérieure à 1 % p/p), afin de leur demander de substituer ceux-ci



L'urbaniste oeuvre à la qualité de vie et à l'harmonisation des activités humaines en fonction des caractéristiques des milieux naturels et bâtis, des besoins des citoyens et des collectivités, et ce, dans une perspective de développement durable.



Ordre des
Urbanistes du
Québec

Ordre des urbanistes du Québec

Au service de la qualité de vie !



Les principales sphères d'activités de l'urbaniste sont :

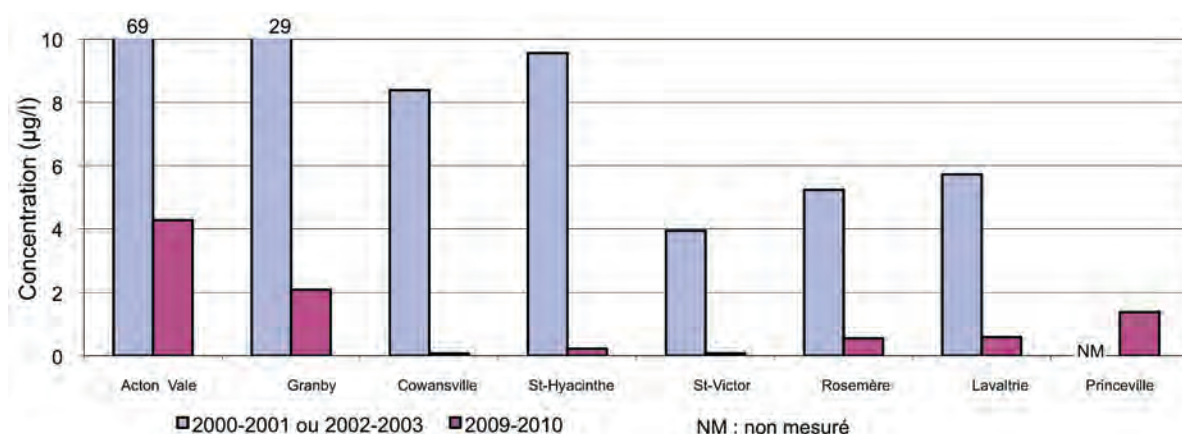
- > l'aménagement du territoire;
- > l'aménagement récréo-touristique et culturel;
- > l'environnement et le développement durable;
- > l'habitation et le cadre de vie;
- > le patrimoine;
- > les ressources naturelles et l'énergie;
- > les transports et les déplacements;
- > l'urbanisme municipal.

www.ouq.qc.ca

Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés Une réussite dans leur élimination du milieu récepteur

FIGURE 2

Concentrations médianes de nonylphénols éthoxylés et carboxylés totaux (NP1-17EO + NP1-2EC) des 6 échantillons mensuels de novembre à avril



Source : Berryman *et al.*, 2012

par des produits présentant moins d'effets nocifs pour l'environnement. Dans cette lettre, l'Agence demandait aux compagnies de lui soumettre un plan d'action ainsi que leur engagement pour la substitution des NP-NPE contenus dans leurs pesticides. En général, les entreprises concernées ont pris des mesures pour remplacer les NP-NPE dans la formulation de leurs pesticides, mais l'information disponible ne permet pas de quantifier les diminutions encourues (Fortier, 2010).

UNE RÉDUCTION DES NP-NPE DANS LE MILIEU RÉCEPTEUR

À l'hiver 2009-2010, le MDDEFP a réalisé un troisième suivi des NP-NPE afin de répondre à deux objectifs : vérifier si les fortes diminutions de l'utilisation de ces substances dans la première décennie des années 2000 ont mené à une diminution de leur concentration dans les cours d'eau et vérifier si les concentrations résiduelles dépassaient les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Évaluer les changements dans les concentrations de NPE dans les cours d'eau nécessitait de retourner à des sites échantillonnés au début des années 2000. Le MDDEFP a mis à jour l'information concernant

les usines de textiles avec procédé humide et a retenu huit sites pour le suivi post-intervention. Un seul d'entre eux n'avait pas été échantillonné auparavant.

