

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

Quai de Gaspé



Rapport  
final

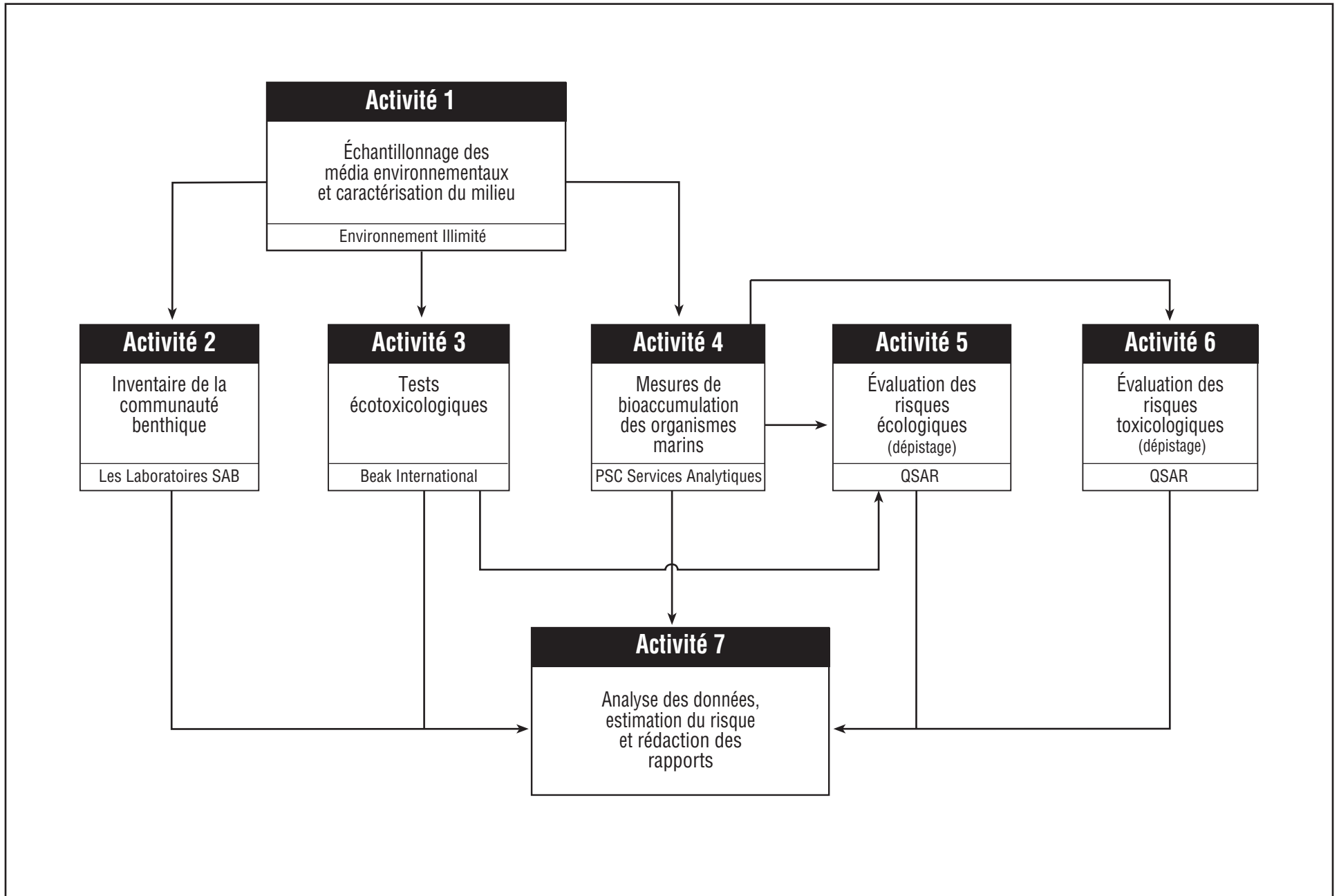


en collaboration avec

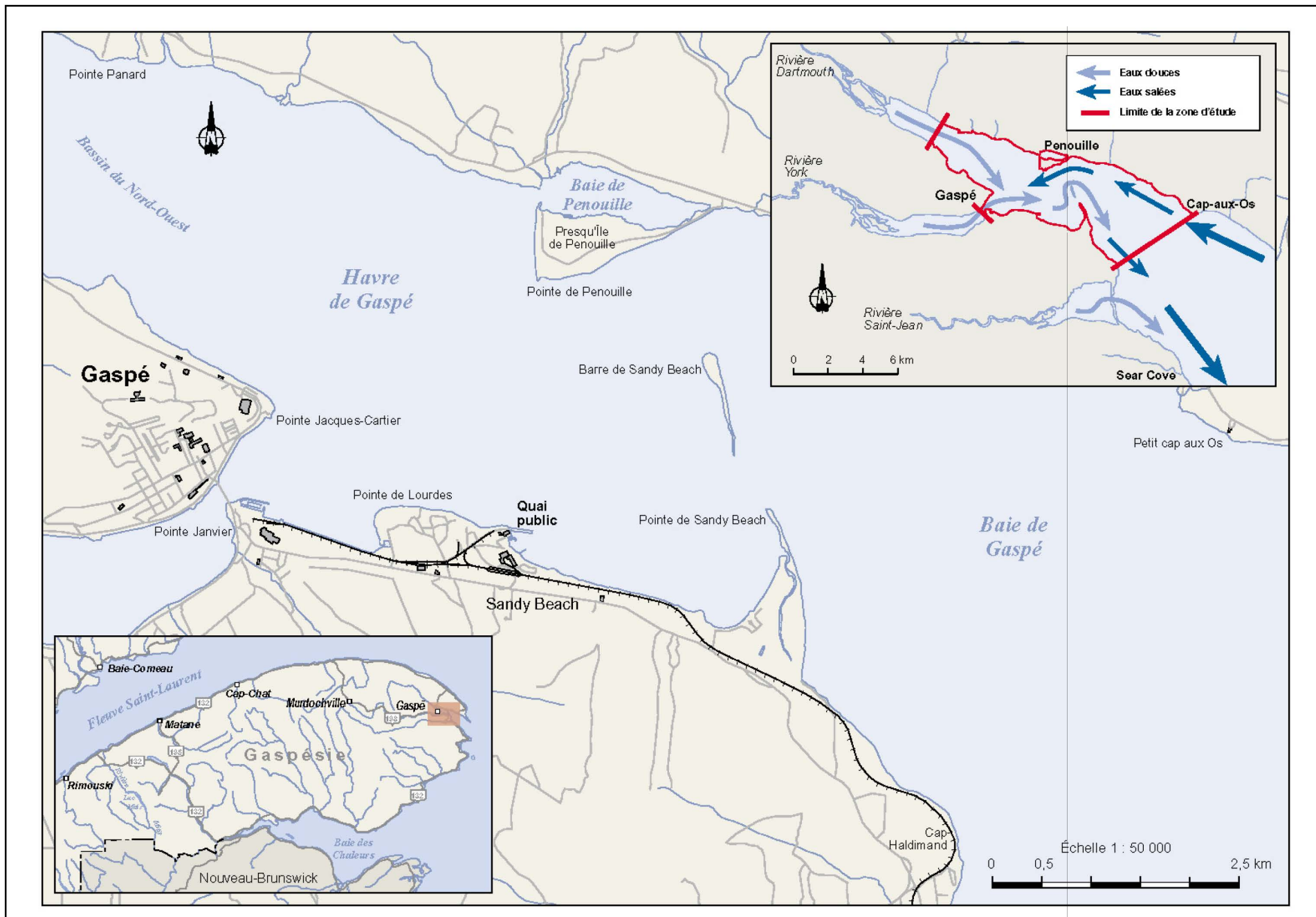


Mars 2002

No réf. Qsar : Q01013 210502



**Figure 1.1 :**  
**Schéma des activités réalisées dans le cadre de**  
**l'évaluation des risques, quai de Gaspé, automne 2001**



**Figure 2.1 :**  
**Localisation du secteur à l'étude et patron de circulation**  
**général dans le havre de Gaspé, automne 2001**

**Tableau 2.1**  
**Colonies d'oiseaux répertoriées dans le secteur de la baie de Gaspé**

Identification	Localisation	Espèce observée	Nombre de spécimens observés	Année	Référence
Colonie n° 40	Douglastown (Douglastown – Sandy Beach)	Guillemot à miroir ( <i>Cephus grylle</i> )	118	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Goéland argenté ( <i>Larus argentatus</i> )	174	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
Colonie n° 41	Bois-Brûlé (Douglastown)	Cormoran à aigrettes ( <i>Phalacrocorax auritus</i> )	420	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
Colonie n° 42	Cap Haldimand	Cormoran à aigrettes ( <i>Phalacrocorax auritus</i> )	368	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
Colonie n° 43	Pointe de Sandy Beach	Goéland marin ( <i>Larus marinus</i> )	152	1993	Guillemette, 1993
		Goéland argenté ( <i>Larus argentatus</i> )	680	1993	Guillemette, 1993
