

POTENTIEL ŒSTROGÉNIQUE DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE L'USINE MÉTALLURGIE MAGNOLA INC.

Projet de surveillance des effets œstrogéniques présenté au comité des citoyens
d'Asbestos le 11 décembre 2002.

Introduction

Les modulateurs endocriniens (en anglais endocrine disrupting chemicals ou EDC) sont des contaminants environnementaux qui sont capables d'agir directement sur des récepteurs hormonaux comme agoniste ou antagoniste. En fait, certaines de ces molécules se substituent en quelque sorte aux hormones pour activer ou désactiver certains systèmes biologiques (comme le système reproducteur par exemple). La modulation des systèmes endocriniens peut être également le résultat d'une modification de la production, de l'émission, du transport, du métabolisme, de la fixation à un récepteur, de l'action ou de l'élimination d'une hormone naturelle à l'intérieur d'un organisme (Kavlock et al. 1996). Plusieurs études ont démontré la présence de contaminants environnementaux pouvant imiter les hormones estrogènes. Ces contaminants sont appelés des xénoestrogènes. On retrouve parmi les xénoestrogènes une grande variété de composés chimiques tels que des hydrocarbures halogénés, des insecticides, des détergents industriels, certains produits agricoles et certains plastiques, ainsi que des molécules d'origine végétale. Or, ces polluants sont largement répandus dans le milieu aquatique. Des études en Europe, et notamment en Grande Bretagne, ont montré que les xénoestrogènes présents dans les effluents urbains ont un impact sur l'écosystème aquatique et en particulier sur les poissons. Dans le milieu aquatique, les modulateurs endocriniens ont été liés avec des dysfonctionnements reproductifs chez les poissons et les reptiles, des inversions de sexe chez les poissons et certains invertébrés, et des problèmes de développement chez les oiseaux et les amphibiens.

Une liste des principaux modulateurs endocriniens connus a été compilée à partir d'informations disponibles au World Wildlife Fund of Canada.

(www.wwfcanada.org/hormone-disruptors/list.htm).

Liste des principaux modulateurs endocriniens connus :

Organohalogènes persistants	Pesticides	Phthalates	Métaux	Autre		
Dioxines et furannes	2,4,5-T	Dieldrine	Metiram	Di-ethylhexyl phthalate	Cd	Dimères et trimères de styrènes
BPCs	2,4-D	Endosulfan	Metiram	Butyl bezyl phthalate	Pb	Benzo(a)pyrène
BBPs	Alachlor	Esfenvalerate	Metribuzin	Di-n-butyl phthalate	Hg	Bisphénol A
Octachlorostyrène	Aldicarb	Ethylparathion	Mirex	Di-n-pentyl phthalate		Penta- à Nonyl- phénols
Hexachlorobenzène	Amitrole	Fenvalerate	Nitrofen	Di-hexyl phthalate		
Pentachlorophénol	Atrazine	Lindane	Oxychlorane	Di-propyl phthalate		
	Benomyl	Heptachlor	Permethrin	Dicyclohexyl phthalate		
	β-HCH	h-epoxide	Pyrethroides synthétiques	Diethyl phthalate		
	Carbaryl	Kelthane	Toxaphène			
	Chlordane	Kepone	Transnonachlor			
	Cypermethrin	Malathion	Oxide de tributylétain			
	DBCP	Mancozeb	Trifluralin			
	DDT	Maneb	Vinclozolin			
	Métabolites de DDT	Methomyl	Zineb			
	Dicofol	Methoxychlor	Ziram			

Depuis maintenant une dizaine d'années l'attention de la communauté scientifique a été portée sur les modulateurs endocriniens qui semblent capables de causer des effets dommageables sur la reproduction et le développement de nombreux organismes. La plupart des composés cités ci-dessus sont présents dans l'environnement et en particulier dans le milieu aquatique. Bien que les modulateurs endocriniens puissent affecter de nombreux systèmes hormonaux, une attention particulière a été portée sur les substances capables d'influencer la reproduction. Les principales hormones sexuelles sont les stéroïdes, dont les plus importantes sont les œstrogènes chez les femelles et les androgènes chez les mâles.

