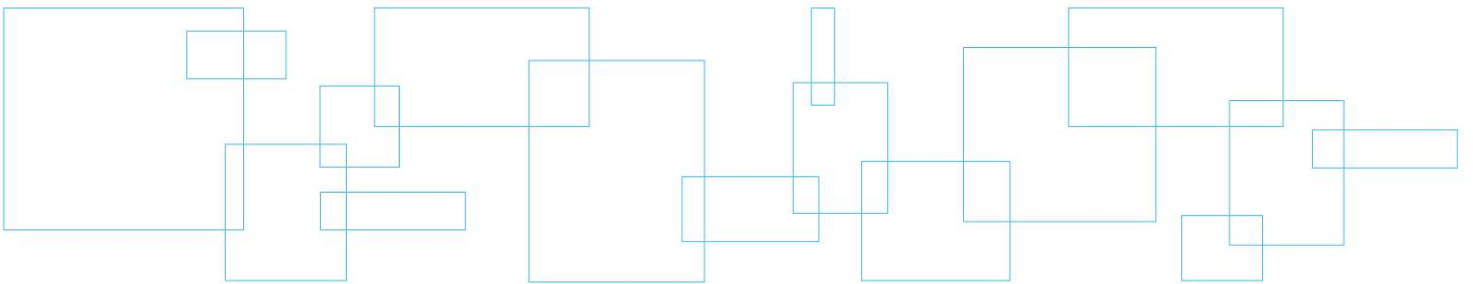


**Annexe 8 Rapport sur l'évaluation du risque à
l'environnement et à la santé humaine associé
aux sédiments contaminés
en cuivre**



Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre

Quai de Gaspé



Document d'information

Janvier 2004

No réf Osar : Q03023 000104



DOSSIER...70.75.159.....
SGDDI...88.996.3.....

Table des matières

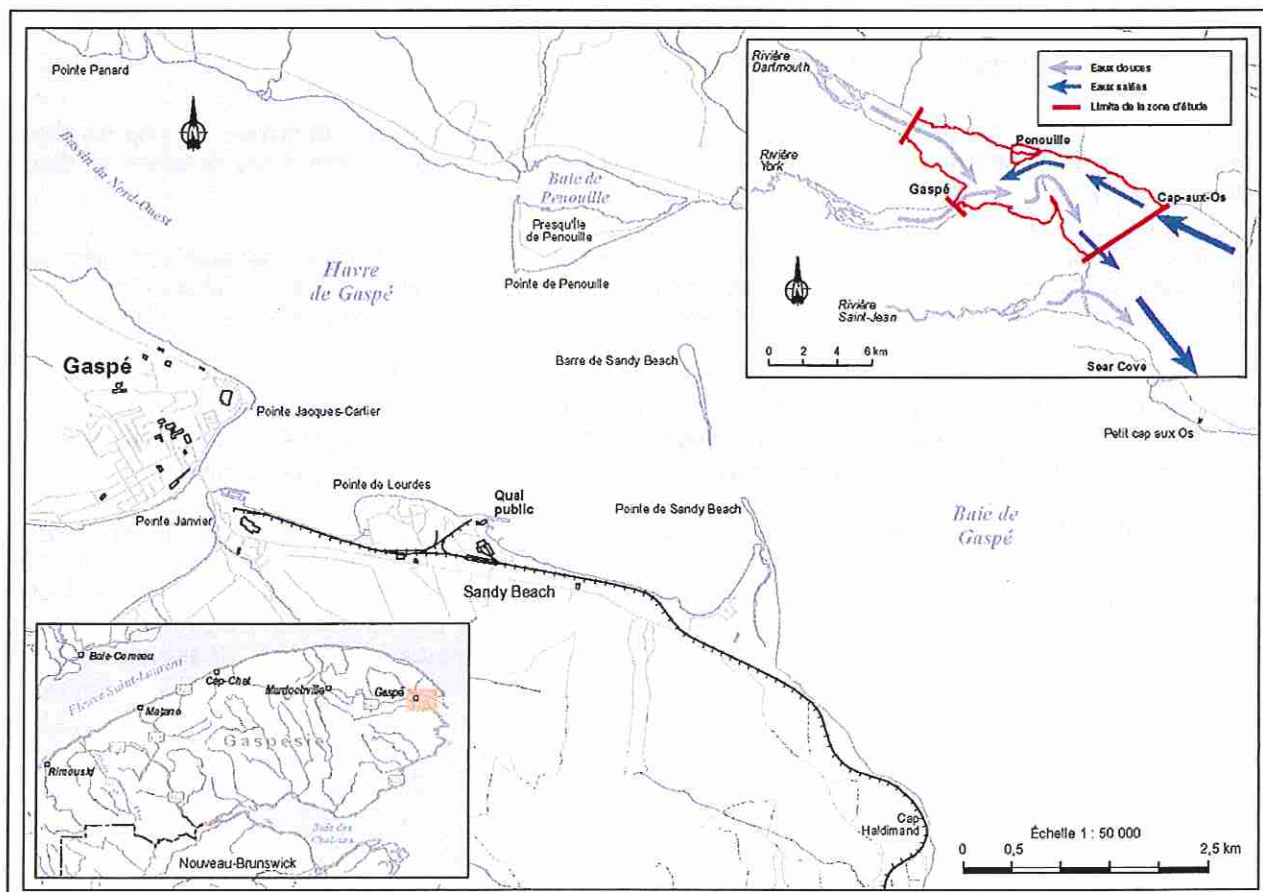
Table des matières.....	i
Introduction.....	1
Problématique environnementale du quai de Gaspé	2
■ Historique	2
■ Aperçu général de la zone d'étude.....	2
■ Études de caractérisation.....	3
■ Utilisation des critères de qualité des sédiments	3
Approche du comité technique.....	4
■ Étude de 2002	4
■ Étude de 2003	5
Caractérisation du milieu et mesures complémentaires	5
■ Sédiments	5
■ Eau interstitielle	6
■ Mesures dans les organismes marins.....	6
Évaluation écotoxicologique.....	7
■ Démarche générale.....	7
■ Résultats.....	7
Analyse de risques écologique et toxicologique.....	8
■ Risque écologique	8
• Démarche générale	8
• Résultats.....	9
■ Risque toxicologique	9
• Démarche générale	9
• Résultats.....	11
Conclusion.....	11
Pour en savoir plus.....	13
■ Rapports d'étude	13
■ Personnes ressources.....	13