		Sterne pierregarin ( <i>Sterna hirundo</i> )	202	2000	Brodeur <i>et al.</i> , 2001
		Eider à duvet ( <i>Somateria mollissima</i> )	6	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
Colonie n° 45	Presqu'île de Forillon	Guillemot à miroir ( <i>Cephus grylle</i> )	1588	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Guillemot marmette ( <i>Uria aalge</i> )	40	1995	Anonyme, 1996
		Petit pingouin ( <i>Alca torda</i> )	45	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Mouette tridactyle ( <i>Rissa tridactyla</i> )	21194	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Goéland marin ( <i>Larus marinus</i> )	24	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Goéland argenté ( <i>Larus argentatus</i> )	658	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Cormoran à aigrettes ( <i>Phalacrocorax auritus</i> )	742	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992
		Eider à duvet ( <i>Somateria mollissima</i> )	10	1979	Chapdelaine, 1976
Bihoreau gris ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	16	1978	MLCP du Québec, 1978		
Colonie n°384	Pointe Jacques-Cartier	Cormoran à aigrettes ( <i>Phalacrocorax auritus</i> )	316	1989	Chapdelaine et Brousseau, 1992

**Tableau 2.2**  
**Espèces de plantes vasculaires menacées, vulnérables ou susceptibles d’être désignées comme telles,**  
**inventoriées à l’intérieur de la zone d’étude, havre de Gaspé**