Une grande partie des composés reconnus comme modulateurs endocriniens aboutit dans le milieu aquatique, et les poissons sont aujourd'hui reconnus comme des espèces sentinelles chez qui la surveillance de l'apparition d'un effet permet de détecter précocement la présence d'une xéno-hormone.

C'est dans cette optique de surveillance et de détection précoce que le projet présenté ici a été développé. Le projet a été focalisé sur les effets œstrogéniques, c'est-à-dire sur la modification de phénomènes biologiques (généralement liés au cycle reproducteur) qui seraient normalement contrôlés par les hormones œstrogènes, alors que ces hormones ne peuvent pas être responsables des modifications observées.

Le nouveau procédé d'extraction du magnésium mis en place à l'usine Magnola (Danville, Québec) utilise un procédé électro-chimique à base de chlore pour extraire le magnésium de la serpentine d'amiante. La mise en place et l'utilisation de procédé entraînent l'émission atmosphérique de quantités mineures de composés organochlorés tels que BPC, hexachlorobenzène, dioxines et furannes et de ce fait a été la raison principale de la mise en place de ce projet. Magnola s'est engagé à évaluer les effets potentiels à long terme qui pourraient être associés avec les émissions d'organochlorés provenant de la mise en opération de l'usine. Cet engagement comprend aussi le développement de recherches dans le but de réduire et même d'éliminer ces émissions atmosphériques.

Certains composés organochlorés sont potentiellement œstrogéniques et/ou anti-œstrogéniques (dioxine et furannes par exemple). Pour d'autres composés comme l'hexachlorobenzène, le potentiel œstrogénique est inconnu.

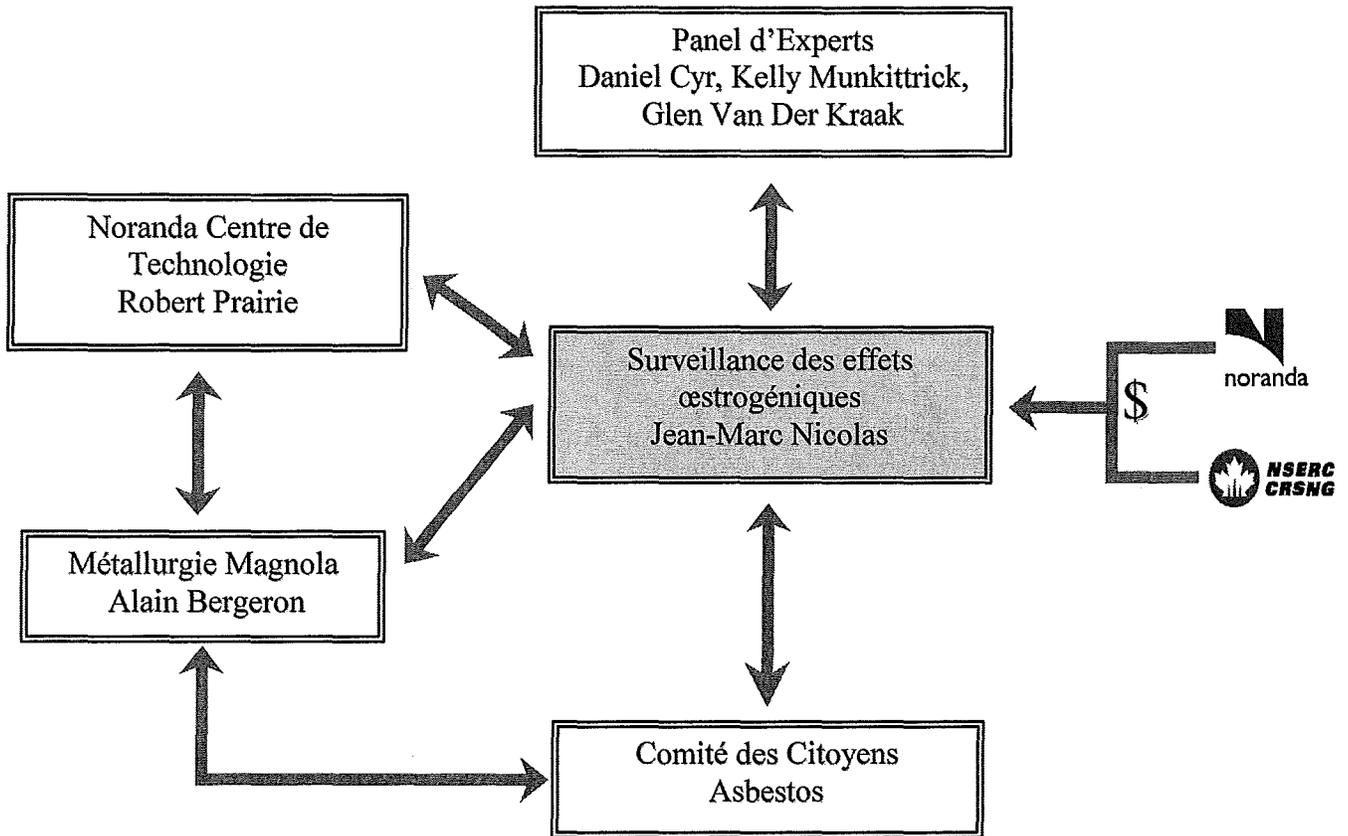
Le principe de surveillance de l'apparition d'effets œstrogéniques est assez simple : il consiste à détecter la présence de vitellus (équivalent au jaune dans les œufs d'oiseaux) chez les mâles d'animaux ovipares. Dans des conditions normales, la présence de vitellus est directement et strictement liée aux hormones œstrogènes qui sont des hormones