Introduction

Depuis 1997, Noranda Inc. et Transports Canada ont uni leurs efforts afin de préciser l'étendue de la problématique environnementale touchant le secteur du quai commercial de Gaspé et d'examiner les effets liés à la présence de contaminants dans le milieu.

Dans ce contexte, un comité technique composé d'experts en environnement provenant de chacune de ces organisations, de même qu'Environnement Canada et Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC), a été formé en 2001 afin de procéder à une étude d'évaluation des risques environnementaux du secteur du quai de Gaspé. Cette démarche permet de mieux cerner le problème de contamination des sédiments et de se doter d'outils de gestion additionnels qui serviront à l'élaboration des solutions adaptées et efficaces. Le secteur étudié est présenté à la figure 1. Le présent document résume la démarche suivie par le comité technique et son équipe de consultants pour la réalisation de l'étude. Il résume les résultats liés aux différents volets de l'étude.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude à l'échelle régionale et locale



Problématique environnementale du quai de Gaspé

■ Historique

Le quai de Gaspé a une vocation industrielle et commerciale depuis plus de 100 ans. Au cours des années, plusieurs compagnies ont utilisé le quai pour le transbordement de diverses marchandises. La compagnie Noranda Inc. (division Fonderie Gaspé) a utilisé le quai pendant plus de 40 ans pour la réception du concentré de cuivre et l'exportation d'acide sulfurique. Depuis la fermeture de Fonderie Gaspé en avril 2002, la compagnie Noranda a cessé ses activités au quai de Gaspé. Des pétrolières utilisent quant à elles le quai pour le transbordement de produits pétroliers alimentant la région.

À l'heure actuelle, la circulation maritime commerciale et de plaisance constituent les deux activités les plus importantes dans la baie de Gaspé. Le quai est surtout utilisé pour le transbordement de produits pétroliers, de sel, de produits de la mer et de marchandises générales. Le quai est également utilisé à des fins touristiques et par quelques navires de pêche ainsi que pour le ravitaillement des navires fédéraux de Pêches et Océans Canada, dont ceux de la Garde côtière canadienne.

■ Aperçu général de la zone d'étude

Le havre de Gaspé est situé à la sortie des estuaires des rivières York et Darmouth. La ville de Gaspé couvre en partie le littoral ouest du havre. Le quai de Gaspé est situé sur la rive sud du havre de Gaspé (voir figure 1).

Dans le secteur du quai de Gaspé, la profondeur d'eau varie de 0 m à 32 m et les sédiments en place sont principalement constitués de sable. Le patron de circulation de l'eau montre une alternance des courants avec le flot longeant la rive nord et le jusant longeant la rive sud. L'amplitude moyenne des marées est de 1,2 m.

La végétation aquatique de la baie de Gaspé est caractérisée par la présence de différents types d'algues et de la zostère marine. Les espèces animales y sont nombreuses et diversifiées. Toutefois, dans les environs immédiats du quai de Gaspé, la végétation et la faune aquatique sont peu abondantes.

Au niveau de la pêche commerciale, quelques pêcheurs de homards, de crabe, de poissons et de pétoncles sont actifs dans la baie de Gaspé. Outre l'élevage de moules dans la baie, la cueillette des autres mollusques est une activité limitée en raison de la contamination aux algues causant l'intoxication paralysante par les mollusques, phénomène qui n'est pas associé aux sédiments. La pêche sportive est également pratiquée à l'embouchure des rivières et au quai commercial de Gaspé. Le secteur immédiat du quai de Gaspé est peu exploité pour la récolte de mollusques et de poissons.

■ Études de caractérisation

Depuis une quinzaine d'années, diverses études (voir encadré ci-contre) réalisées en périphérie du quai de Gaspé ont mis en évidence une problématique environnementale reliée à la présence de contaminants dans les sédiments. Plus spécifiquement, les teneurs de certains métaux et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) mesurées dans les sédiments situés à proximité du quai dépassent les critères de qualité des sédiments utilisés par les organismes provincial et fédéral (voir encadré ci-dessous). Ces études ont également mis en évidence que les teneurs de plusieurs contaminants, notamment du cuivre, diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du quai. Les zones les plus problématiques se situent près du quai.