Nom français	Nom scientifique	Habitat typique
Arnica de Griscom, sous-espèce de Griscom	<i>Arnica griscomii subsp. griscomii</i>	flancs de falaises calcaires
Arnica loncophylle sous-espèce loncophylle	<i>Arnica loncophylla subsp. loncophylla</i>	pentcs et talus d'éboulis, parois calcaires et anfractuosités rocheuses
Calamagrostide pourpre variété pourpre	<i>Calamagrostis purpurascens var. purpurascens</i>	anfractuosités calcaires au pied d'escarpements rocheux, éboulis, micros-replats exposés
Carex petricosa var. misandroides	<i>Carex petricosa var. misandroides</i>	anfractuosités calcaires remplies de débris, corniches étroites de falaises abruptes
Drave de Pease	<i>Draba peasei</i>	talus d'éboulis, rochers calcaires
Dryoptère fougère-mâle	<i>Dryopteris filix-mas</i>	flancs de falaises calcaires
Vergerette à feuilles segmentées	<i>Erigeron compositus</i>	fentes de rochers calcaires, au pied de falaises calcaires
Hudsonie tomenteuse	<i>Hudsonia tomentosa</i>	sables maritimes du golfe Saint-Laurent, forêts de conifères
Poa secunda	<i>Poa secunda</i>	talus d'éboulis, replats larges de falaises calcaires
Polystic faux-lonchitis	<i>Polystichum lonchitis</i>	endroits ombragés et protégés sur les pentes de falaises et talus stabilisés, grès, sapinière à bouleau jaune
Sénéçon fausse-cymbalaire	<i>Packera cymbalaria</i>	anfractuosités de rochers calcaires, petites corniches sur versant nord de montagnes
Troscart de la Gaspésie	<i>Triglochin gaspense</i>	parties basses du marais salé ceinturant la baie de Gaspé, sur argile et sable moyen à grossier, herbaçaias basses dominées par <i>Spartina alterniflora</i> ou <i>Plantago maritima</i>

Source : MENV, 2001.

**Tableau 3.2**  
**Comparaison entre les teneurs de cuivre dans les sédiments (0-10 cm) récoltés en septembre 2001 et la plage des concentrations basée sur les données recueillies à l'automne 2000 au quai de Gaspé**

Station	Cuivre <sup>(a)</sup> (Aqua regia) (mg/kg)	Cuivre <sup>(b)</sup> (Aqua regia + peroxyde d'hydrogène) (mg/kg)	Plage modèle géostatistique <sup>(c)</sup>	Plage corrigée (+/- écart type) <sup>(d)</sup>
A1C	3 400	<b>3 800</b>	1 600 - 1 800 <sup>(e)</sup>	1 250 - 2 150
A1	1 620	<b>2 100</b>	1 600 - 1 800	1 250 - 2 150
A2C	2 400	<b>2 600</b>	1 400 - 1 600 <sup>(e)</sup>	1 050 - 1 950
A2	1 700	<b>2 400</b>	> 1 800	> 2 150
A3	1 340	<b>2 200</b>	1 600 - 1 800	1 300 - 2 100
A5	1 130	<b>1 100</b>	1 400 - 1 600	1 100 - 1 900
A7	890	<b>830</b>	1 000 - 1 200	650 - 1 550
A8	780	<b>110</b>	430 - 860	80 - 1 210
A8B	680	<b>530</b>	430 - 860	80 - 1 210
A9	400	<b>360</b>	430 - 860	80 - 1 210
A10	110	<b>150</b>	86 - 172	0 - 572
B1		<b>220</b>	172 - 430	0 - 830 <sup>(g)</sup>
B2		<b>230</b>	172 - 430	0 - 830 <sup>(g)</sup>
B3	120	<b>780<sup>(f)</sup></b>	172 - 430 <sup>(e)</sup>	0 - 830 <sup>(g)</sup>

<sup>(a)</sup> : Analyses effectuées au laboratoire de Fonderie Gaspé.

<sup>(b)</sup> : Analyses effectuées au laboratoire de PSC Services Analytiques. Valeurs utilisées dans le cadre de la présente étude.

<sup>(c)</sup> : Environnement Illimité, 2001.

<sup>(d)</sup> : Les valeurs négatives ont été ajustées à zéro afin de mieux refléter la réalité.

<sup>(e)</sup> : Indique les stations où il n'y a pas concordance avec le modèle géostatistique parce que les valeurs mesurées en 2001 étaient supérieures aux valeurs maximales mesurées en 2000.

<sup>(f)</sup> : L'écart avec le résultat pour la méthode Aqua regia + peroxyde ne peut pas être expliqué uniquement par l'intensité de la digestion et pourrait être attribuable à l'hétérogénéité de l'échantillon. Il faut noter que l'écart entre les deux méthodes de digestion pour l'analyse faite au laboratoire de PSC Services Analytiques est cohérent (780 mg/kg vs 500 mg/kg pour la méthode Aqua regia uniquement) avec l'intensité relative des méthodes de digestion (voir annexe D).

<sup>(g)</sup> : Indique la station où il y a concordance avec le modèle géostatistique en considérant l'écart type d'estimation.