strictement femelles. Donc la présence de vitellus chez les mâles est nécessairement diagnostique d'un effet œstrogéniques. Dans les cas extrêmes, l'excès de vitellus peut conduire les mâles à développer des tissus ovariens à l'intérieur des testicules, ce qui les rend stériles.

Objectifs du projet

- Établir un programme de suivi environnemental pour évaluer le potentiel œstrogéniques ou anti-œstrogéniques des émissions atmosphériques de Magnola
- Développer les outils moléculaires capables de détecter des effets œstrogéniques ou anti-œstrogéniques chez l'espèce sentinelle
- Déterminer si l'hexachlorobenzène (HCB) est un modulateur endocrinien chez les poissons
- Établir une base de données sur les conditions environnementales avant la pleine opération de l'usine.

Structure du programme de recherche



Comme l'indique cet organigramme, un panel d'experts universitaires indépendants est chargé d'évaluer la rigueur et la validité de la recherche effectuée dans le cadre de ce projet sur une base semi-annuelle. Il est également à noter qu'une grande partie du financement de ce projet est le fruit d'une bourse de recherche post-doctorale accordée sur concours au Dr. Nicolas. Ce support financier fait l'objet d'une compétition nationale, et souligne l'intérêt porté par la communauté scientifique à cette entreprise. En outre, ces conditions garantissent, en quelques sorte, l'impartialité de la recherche effectuée.

Description de l'espèce sentinelle:

Dans cette étude, l'espèce sentinelle sélectionnée est un poisson commun à pratiquement tous les cours d'eau et les lacs autour de l'usine Magnola : le mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*).

Le mulet à cornes est une espèce très commune en Amérique du Nord. C'est un poisson omnivore, se nourrissant principalement d'insectes. Sa taille varie de 5 à 9 cm à 1 an et de 10 à 18 cm à 4 ans. La maturité sexuelle de cette espèce, dans la région qui nous préoccupe, est atteinte à la troisième année pour les mâles et à la quatrième pour les femelles. La taille maximale varie de 30 cm et 340 g pour les mâles à 26 cm et 250 g pour les femelles.