Caractérisations environnementales réalisées au quai de Gaspé

- **1993** : Caractérisation des sédiments, secteur nord du quai commercial de Gaspé
- **1997** : Caractérisation des sédiments au niveau de la zone portuaire, inventaire de la communauté benthique, tests de toxicité sur certains organismes marins
- **2000** : Caractérisation complémentaire des sédiments à proximité du quai de Gaspé (étude géostatistique) visant à préciser l'étendue et l'importance de la contamination en cuivre, en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et en biphényles polychlorés (BPC)
- **2001** : Caractérisation détaillée des sédiments et de l'eau interstitielle dans les zones d'exposition et de référence, inventaire de la communauté benthique, tests de toxicité spécifiques et mesures de bioaccumulation sur certains organismes marins

■ Utilisation des critères de qualité des sédiments

Les seuils proposés par les organismes gouvernementaux sont destinés à juger de la qualité des sédiments. Dans un contexte de restauration de site contaminé, les principes d'utilisation et d'application de ces critères permettent, soit d'utiliser directement ceux-ci comme objectif de décontamination à

Critères intérimaires de qualité des sédiments

Des critères de qualité des sédiments ont été développés pour plusieurs contaminants et constituent des valeurs guides utilisées par les organismes gouvernementaux et les praticiens en environnement pour juger rapidement ou sommairement de la qualité des sédiments. Celle-ci est déterminée en comparant les teneurs des contaminants mesurées directement dans les sédiments d'un site visé aux critères.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Environnement Canada et MENVIQ (1992). Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent. Centre Saint-Laurent.

atteindre, ou soit encore, de déterminer des seuils d'intervention reflétant les particularités du site à l'étude. En effet, il est suggéré, lorsque la contamination en place dépasse le seuil d'effets néfastes (SEN), de réaliser une analyse plus poussée afin de juger des risques appréhendés et des mesures à prendre.

Approche du comité technique

En conformité avec les principes d'utilisation et d'application des critères de qualité des sédiments, le comité technique a décidé de procéder à une étude d'évaluation des risques environnementaux au secteur du quai de Gaspé comportant trois volets, à savoir une analyse de risques toxicologique (santé humaine) et écologique (faune) et une évaluation écotoxicologique, qui consiste en des tests de toxicité. Tous ces tests et analyses visaient à proposer un seuil spécifique d'intervention dans l'optique, le cas échéant, d'un projet de restauration de sédiments spécifique à Gaspé. La figure 2 présente ces différents volets.

■ Étude de 2002

Une étude présentant les résultats des différents volets a été déposée en mars 2002. Les activités réalisées dans le cadre de cette étude sont présentées en détail au tableau 1. Il faut rappeler que ces différentes activités visaient principalement à définir un seuil spécifique d'intervention et à évaluer le niveau de risque pour l'environnement (faune) et pour la santé humaine (population locale).

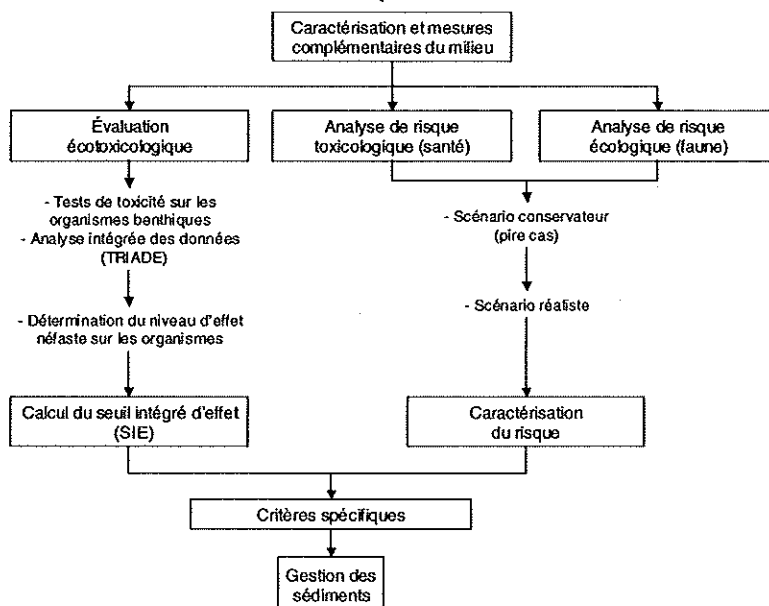


Figure 2 : Cheminement général de l'étude de risque des sédiments près du quai de Gaspé

Tableau 1 : Liste des activités réalisées dans le cadre de l'étude de risque (QSAR et al., mars 2002)

Activité	Compartment environnemental ou voie d'exposition	Analyse, test ou méthode
Première activité : Caractérisation du milieu et échantillonnage	Sédiments	Métaux, HAP, granulométrie, carbone organique total
	Eau interstitielle	Métaux, carbone organique dissous
	Organismes benthiques	Collecte et tri des organismes
	Autres organismes aquatiques	Capture des organismes aquatiques
Deuxième activité : Inventaire de la communauté benthique	Organismes benthiques	Identification des espèces et caractérisation de la communauté
Troisième activité : Tests de toxicité	Sédiments et eau interstitielle	Tests de toxicité (phase solide) - Amphipode marin (survie et ré-enfouissement) - Polychète marin (survie et croissance) - Microtox en phase solide Tests de toxicité (phase liquide) - Moule bleue (développement larvaire)
Quatrième activité : Mesures de bioaccumulation	Organismes benthiques et crustacés	- Polychètes marins - Homard - Moule bleue
Cinquième activité : Évaluation des risques écologiques	Tous les compartiments environnementaux et voies d'exposition	Estimation de l'exposition et caractérisation du risque
Sixième activité : Évaluation des risques toxicologiques	Organismes aquatiques (homard, moules)	Estimation de l'exposition et caractérisation du risque
Septième activité : Synthèse des données et détermination du seuil intégré d'effet (SIE)	Tous les compartiments environnementaux et voies d'exposition pertinents	- Analyses statistiques des données du milieu et des tests de toxicité - Calcul du seuil intégré d'effet

■ Étude de 2003

L'étude déposée en mars 2002 a fait l'objet d'une évaluation minutieuse de la part de nombreux organismes gouvernementaux et locaux. Plusieurs questions et commentaires ont été transmis au comité technique qui a fourni des réponses et des informations complémentaires d'ordre général aux différents organismes.