**Tableau 3.3**

**Sommaire des mesures et prélèvements réalisés aux différentes stations d'échantillonnage des sédiments et des organismes marins dans la zone exposée et dans la zone de référence, havre et baie de Gaspé, automne 2001**

Station	Coordonnées		Date	Profondeur (m)	Sédiments					Collecte d'organismes aquatiques pour les mesures de bioaccumulation			
	Longitude	Latitude			Physico-chimie		Tests de toxicité		Faune benthique	Homards	Poissons	Moules	Benthos
					Solide	Eau interstitielle	Solide	Eau interstitielle	Communauté				
A1	64,43989	48,8254	18-sept-01	6,1	X	X	X	X	X				X
A1C	64,43976	48,82569	14-09-2001	8,8	X	X	X	X	X				X
A2	64,43897	48,82499	15-09-2001	5,5	X	X	X	X	X				X
A2C	64,43935	48,8247	14-09-2001	3,7	X	X	X	X	X	X			X
A102C	64,43931	48,82474	15-09-2001	3,4	X				X				X
A3	64,43819	48,82489	15-09-2001	7,0	X	X	X	X	X				
A5	64,4365	48,82454	18-09-2001	8,8	X	X	X	X	X				
A7	64,43389	48,82417	18-09-2001	11,9	X	X	X	X	X				
A8	64,43271	48,8237	17-09-2001	10,1	X	X	X	X	X				
A8B	64,42973	48,82362	16-09-2001	13,7	X	X	X	X	X				
A9	64,42798	48,82305	16-09-2001	12,8	X	X	X	X	X				
A10	64,41871	48,8228	16-09-2001	11,3	X	X	X	X	X				
A12	64,40973	48,81871	16-09-2001	11,0	X	X	X	X	X				
B1	64,42851	48,82227	19-09-2001	3,7	X				X				
B2	64,42613	48,82534	19-09-2001	17,7	X				X				
B2B	64,42613	48,82534	19-09-2001	17,7	X				X				
B3	64,42436	48,82782	17-09-2001	19,2	X				X				
R8	64,44621	48,85465	21-09-2001	10,7	X	X	X	X	X				X
R9	64,45918	48,85488	20-09-2001	11,3	X	X	X	X	X				X
R109	64,45922	48,85484	21-09-2001	12,2	X				X				X
R14	64,47041	48,85611	21-09-2001	9,1	X	X	X	X	X				X

**Tableau 3.3**

**Sommaire des mesures et prélèvements réalisés aux différentes stations d'échantillonnage des sédiments et des organismes marins dans la zone exposée et dans la zone de référence, havre et baie de Gaspé, automne 2001 (suite)**

Station	Coordonnées		Date	Profondeur (m)	Sédiments					Collecte d'organismes aquatiques pour les mesures de bioaccumulation			
	Longitude	Latitude			Physico-chimie		Tests de toxicité		Faune benthique	Homards	Poissons	Moules	Benthos
					Solide	Eau interstitielle	Solide	Eau interstitielle	Communauté				
<b>Pêches : homards et poissons</b>													
Cage 1 (Gaspé)	64,44033	48,82533	18 au 20-09-01	3,7						X			
Cage 2 (Gaspé)	64,43821	48,8245	18 au 20-09-01	5,5						X			
Cages 3 et 4 (Haldimand)	64,36917	48,80228	18 au 20-09-01	6,4						X			
Filet 1a (Gaspé)	64,432	48,82383	19 au 20-09-01	10,9						X	X		
	64,42867	48,82717											
Filet 1b (Gaspé)	64,431	48,82367	20 au 21-09-01	11,1									
	64,4275	48,82667											
Filet 2a (Haldimand)	64,36433	48,81133	19 au 20-09-01	18,7							X		
	64,35933	48,8135											
Filet 2b (Haldimand)	64,3735	48,81183	20 au 21-09-01	18,3									
	64,3675	48,81417											
<b>Bioaccumulation : moules</b>													
Gaspé (stocks Carleton)												X	
Cages 1 à 6 (fortement contaminé)	64,43912	48,82518	18-10-2001	6,0								X	
Cages 7 à 12 (moyennement contaminé)	64,43073	48,82302	18-10-2001	6,0								X	
Cages 13 à 15 (zone de référence)	64,46833	48,85636	18-10-2001	6,0								X	

Note : Les sédiments ont été prélevés sur une profondeur variant de 0 cm à 15 cm.

NORANDA INC./TRANSPORTS CANADA

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



**Tableau 3.5**  
**Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau dans le havre de Gaspé, automne 2001**

Strate	Statistiques descriptives	Profondeur (m)	Température (°C)	Oxygène dissous		Conductivité (µS/cm)	Salinité (‰)	pH
				(mg/L)	(%)			
Surface (n = 14)	Moyenne	0,8	12,1	8,3	93	44 144	28,61	8,51
	Écart-type	0,2	0,3	0,2	2	272	0,23	0,01
	Minimum	0,5	11,8	8,0	91	43 770	28,28	8,49
	Maximum	1,0	13,0	8,6	96	44 511	28,98	8,50
Fond (n = 14)	Moyenne	9,8	10,8	7,8	85	44 806	29,03	8,45
	Écart-type	4,6	0,5	0,3	4	339	0,28	0,03
	Minimum	1,6	10,0	7,3	78	44 162	28,40	8,40
	Maximum	18,3	11,7	8,4	93	45 455	29,60	8,50