Le frai à lieu au printemps, et commence à une température comprise entre 12 et 13°C. Cette période dure généralement de mai à juin et se termine avant la mi-juin au Québec. A la période de la ponte, les mulets ayant atteint la maturité sexuelle remontent les cours d'eau jusqu'à atteindre des zones de faible profondeur et de faible courant. A l'aide de leur nageoire caudale, les mâles creusent une tranchée de quelques centimètres de profondeur en travers du cours d'eau. Les femelles viennent y déposer leurs œufs, qui sont immédiatement fécondés par le mâle. Un mâle peut ainsi féconder plusieurs femelles dans le même *nid*.

Description du projet :

Onze stations ont été sélectionnées autour du site de l'usine Magnola. Elles sont réparties sur les cours d'eau et les lacs qui *entourent* le site de l'usine. Deux sites de référence ont également été sélectionnés en dehors de la zone prévue d'influence de l'usine. Ces stations sont :

- Stations en rivière : Rivière Nicolet (Référence), Rivière Nicolet (Sortie 3 Lacs), Rivière Nicolet (Aval stations d'épuration), Rivière Danville (Référence), Rivière Danville (Barrage), Rivière Landry (Référence), Rivière Landry.
- Station en lac : Étang Burbank, Lac Denison (Référence), Les Trois Lacs, Spooner Pond (Référence).

A chaque période d'échantillonnage, c'est-à-dire deux fois par an (mai et octobre), 10 mâles et 10 femelles mulets à cornes seront capturés, anesthésiés, mesurés, pesés et disséqués. Les études préliminaires effectuées dans les rivières et les lacs sélectionnés indiquent que l'abondance des mulets à cornes est suffisante pour permettre cette

fréquence d'échantillonnage. Le foie et les organes reproducteurs seront immédiatement congelés dans l'azote liquide. La portion antérieure du foie, appelée pronéphros sera prélevée et mise en culture afin d'évaluer l'activité immunitaire de ces poissons. Enfin les carcasses éviscérées seront congelées et préservées, en cas d'analyses ultérieures.

Pour chaque poisson, les indicateurs biologiques de contamination suivants sont analysés :

- Dans le foie seront quantifiées :
 - vitellogénine (indicateur de la présence de vitellus)

- Les organes reproducteurs permettront de déterminer :
 - maturité sexuelle
 - fertilité

Résultats :

Aucun des poissons testés en 2000 ou 2001, soit au total près de 450 échantillons, n'a mis en évidence d'effet œstrogénique ou anti-œstrogénique détectable chez les mulets à cornes mâles ou femelles capturés autour de l'usine Magnola. Ce résultat démontre avec certitude que les poissons capturés aux 11 sites d'échantillonnage n'ont été exposés à aucune substance œstrogénique.

Ce projet aura également démontré le potentiel œstrogénique de l'hexachlorobenzène en laboratoire et confirmé l'efficacité des outils moléculaires développés.

D'autre part, ce projet aura permis de mettre en place une solide base de données qui pourra être utilisée comme référence au cours de suivis environnementaux à venir.

Cette base de données comprend:

- la description détaillée des sites de capture
- une évaluation de la diversité des espèces de poissons à chaque site
- une évaluation de l'abondance des espèces présentes à chaque site
- la longueur, le poids et l'âge des mulets à cornes à chaque site
- plusieurs indices physiologiques des poissons sacrifiés à chaque site

Références :

Kavlock, R.J., G.P. Daston, C. DeRosa, P. Fenner-Crisp, L.E. Gray Jr., S. Kaattari, G. Lucier, M. Luster, M.J. Mac, C. Maczka, R. Miller, J. Moore, R. Rolland, G. Scott, D.M. Sheehan, T. Sinks and H.A. Tilson. 1996. Research needs for the assessment of health and environmental effects of endocrine disruptors : A report of the U.S. EPA-sponsored workshop. *Environ. Health Perspect.* 104(Suppl. 4) : 715-740.