Les mesures de nonylphénol éthoxylés et carboxylés totaux ont montré une forte diminution des concentrations de 2000-2003 à 2009-2010. Les diminutions observées varient entre 89 et 99 % selon le site. En regroupant les données des sept sites échantillonnés au début et à la fin de la décennie, la concentration médiane est passée de 8,14 µg/l en 2000-2003 à 0,59 µg/l en 2009-2010 (voir la figure 2). Cette diminution de 93 % est statistiquement significative ($P < 0,0001$) et a entraîné une diminution de la fréquence et de l'amplitude des dépassements des critères de qualité de l'eau. La période 2000-2003 a totalisé 29 dépassements, avec des concentrations jusqu'à 12 fois supérieures au critère, alors qu'en 2009-2010 il n'y en a eu qu'un dépassement, par un facteur de 1,2 seulement (Berryman *et al.*, 2012).

Les réductions drastiques de l'usage des NP-NPE dans les secteurs industriels ciblés par le gouvernement fédéral semblent donc s'être

traduites par des diminutions du même ordre dans les cours d'eau. Les diminutions de concentrations dans les cours d'eau sont sans doute attribuables à des combinaisons variables, selon le site, des diminutions d'utilisation dans les produits de nettoyage, les textiles, les pâtes et papiers et les pesticides. La substitution de ces substances par d'autres, moins nocives pour l'environnement, a permis d'obtenir des résultats à la hauteur des objectifs de départ et d'ainsi diminuer le risque lié aux NP-NPE. ■

Les mesures de nonylphénol éthoxylés et carboxylés totaux ont montré une forte diminution des concentrations de 2000-2003 à 2009-2010. Les diminutions observées varient entre 89 et 99 % selon le site.

RÉFÉRENCES

Berryman, D., B. Sarrasin et C. Deblois. (2012). *Diminution des concentrations de nonylphénols éthoxylés dans les cours d'eau du Québec méridional de 2000 à 2010*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-65652-4 (PDF), 20 p.

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., F. Houde, C. Deblois et M. O'Shea. (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.

Campbell, P.M., L.S. Mc Carty et W. Holm for ToxEcology Environmental Consulting Ltd. (2000). *Technical and socio-economic background study for nonylphenol and its ethoxylates*, final report, prepared for Environment Canada, 127 p.

Environnement Canada. (2010). *Rapport d'étape : Planification de la prévention de la pollution pour le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés dans les produits*, www.ec.gc.ca/planp2-p2plan/default.asp?lang=Fr&n=1932C86B-1 (page consultée le 28 juillet 2012).

Environnement Canada. (2004). *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*. In Environnement Canada www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=83A7E216-A619-454E-AFA1-AF1E9B27BD51 (page consultée le 24 février 2012).

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

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.

Gauthier, K. (2010). *Évaluation de l'efficacité des mesures du gouvernement fédéral visant à réduire le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés*, essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.), Université de Sherbrooke, Québec, 85 p.

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

Maguire, R.J. (1999). « Review of the Persistence of Nonylphenol and Nonylphenol Ethoxylates in Aquatic Environments », *Water Quality Research Journal of Canada*, 34 (1) : 37-78.

Ministère de l'Environnement. (2004a). *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*. In *Gazette du Canada* partie I, vol. 138, n° 49, 4 décembre 2004.

Ministère de l'Environnement. (2004b). *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, vol. 138, n° 49, 4 décembre 2004.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. (2009). *Critères de qualité de l'eau de surface*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, mise à jour, avril 2012, ISBN-978-2-550-64798-0 (PDF), 510 p. et 16 annexes.

Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées [DORS/2012-139].

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.

Soares, A., B. Guieyss, B. Jefferson, E. Cartmell. et J.N. Lester. (2008). « Nonylphenol in the environment : A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters », *Environment International*, vol. 34 : 1033-1049.