**Tableau 3.6**  
**Régressions multiples entre les concentrations de métaux extractibles (méthode Environnement Canada) dans les sédiments**  
**(variable dépendante) et les teneurs dans l'eau interstitielle, le carbone organique total et le pourcentage**  
**de particules fines dans les sédiments (variables indépendantes), havre de Gaspé, automne 2001**

Variable dépendante	n	Métal	Variable indépendante			Ordonnée à l'origine	r <sup>2</sup> (%)	Probabilité
			m <sub>1</sub> (eau interstitielle)	m <sub>2</sub> (carbone organique total)	m <sub>3</sub> (particules fines)			
Métaux extractibles (méthode Environnement Canada)	15	Cu <sup>(c)</sup>	1,065			2,014	67	<0,001
	14	Cu <sup>(a, c)</sup>	1,226			1,971	73	<0,001
	15	Cu <sup>(d)</sup>	0,706	3,183	-1,951	4,463	88	<0,001
	15	Zn <sup>(c)</sup>	0,746			1,830	59	0,001
	15	Zn <sup>(d)</sup>	0,329	1,734	-0,969	3,036	88	<0,001
	15	Pb <sup>(c)</sup>	0,849			1,916	58	0,002
	15	Pb <sup>(d)</sup>	0,339	2,317	-1,338	3,217	89	<0,001
	15	Ni <sup>(c)</sup>	-0,036			1,764	2	n.s. <sup>(b)</sup>
	15	Ni <sup>(d)</sup>	0,094	0,182	-0,165	1,736	85	<0,001

<sup>(a)</sup> : Sans la station A5 (33 ug/L).

<sup>(b)</sup> : Non significatif.

<sup>(c)</sup> : Équation : log (métal) = m<sub>1</sub> \* log (eau interstitielle) + ordonnée à l'origine.

<sup>(d)</sup> : Équation : log (métal) = m<sub>1</sub> \* log (eau interstitielle) + m<sub>2</sub> \* log (carbone organique total) + m<sub>3</sub> \* log (% particules fines) + ordonnée à l'origine.

**Tableau 3.7**  
**Comparaison entre la composition taxonomique du benthos récolté en 1997 et en 2001**  
**dans le secteur de Sandy Beach**

Taxon	Année 1997 <sup>(a)</sup> Abondance relative (%)	Année 2001 <sup>(b)</sup> Abondance relative (%)
<i>Mediomastus ambiseta</i>	54	31
<i>Nephtys incisa</i>	21	16
<i>Pholoe minuta</i>	10	15
<i>Pholoë c.f. tecta</i>	n.a.	11

<sup>(a)</sup> : Date d'échantillonnage = novembre 1997; nombre de taxons = 40 (Beak International, 1998).

<sup>(b)</sup> : Date d'échantillonnage = septembre 2001; nombre de taxons = 29.

n.a. : Non applicable.

**Tableau 3.8**  
**Abondance relative des taxons les plus abondants d'organismes benthiques par station, havre de Gaspé, automne 2001**

Taxon	Zone exposée (gradient de concentration en cuivre)												Zone exposée (gradient de profondeur)			Zone de référence		
	A1C	A1	A2C	A2	A3	A5	A7	A8	A8B	A9	A10	A12	B1	B2-A	B3	R8	R9	R14
<b>MOLLUSCA</b>																		
<b>Bivalvia</b>																		
Bivalvia (sans valve)	11	3		9	10	35	2	15		0,2	19	1	10	7		2	5	8
<i>Cerastoderma pinnulatum</i>		6		14	1	1		4	2	0,5					1		5	1
<i>Hiatella arctica</i>	2	4		1														
<i>Mytilus edulis</i>	16	15	6	8	1	1						1		0,2				
<b>ANNELIDA</b>																		
<b>Polychaeta</b>																		
<i>Capitella capitata</i>			1		1										2	0,4		
<i>Mediomastus ambiseta</i>	2	<b>36</b>	<b>38</b>	6	3	1	1				0,5	1	<b>40</b>	0,2	1			0,4
<i>Glycera dibranchiata</i>		0,3	3	1	1	1				0,2	0,03		2			0,1	0,03	1
<i>Ninoe nigripes</i>								1	0,3	0,2	0,5			0,2		6	10	11
<i>Nephtys neotena</i>	<b>40</b>	12	28	<b>52</b>	<b>72</b>	<b>42</b>	<b>85</b>	<b>73</b>	<b>60</b>	<b>83</b>	<b>28</b>	<b>81</b>	1	<b>52</b>	<b>48</b>	<b>70</b>	<b>37</b>	<b>23</b>
<i>Leitoscoloplos acutus</i>						2	7	1	29	8		2		17	4			
<i>Aricidea suecica</i>														0,2	18			
<i>Pholoë tecta</i>	7								0,3	0,2	4	8				1	1	6
<i>Pholoë c.f. tecta</i>		12																
<i>Pholoë longa</i>		1	2			2	1		1	1	0,5		1	2	1			
<i>Pholoë minuta/longa</i>	4				1	1	1	1	3		1		8	2	2	3		
<i>Polydora ligni</i>		0,3	13	2	1													
<i>Prionospio steenstrupi</i>		1	1		1				0,3		14		4	1	6	5	20	20
<i>Spiophanes bombyx</i>													11					
<b>CRUSTACEA</b>																		
<b>Amphipoda</b>																		
<i>Corophium bonelli</i>	2					1							4					
<i>Photis c.f. pollex</i>				1				1								0,4		16
<b>Cumacea</b>																		
<i>Eudorelle emarginata</i>								0,3			2					3	2	2
<b>Isopoda</b>																		
<i>Edotia tiloba</i>																0,4		3
<b>Ostracoda</b>						1					17			2	1	3	16	2
<b>HEMICHORDATA</b>																		
<b>Enteropneusta</b>										1			1	1	2	0,4		
Autres Taxons	16	10	8	8	6	11	4	4	4	5	12	5	17	15	13	7	4	6