En ce qui concerne les commentaires d'ordre plus technique, un addenda à l'étude de risque a été préparé avec le consultant et déposé en novembre 2003. Cet addenda apporte des éclaircissements sur les choix méthodologiques et le cheminement logique ayant mené aux conclusions de l'étude, reprend certains calculs justifiés par l'obtention de nouvelles données et informations non disponibles lors de la réalisation de l'étude initiale, et répond spécifiquement à des questions techniques soulevées par les différents organismes et personnes du public qui ont commenté l'étude.

Caractérisation du milieu et mesures complémentaires

■ Sédiments

En 2001, afin de juger du niveau de contamination général dans le secteur du quai de Gaspé, des échantillons de sédiments prélevés près du quai de Gaspé (zone d'exposition) et dans le secteur de Penouille (zone de référence ou de comparaison) ont fait l'objet d'analyses chimiques en laboratoire. Au total, dix contaminants présentent des concentrations dépassant le SEN essentiellement dans la zone d'exposition (voir tableau 2). Il s'agit de six différents composés HAP, du cuivre, du nickel, du plomb et de l'arsenic. Dans le cas de l'arsenic, les teneurs supérieures au SEN se limitent aux abords immédiats du quai.

Tableau 2 : Substances chimiques dépassant le seuil d'effet néfaste (SEN) dans les zones d'exposition (quai de Gaspé) et de référence (Penouille), automne 2001

Paramètres	Zone d'exposition (quai de Gaspé)	Zone de référence (Penouille)	Critères de qualité des sédiments (SEN) (mg/kg)	Nombre de dépassements du SEN
	Nombre d'échantillons mesurés	Nombre d'échantillons mesurés		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques				
Benzo(a)anthracène (mg/kg)	17	4	0,5	5
Benzo(a)pyrène (mg/kg)	17	4	0,7	1
Chrysène (mg/kg)	17	4	0,8	1
Fluoranthène (mg/kg)	17	4	2	1
Naphtalène (mg/kg)	17	4	0,6	0
Phénanthrène (mg/kg)	17	4	0,8	4
Pyrène (mg/kg)	17	4	1	4
Métaux et métalloïde				
Arsenic (mg/kg)	17	4	17	6
Cadmium (mg/kg)	17	4	3	0
Cuivre (mg/kg)	17	4	86	17
Nickel (mg/kg)	17	4	61	11
Plomb (mg/kg)	17	4	170	1
Zinc (mg/kg)	17	4	540	0

En ce qui concerne le nickel, bien que les teneurs mesurées dépassent fréquemment le SEN, elles semblent associées au bruit de fond de la région puisque les concentrations mesurées dans les zones d'exposition et de référence sont similaires. La caractérisation des sédiments de 2001 a montré une diminution graduelle des teneurs en cuivre et en HAP à partir du quai, en direction de la flèche sableuse de Sandy Beach (figure 3).