Note : Les chiffres en gras indiquent les taxons dominants.

**Tableau 3.9**  
**Concentrations de métaux mesurés dans les polychètes prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé)**  
**et dans la zone de référence (Penouille) à l'automne 2001**

Métal	Spécimen	Espèce	Zone	Date	L.D. <sup>(a)</sup>	N	A1	A2C	A2C	A102	R8	R9	R109	R14	Moyenne ± 1 écart-type		
							<i>Nereis</i>	<i>Nereis</i>	<i>Glycera</i>	<i>Glycera</i>	<i>Glycera</i>	<i>Glycera</i>	<i>Glycera</i>	<i>Nereis</i>	<i>Nereis</i>	Zone exposée	Zone de référence
							Exposée	Exposée	Exposée	Exposée	Référence	Référence	Référence	Référence			
							18-sept-01	14-sept-01	14-sept-01	15-sept-01	21-sept-01	21-sept-01	21-sept-01	21-sept-01			
Cadmium	0,02	(mg/kg)				1	0,04	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2	0,1	0,2	0,08 ± 0,03	0,26 ± 0,22	
Cuivre	0,2	(mg/kg)				140	140	100	48	5	12	3	3		107 ± 44	6 ± 4	
Nickel	0,2	(mg/kg)				0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	2,6	0,4		0,25 ± 0,06	0,86 ± 1,16	
Plomb	0,1	(mg/kg)				0,4	0,8	1,0	0,4	0,1	0,1	0,5	0,1		0,6 ± 0,3	0,2 ± 0,2	
Zinc	1,0	(mg/kg)				77	22	37	47	22	56	14	12		46 ± 23	26 ± 20	

<sup>(a)</sup> : Limite de détection.

Note : Dans le cas des échantillons présentant une teneur inférieure au seuil de détection, la valeur correspondant au seuil de détection a été utilisée pour les calculs.

**Tableau 3.10**

**Statistiques descriptives des métaux mesurés dans l'hépatopancréas et la chair des homards prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé) et dans la zone de référence (Haldimand) à l'automne 2001**

**Hépatopancréas**

Métal	Numéro de la station <sup>(a)</sup>	Nombre d'échantillons mesurés	Valeur minimale mesurée (mg/kg)	Valeur maximale mesurée (mg/kg)	Moyenne arithmétique (mg/kg)	Écart-type (mg/kg)	LSIC95% <sup>(b)</sup> (mg/kg)
Cadmium	1	5	5,1	22,0	10,9	6,7	19,2
	2	4	4,0	9,5	6,5	2,3	10,1
Cuivre	1	5	64	1000	597	351	1033
	2	4	7	43	24	17	51
Nickel	1	5	< 0,2	0,3	0,22	< 0,2	0,3
	2	4	0,2	0,4	0,3	< 0,2	0,5
Plomb	1	5	< 0,1	0,1	0,11	< 0,1	0,1
	2	4	< 0,1	< 0,1			
Zinc	1	5	22	120	67	43	119
	2	4	23	43	35	9	49
Poids du homard	1	5	400	4000	1680	1399	3417
	2	4	400	1500	850	480	1613

**Chair**

Métal	Numéro de la station <sup>(a)</sup>	Nombre d'échantillons mesurés	Valeur minimale mesurée (mg/kg)	Valeur maximale mesurée (mg/kg)	Moyenne arithmétique (mg/kg)	Écart-type (mg/kg)	LSIC95% <sup>(b)</sup> (mg/kg)
Cadmium	1	5	< 0,02	0,04	0,02	0,01	0,04
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Cuivre	1	5	3	17	8	6	15
	2	4	4	10	6	2	10
Nickel	1	5	< 0,2	< 0,2			
	2	4	< 0,2	< 0,2			
Plomb	1	5	< 0,1	< 0,1			
	2	4	< 0,1	< 0,1			
Zinc	1	5	23	35	29	6	36
	2	4	20	26	24	3	29

<sup>(a)</sup> : 1 = Zone exposée.

2 = Zone de référence (Haldimand).

LSIC95% : Limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne.