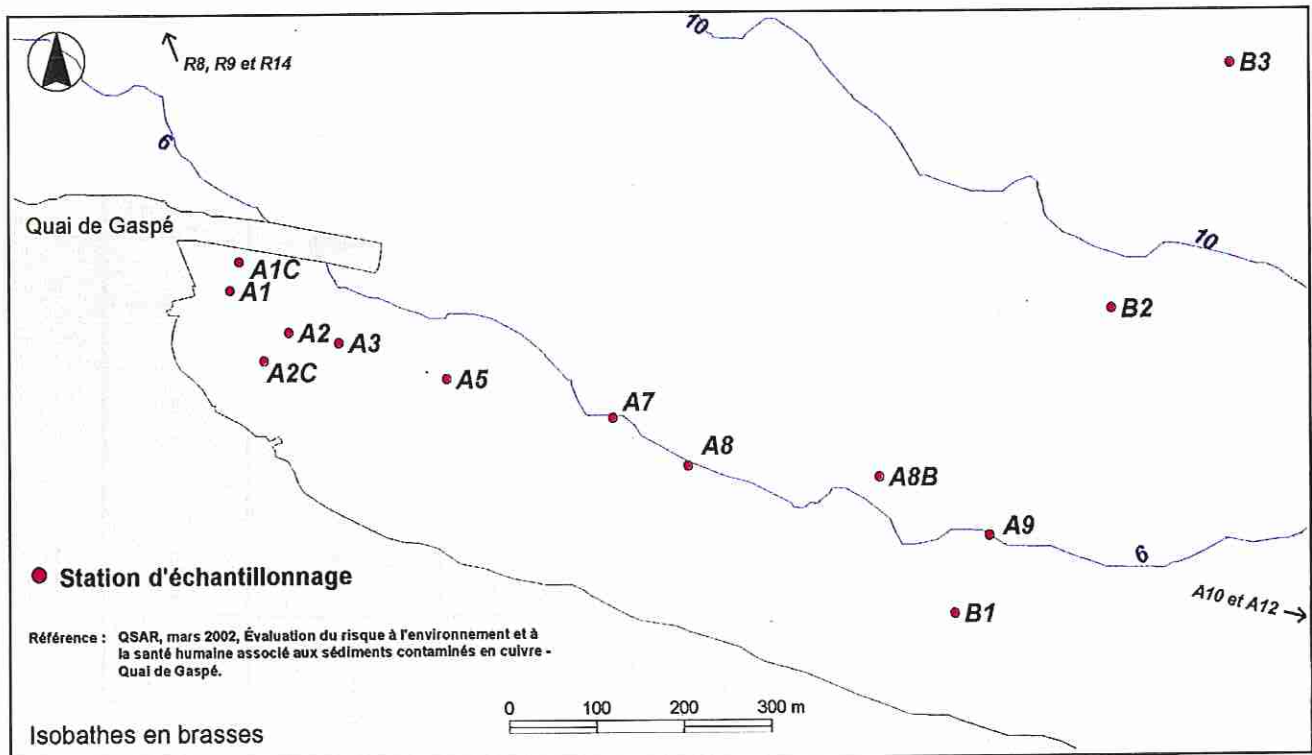
■ Eau interstitielle

Plusieurs métaux (cadmium, cuivre, nickel, plomb, zinc) ont aussi été mesurés dans l'eau contenue dans les sédiments (eau interstitielle). Les résultats montrent que les concentrations de métaux mesurées dans l'eau interstitielle sont faibles par rapport aux concentrations totales mesurées dans le sédiment entier. Pour le cuivre, malgré le fait que les concentrations soient supérieures dans la zone d'exposition par rapport à la zone de référence, on observe une décroissance des concentrations de cuivre dans l'eau interstitielle à partir du quai de Gaspé, similaire à celle observée pour les sédiments. Dans la zone de référence (secteur de Penouille), les concentrations en métaux dans l'eau interstitielle sont généralement similaires aux concentrations retrouvées normalement dans l'eau de mer.

■ Mesures dans les organismes marins

Les teneurs en métaux (cadmium, cuivre, nickel, plomb et zinc) et en HAP ont été mesurées dans des tissus de moules bleues (chair), de vers marins (organismes entiers) et de homards (hépatopancréas et chair). Ces mesures visaient à évaluer le potentiel de bioaccumulation de ces substances par les organismes marins en zones d'exposition et de référence. Elles ont servi essentiellement à l'estimation de l'exposition de la faune et des humains à ces substances.

Figure 3 : Localisation des stations d'échantillonnage



Évaluation écotoxicologique

■ Démarche générale

Dans le cadre de l'évaluation écotoxicologique, des seuils intégrés d'effet (SIE) pour le cuivre et les HAP ont été calculés de façon spécifique au secteur du quai de Gaspé afin de définir, s'il y a lieu, une zone d'intervention. Pour ce faire, différents tests de toxicité ont été réalisés sur des organismes marins (espèces indicatrices) mis en contact avec les sédiments ou l'eau interstitielle provenant des zones d'exposition et de référence (voir tableau 3). Ces tests ont permis de comparer les zones d'exposition et de référence et de déterminer la concentration de cuivre et de HAP dans les sédiments ou dans l'eau interstitielle qui engendre un effet néfaste sur le comportement, le développement ou la survie des organismes.

■ Résultats

Le tableau 3 résume les effets observés des six tests de toxicité réalisés dans le cadre de l'étude.

Tableau 3 : Résultats des différents tests de toxicité utilisés dans le cadre de l'évaluation écotoxicologique des sédiments des zones d'exposition (quai de Gaspé) et de référence (Penouille), automne 2001

Espèce testée	Paramètre d'évaluation	Effet néfaste observé
Petit crustacé (Amphipodes)	Survie	Non
	Ré-enfouissement	Non
Ver marin (Polychètes)	Survie	Non
	Croissance	Non
Bactérie	Bioluminescence (Microtox)	Oui
Moule bleue	Développement larvaire*	Oui

* : Test effectué avec l'eau interstitielle.

- **Vers marins et petits crustacés** : les vers marins (polychètes) et les petits crustacés (amphipodes) mis en contact avec les sédiments n'ont subi aucun effet néfaste; les concentrations seuils ont donc été définies comme étant la concentration maximale mesurée dans les sédiments, soit >3 800 mg de cuivre par kg de sédiment et >25 mg de HAP totaux par kg de sédiment.

- **Bactérie** : les bactéries mises en contact avec les sédiments ont montré un effet néfaste significatif (réduction de 50 % de la photoluminescence) pour certaines stations; les concentrations seuils basées sur ce niveau d'effet ont été estimées par modélisation (régression linéaire) à 1 464 mg de cuivre par kg de sédiment et à 8 mg de HAP totaux par kg de sédiment.

- **Moules bleues** : l'exposition des larves de moules bleues à l'eau interstitielle contaminée a également entraîné un effet néfaste significatif à certaines stations (développement larvaire réduit des organismes fortement exposés); effet attribuable uniquement aux HAP. La concentration seuil estimée par modélisation correspondant à 75 % du nombre de larves se développant normalement est de 2 mg de HAP par kg de sédiment.

En tenant compte des concentrations seuils obtenues pour chaque test de toxicité, des SIE de 2 400 mg de cuivre par kg de sédiment et de 5 mg de HAP par kg de sédiment ont été définis. D'une façon conservatrice, ces SIE visent à protéger 90 % des organismes benthiques (10^e centile) vivant dans les sédiments du secteur du quai de Gaspé.

En associant ces SIE aux différentes stations d'échantillonnage des sédiments visitées en 2001, six stations localisées à moins de 500 mètres de la rive présentent des teneurs en HAP dépassant le SIE, tandis que trois stations situées à moins de 150 mètres de la rive, montrent des teneurs en cuivre qui dépassent le SIE (Groupe 1, voir tableau 4).

Une évaluation statistique des données s'appuyant sur une approche qui intègre simultanément les caractéristiques physico-chimiques (ex. : concentrations de métaux et HAP dans les sédiments), biologiques (inventaire de la communauté benthique) et toxicologiques (tests de toxicité) du secteur à l'étude identifie également le même groupe de six stations fortement contaminées obtenu dans le cas des HAP totaux.

Tableau 4 : Concentrations limites dans les sédiments selon les seuils intégrés d'effets, zone d'exposition

Stations	Distance à partir de la rive près du quai (m)	HAP totaux (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)
A1C	61	20,3	3 800
A1	59	21,6	2 100
A2C	140	25,2	2 600
A2	140	15,0	2 400
A3	196	9,0	2 200
A5	325	8,3	1 100
A7	519	2,8	830
A8	618	0,6	110
A8B	829	2,1	530
A9	970	1,1	360
A10	1 637	1,1	150
A12	2 394	1,7	210
R8	3 189	0,2	16
R9	3 462	0,1	24
R14B	3 977	0,1	17

Les valeurs en gras correspondent aux stations pour lesquelles les concentrations mesurées dans les sédiments sont supérieures au SIE.

Analyse de risques écologique et toxicologique

■ Risque écologique

• Démarche générale

Une analyse de risque écologique a été effectuée pour le secteur du quai de Gaspé afin de déterminer si les sédiments en place posent un risque potentiel pour la faune locale. En d'autres mots, ce type d'analyse cherche à déterminer si les contaminants peuvent engendrer des effets biologiques néfastes (ex. : diminution de la survie) sur les espèces animales fréquentant le secteur.

Un examen détaillé a permis de lister les substances d'intérêt pouvant présenter un risque pour la faune exposée directement ou indirectement aux sédiments. Trois espèces animales cibles ont ensuite été retenues pour l'évaluation, à savoir la plie, le garrot à œil d'or et le cormoran à aigrettes (voir tableau 5).

Tableau 5 : Justification des espèces fauniques retenues pour l'analyse de risque écologique dans la zone d'exposition

Plie	Espèce présente dans le secteur
	Espèce se nourrissant d'organismes vivant à la surface des sédiments
Garrot à œil d'or	Espèce fréquemment observée et nicheuse dans le secteur
	Espèce se nourrissant d'organismes vivant à la surface des sédiments
Cormoran à aigrettes	Espèce fréquemment observée et nicheuse dans le secteur
	Espèce se nourrissant de poissons de la colonne d'eau

L'exposition de ces trois espèces aux contaminants présents dans les sédiments a été évaluée en tenant compte des teneurs maximales mesurées ou estimées dans l'eau, les sédiments et les organismes marins (moules, vers marins) servant de nourriture aux poissons et aux oiseaux. Cette évaluation se traduit quantitativement sous la forme de doses ou de concentrations d'exposition que l'on compare ensuite à des valeurs de référence (voir encadré à la page suivante) afin de déterminer le potentiel de

Valeur de référence
Valeur critique (dose ou concentration) à ne pas dépasser pour s'assurer de l'absence de risque associé à une exposition à une substance chimique.

risque. Afin de bien représenter la situation prévalant au quai de Gaspé, le risque écologique a été évalué selon deux approches. Une première dite « conservatrice » ou de pire cas (soit celle où les espèces demeurent en permanence 100% du temps près du quai : stations du Groupe 1, voir tableau 4), considère une exposition maximale des espèces fauniques ciblées. La seconde approche, dite « réaliste », considère une exposition moyenne basée sur la fréquentation potentielle des espèces de la zone fortement contaminée.

• Résultats

Scénario conservateur : Dans le pire cas d'exposition, les sédiments du secteur du quai de Gaspé présentent un potentiel de risque relié à la présence du cuivre pour la plie et le garrot à œil d'or (voir tableau 6). Au niveau des HAP, seul le fluoranthène présente un potentiel de risque pour la plie. La présence des sédiments contaminés ne pose aucun risque pour le cormoran à aigrettes.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse de risque écologique pour les différents récepteurs écologiques considérés

	Plie		Garrot à œil d'or		Cormoran à aigrettes	
	Scénario conservateur (générique)	Scénario Réaliste (spécifique au site)	Scénario conservateur (générique)	Scénario Réaliste (spécifique au site)	Scénario conservateur (générique)	Scénario Réaliste (spécifique au site)
Substances chimiques évaluées	4 HAP Arsenic, Cadmium, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc		16 HAP Arsenic, Cadmium, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc		16 HAP Arsenic, Cadmium, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc	
Voies d'exposition	Contact direct avec l'eau		Ingestion de moules, vers marin et sédiment		Ingestion de poisson	
Facteur d'utilisation du site ^(a)	100%	5% (10 ha / 250 ha)	100%	11% (10 ha / 89 ha)	100%	Non applicable
Effets toxicologiques appréhendés	Diminution de la survie Diminution de la reproduction		Inhibition de la croissance Diminution de la survie		Diminution de la survie Diminution de la reproduction	
Substances présentant un potentiel de risque	Fluoranthène (HAP) Cuivre	Aucun	Cuivre	Aucun	Aucun	Non évalué

^(a) : Plie = pour le scénario réaliste, le facteur d'utilisation correspond approximativement au ratio de la superficie de la zone comportant des sédiments fortement contaminés (environ 10 ha) par rapport à celle de l'ensemble de la zone d'exposition (environ 250 ha).

Garrot = pour le scénario réaliste, le facteur d'utilisation correspond approximativement au ratio de la superficie de la zone comportant des sédiments fortement contaminés (environ 10 ha) sur le domaine vital de l'espèce (environ 89 ha).

Scénario réaliste : Selon un modèle d'exposition plus réaliste, les sédiments du secteur du quai de Gaspé ne présentent aucun potentiel de risque pour chacune des trois espèces animales étudiées (voir tableau 6). La présence du cuivre et des HAP dans les sédiments du quai de Gaspé n'affecterait pas la survie des trois espèces, ni la croissance du garrot à œil d'or et la reproduction des populations de plie et de cormoran à aigrettes.

■ Risque toxicologique

• Démarche générale

Une analyse de risque toxicologique a aussi été effectuée pour le secteur du quai de Gaspé afin de déterminer si l'exposition aux sédiments contaminés pose un risque potentiel à la santé humaine. Bien que la population environnante ne soit pas directement exposée aux sédiments contaminés ou à l'eau de surface (absence de baignade et éloignement du site par rapport au noyau urbain), la population locale peut être exposée indirectement aux différents contaminants en consommant des organismes marins (ex. : moules, homards, poissons) qui entrent en contact avec les sédiments contaminés.