<sup>(b)</sup> : L'intervalle de confiance de la moyenne est estimé

selon :  $Pr ( x - t\alpha/2 Sx < X < x + t\alpha/2 Sx ) = 95 \%$ .

où Pr : probabilité = 1 -  $\alpha$  = 95 %

x : moyenne arithmétique des valeurs mesurées

t $\alpha/2$  : valeur critique au seuil de probabilité = 95 %

Sx : erreur type des valeurs mesurées

X : moyenne arithmétique

Note : Dans le cas des échantillons présentant une teneur inférieure au seuil de détection, la valeur correspondant au seuil de détection a été utilisée pour les calculs.

**Tableau 3.11**  
**Statistiques descriptives des hydrocarbures aromatiques polycycliques mesurés dans**  
**l'hépatopancréas des homards prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé)**  
**et dans la zone de référence (Haldimand) à l'automne 2001**

Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Numéro de la station <sup>(a)</sup>	Nombre d'échantillons mesurés	Valeur minimale mesurée (mg/kg)	Valeur maximale mesurée (mg/kg)	Moyenne arithmétique (mg/kg)	Écart-type (mg/kg)	LSIC95% <sup>(b)</sup> (mg/kg)
Acénaphène	1	5	< 0,02	0,14	0,05	0,05	0,11
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Acénaphthylène	1	5	< 0,02	< 0,02			
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Anthracène	1	5	< 0,02	0,08	0,03	0,03	0,07
	2	4	< 0,02	0,06			
Benzo(a)anthracène	1	5	0,06	1,20	0,39	0,46	0,96
	2	4	< 0,02	0,30			
Benzo(a)pyrène	1	5	0,10	1,10	0,41	0,42	0,93
	2	4	< 0,02	0,24			
Benzo(b)fluoranthène	1	5	0,13	1,50	0,57	0,58	1,30
	2	4	0,02	0,26			
Benzo(g,h,i)pérylène	1	5	< 0,02	0,20	0,09	0,09	0,20
	2	4	< 0,02	0,04			
Benzo(k)fluoranthène	1	5	0,07	0,78	0,32	0,29	0,68
	2	4	< 0,02	0,14			
Chrysène	1	5	0,12	1,50	0,52	0,57	1,22
	2	4	< 0,02	0,31			
Dibenzo(a,h)anthracène	1	5	< 0,02	0,20	0,07	0,08	0,16
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Fluoranthène	1	5	< 0,02	1,80	0,58	0,73	1,49
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Fluorène	1	5	< 0,02	0,08	0,03	0,02	0,06
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	1	5	0,04	0,41	0,18	0,15	0,37
	2	4	< 0,02	0,09			
Naphthalène	1	5	< 0,02	0,04	0,03	< 0,02	0,04
	2	4	< 0,02	< 0,02			
Phénanthrène	1	5	0,04	0,31	0,12	0,11	0,26
	2	4	< 0,02	0,08			
Pyrène	1	5	< 0,02	0,99	0,31	0,40	0,80
	2	4	< 0,02	< 0,02			

<sup>(a)</sup> : 1 = Zone exposée.  
2 = Zone de référence (Haldimand).

LSIC95% : Limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne.

<sup>(b)</sup> : L'intervalle de confiance de la moyenne est estimé selon :  $Pr ( x - t\alpha/2 Sx < X < x + t\alpha/2 Sx ) = 95 \%$ .

où Pr : probabilité = 1 -  $\alpha$  = 95 %  
x : moyenne arithmétique des valeurs mesurées  
 $t\alpha/2$  : valeur critique au seuil de probabilité = 95 %  
Sx : erreur type des valeurs mesurées  
X : moyenne arithmétique

Note : Dans le cas des échantillons présentant une teneur inférieure au seuil de détection, la valeur correspondant au seuil de détection a été utilisée pour les calculs.

**Tableau 3.12**  
**Statistiques descriptives des métaux mesurés dans les moules de la zone exposée**  
**(quai de Gaspé) et de la zone de référence (Haldimand) à l'automne 2001**

Métal	Numéro de la station <sup>(a)</sup>	Nombre d'échantillons mesurés	Valeur minimale mesurée (mg/kg)	Valeur maximale mesurée (mg/kg)	Moyenne arithmétique (mg/kg)	Écart-type (mg/kg)	LSIC95% <sup>(b)</sup> (mg/kg)
Cadmium	0	6	0,32	0,48	0,42	0,07	0,49
	1	6	0,29	0,50	0,39	0,07	0,47
	2	6	0,32	0,55	0,43	0,09	0,52
	3	6	0,34	0,54	0,43	0,08	0,51
Cuivre	0	6	1,6	2,6	2,0	0,4	2,4
	1	6	1,5	3,7	2,6	0,8	3,5
	2	6	3,8	26,0	11,4	9,9	21,8
	3	6	6,7	32,0	20,3	10,8	31,6
Nickel	0	6	0,31	0,64	0,41	0,12	0,54
	1	6	< 0,20	< 0,20			
	2	6	< 0,20	< 0,20			
	3	6	< 0,20	< 0,20			
Plomb	0	6	< 0,10	0,31	0,19	0,11	0,30
	1	6	< 0,10	0,27	0,18	0,08	0,26
	2	6	< 0,10	0,52	0,26	0,15	0,42
	3	6	0,12	0,61	0,36	0,21	0,58
Zinc	0	6	19	24	22	2	24
	1	6	17	29	23	5	29
	2	6	19	32	25	5	29
	3	6	17	30	25	4	29

<sup>(a)</sup> : 0 = Référence (temps = 0).