Dans le cadre de l'analyse de risque, l'exposition de la population aux différents contaminants présents dans les sédiments du quai de Gaspé a été calculée en tenant compte de la consommation de moules, de homards et de plies. L'exposition a été estimée en fonction des teneurs maximales de contaminants mesurés directement ou estimés dans les tissus des moules (chair), des homards (hépatopancréas et chair) et des plies (chair). L'exposition de la population aux divers contaminants présents dans le milieu ambiant (bruit de fond) par le biais de la nourriture, de l'eau et de l'air a également été considérée dans les calculs. De plus, les taux d'ingestion maximum de poissons et de fruits de mer correspondant à de grands consommateurs ont été utilisés pour les calculs.

L'exposition individuelle a été traduite quantitativement sous la forme de dose quotidienne d'ingestion exprimée en milligramme de substance ingérée par kilogramme de poids corporel (ex. : adulte) par jour (mg/kg/j). Cette dose a été calculée en fonction du type d'effet engendré par la substance en cause, soit les effets cancérigènes ou non cancérigènes.

Par la suite, le risque toxicologique spécifique au type d'effet (cancérigène et non cancérigène) a été calculé en comparant la dose d'exposition à des valeurs ou doses de références toxicologiques. Dans le cas d'un risque à effet non cancérigène, un résultat (indice de risque obtenu en divisant la dose d'ingestion par la dose de référence) supérieur à 1 indique un potentiel de risque, alors que dans le cas d'un risque à effet cancérigène, le résultat doit être supérieur à 1 (cas) sur un million de personnes pour montrer un potentiel de risque.

Trois scénarios d'exposition ont été évalués en considérant différentes proportions de moules, de homards et de poissons pêchés dans la zone contaminée, puis consommés par la population locale (voir tableau 7). Le scénario conservateur (pire cas) considère que la totalité des fruits de mer (homards, moules) et des poissons consommés par la population provient de la zone fortement contaminée (stations du Groupe 1) située à proximité du quai de Gaspé. Le scénario réaliste suppose que seulement 20 % des poissons consommés par la population locale provient du secteur du quai de Gaspé et qu'aucun fruit de mer ne provient de la zone fortement contaminée. Ce scénario réaliste repose sur le fait que la récolte de mollusques est limitée dans la baie et que le secteur adjacent au quai commercial de Gaspé n'est pas exploité pour la récolte de mollusques ou de crustacés. Le troisième scénario, bien que demeurant conservateur, correspond à un niveau d'exposition intermédiaire entre le scénario conservateur représentant le pire cas et le scénario réaliste.

Tableau 7 : Substances présentant un potentiel de risque, analyse de risque toxicologique

	Scénario conservateur (pire cas)	Scénario conservateur (intermédiaire)	Scénario réaliste (spécifique au site)
Substances chimiques évaluées	6 métaux et métalloïde : Arsenic, Cadmium, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc 12 HAP : Acénaphthène, Anthracène, Benzo(a)anthracène, Benzo(a)pyrène, Benzo(b)fluoranthène, Chrysène, Dibenz(a,h)anthracène, Fluoranthène, Fluorène, Indéno(1,2,3-c,d)pyrène, Naphthalène, Pyrène		
Groupes cibles	Adultes et enfants		
Ingestion d'aliments d'origine courante (bruit de fond)	Eau potable, aliments, sol et poussières		
Ingestion de poissons et de fruits de mer d'origine locale	Poissons 100%	Poissons 20%	Poissons 20%
	Homards 100%	Homards 20%	Homards 0%
	Moules 100%	Moules 5%	Moules 0%
POTENTIEL DE RISQUE : substance à effets non cancérigènes	Arsenic, Cadmium, Cuivre, Zinc	Arsenic, Cadmium	Arsenic (bruit de fond)
POTENTIEL DE RISQUE : substance à effets cancérigènes (> 1 cas sur un million)	6 HAP, Arsenic, Plomb	6 HAP, Arsenic	Aucune

• Résultats

Les résultats des scénarios conservateurs (pire cas et intermédiaire) ont mis en évidence que l'exposition indirecte à certains métaux pouvant avoir des effets non cancérigènes (ex. : cuivre, cadmium), par le biais de la consommation de moules, de poissons et de homards fréquentant la zone fortement contaminée, entraînerait un potentiel de risque pour la santé. Ces scénarios sont toutefois peu probables et une évaluation plus réaliste de l'exposition n'indique pas un potentiel de risque, sauf pour l'arsenic. En ce qui concerne l'arsenic, cependant le potentiel de risque n'est pas associé aux sédiments mais résulte essentiellement de la contribution des aliments de source naturelle (bruit de fond) à la diète globale.

Dans le cas des substances pouvant avoir des effets cancérigènes, il appert que l'exposition aux HAP, à l'arsenic et au plomb dans un contexte de pire cas (scénario conservateur), ainsi qu'aux HAP et à l'arsenic dans le cas d'un scénario conservateur intermédiaire entraînerait un risque additionnel de cancer dépassant un cas par million d'individus. Toutefois, une évaluation réaliste de l'exposition liée à la consommation de poissons pélagiques pêchés près du quai de Gaspé ramène l'incidence de cancer à un niveau jugé acceptable par les autorités compétentes, soit un niveau inférieur à un cas par million d'individus, et ce, pour toutes les substances évaluées.

Conclusion

De manière générale, l'évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre du secteur du quai de Gaspé a permis de répondre aux objectifs visés. Les principaux résultats de l'étude sont résumés au tableau 8 et énumérés ci-après.

- **Évaluation écotoxicologique :** Les résultats des tests de toxicité spécifiques sur les organismes marins associés aux sédiments ont permis de déterminer des SIE pour le cuivre (2 400 mg/kg) et les HAP (5 mg/kg). Ces SIE ont servi à délimiter, à l'intérieur de la zone d'exposition, un secteur plus problématique où certains organismes marins peuvent être affectés. Ces résultats serviront à la gestion des sédiments contaminés situés à proximité du secteur du quai de Gaspé (voir figure 4).
- **Analyse des risques écologique et toxicologique :** L'analyse des risques écologique et toxicologique a mis en évidence que les sédiments situés à proximité du quai de Gaspé n'entraînent pas de risques significatifs pour l'environnement (faune) et pour la santé humaine;

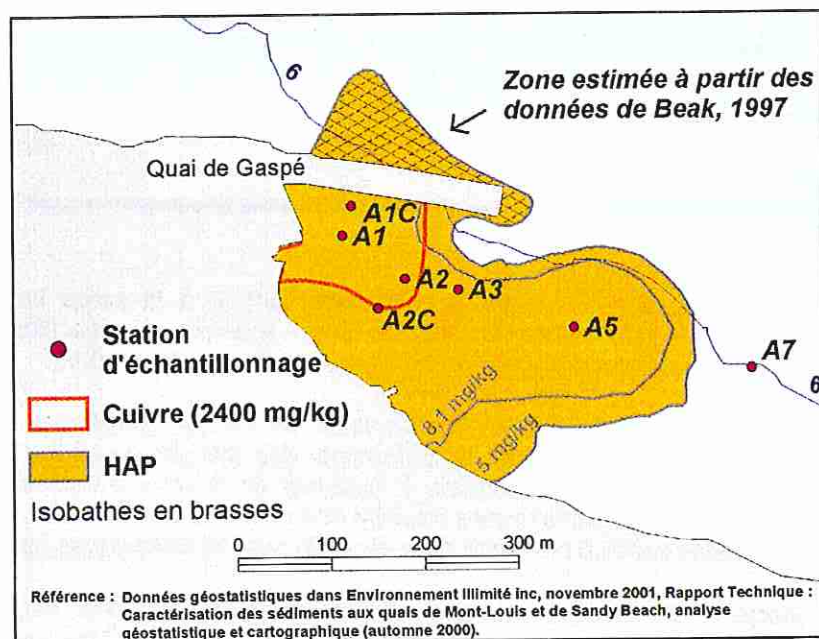
Tableau 8 : Résultats de l'évaluation écotoxicologique et des analyses de risque écologique et toxicologique

	Approche conservatrice (pire cas)	Approche réaliste (spécifique au site)
Évaluation écotoxicologique	Concentrations dans les sédiments : <p style="text-align: center;">> SEN</p> Correspond à un secteur situé entre le quai de Gaspé et la flèche sableuse de Sandy Beach	Concentrations dans les sédiments, tests de toxicité, structure du benthos (TRI/IDE); seuils intégrés d'effet : <p style="text-align: center;">> SIE</p> Correspond à une zone assez restreinte dans le secteur immédiat du quai de Gaspé
Analyse de risque écologique	Risque potentiel Indice de risque > 1	Risque non significatif Indice de risque < 1
Analyse de risque toxicologique	<i>Non cancérigène</i> Risque potentiel Indice de risque > 1	<i>Non cancérigène</i> Risque non significatif Indice de risque < 1
	<i>Cancérigène</i> Risque potentiel Indice de risque > 1x10 ⁴	<i>Cancérigène</i> Risque non significatif Indice de risque < 1x10 ⁴

- Espèces animales : sur la base d'hypothèses réalistes basées sur l'utilisation probable du secteur immédiat du quai de Gaspé par la faune aquatique, les teneurs des contaminants présents dans les sédiments, dans l'eau interstitielle ou dans les organismes marins, n'entraînent pas de risques potentiels pour les oiseaux et les poissons fréquentant la baie de Gaspé.
- Population de Gaspé : sur la base d'hypothèses réalistes basées sur l'utilisation probable du secteur immédiat du quai de Gaspé par les poissons et les fruits de mer consommés par la population locale, l'usage actuel du site n'entraînerait pas de risque pour la santé.

Malgré l'absence de risque écologique et toxicologique, une aire d'intervention a été définie à proximité du quai afin d'éliminer certains effets néfastes potentiels identifiés pour certaines composantes de la faune benthique par l'évaluation écotoxicologique (voir figure 4).

Figure 4 : Délimitation des seuils intégrés d'effet



Pour en savoir plus...

■ Rapports d'étude

- QSAR *et al.* (mars 2002). Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre, quai de Gaspé – Rapport final. Rapport préparé pour le compte de Noranda inc. et Transports Canada, 151 pages + annexes.
- QSAR (octobre 2003). Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre, quai de Gaspé – Addenda. Rapport préparé pour le compte de Noranda inc. et Transports Canada, 88 pages + annexes.

■ Personnes ressources

- **Noranda Inc.** Robert Prairie, Directeur - Évaluation des effets écologiques
téléphone : (514) 745-9357
télécopieur : (514) 745-9379
courriel : robert.prairie@montreal.norfalc.com
- **Transports Canada** Élane Bolduc, Agent en environnement
téléphone : (418) 648-4209
télécopieur : (418) 648-7980
courriel : bolduce@tc.gc.ca
- **Environnement Canada** Caroll Bélanger, Conseiller scientifique,
Direction de la Protection de l'environnement
téléphone : (514) 283-2339
télécopieur : (514) 496-2901
courriel : caroll.belanger@ec.gc.ca