1 = Zone de référence (Dartmouth).

2 = Zone moyennement contaminée en cuivre.

3 = Zone fortement contaminée en cuivre.

LSIC95% : Limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne.

<sup>(b)</sup> : L'intervalle de confiance de la moyenne est estimé

selon :  $\Pr ( \bar{x} - t_{\alpha/2} S_x < X < \bar{x} + t_{\alpha/2} S_x ) = 95 \%$ .

où Pr : probabilité = 1 -  $\alpha$  = 95 %

$\bar{x}$  : moyenne arithmétique des valeurs mesurées

$t_{\alpha/2}$  : valeur critique au seuil de probabilité = 95 %

$S_x$  : erreur type des valeurs mesurées

$X$  : moyenne arithmétique

Note : Dans le cas des échantillons présentant une teneur inférieure au seuil de détection, la valeur correspondant au seuil de détection a été utilisée pour les calculs.



**Tableau 3.13**  
**Résultats des tests de survie et de ré-enfouissement des amphipodes (*Eohaustorius estuarius*)**  
**dans les sédiments entiers prélevés au quai de Gaspé à l'automne 2001**

Numéro d'échantillon	Proportion d'organismes survivants	Proportion de survivants ré-enfouis	Différence significative <sup>(a)</sup>		Différence significative par rapport au groupe contrôle de terrain (zone de référence)	
	Moyenne ± 1É.T.	Moyenne ± 1É.T.	Survie	Ré-enfouissement	Survie	Ré-enfouissement
Groupes contrôles	0,96 ± 0,04	1,0 ± 0,0	n.a.	n.a.	Non	Non
A1	0,94 ± 0,02	0,99 ± 0,03	Non	Non	Non	Non
A1C	0,87 ± 0,06	0,97 ± 0,05	Oui	Non	Non	Non
A2	0,98 ± 0,04	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A2C	0,90 ± 0,05	1,0 ± 0,0	Oui	Non	Non	Non
A3	0,98 ± 0,04	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A5	0,95 ± 0,06	0,99 ± 0,02	Non	Non	Non	Non
A7	0,93 ± 0,06	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A8	0,94 ± 0,04	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A8B	0,99 ± 0,02	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A9	0,89 ± 0,07	1,0 ± 0,0	Oui	Non	Non	Non
A10	0,94 ± 0,02	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
A12	0,96 ± 0,04	1,0 ± 0,0	Non	Non	Non	Non
R8	0,91 ± 0,1	1,0 ± 0,0	Non	Non	Moyenne ± 1É.T. 0,93 ± 0,02	Moyenne ± 1É.T. 1,0 ± 0,0
R9	0,93 ± 0,06	1,0 ± 0,0	Non	Non		
R14B	0,94 ± 0,07	1,0 ± 0,0	Non	Non		

<sup>(a)</sup> : Les résultats des 2 groupes contrôles (laboratoire) ont été combinés et comparés à chaque station.

n.a. : Non applicable.

**Tableau 3.14**  
**Résultats des tests de survie et de croissance des polychètes (*Neanthes* sp)**  
**dans les sédiments entiers prélevés au quai de Gaspé à l'automne 2001**

Numéro d'échantillon	Proportion d'organismes survivants	Croissance	Différence significative <sup>(a)</sup>		Différence significative par rapport au groupe contrôle de terrain (zone de référence)	
	Moyenne ± 1É.T.	Poids moyen (mg) ± 1É.T.	Survie	Croissance	Survie	Croissance
Groupes contrôles	0,98 ± 0,1	20,8 ± 5,4	n.a.	n.a.	Non	Non
A1	0,92 ± 0,1	16,4 ± 3,0	Non	Non	Non	Non
A1C	1,0 ± 0,0	16,0 ± 3,3	Non	Non	Non	Non
A2	0,96 ± 0,1	16,7 ± 2,2	Non	Non	Non	Non
A2C	0,92 ± 0,1	20,4 ± 2,3	Non	Non	Non	Non
A3	0,92 ± 0,1	16,7 ± 1,6	Non	Non	Non	Non
A5	0,96 ± 0,1	22,3 ± 3,2	Non	Non	Non	Non
A7	0,87 ± 0,1	21,2 ± 2,6	Oui	Non	Non	Non
A8	0,96 ± 0,1	21,7 ± 4,5	Non	Non	Non	Non
A8B	0,92 ± 0,1	25,2 ± 5,9	Non	Non	Non	Non
A9	0,92 ± 0,1	22,3 ± 3,0	Non	Non	Non	Non
A10	1,0 ± 0,0	19,3 ± 3,3	Non	Non	Non	Non
A12	0,96 ± 0,1	17,7 ± 2,1	Non	Non	Non	Non
R8	0,96 ± 0,1	21,2 ± 2,4	Non	Non	Moyenne ± 1É.T. 0,96 ± 0,04	Moyenne ± 1É.T. 20,0 ± 1,2
R9	0,92 ± 0,1	18,8 ± 4,4	Non	Non		
R14B	1,0 ± 0,0	20,1 ± 5,8	Non	Non		

<sup>(a)</sup> : Les résultats des 2 groupes contrôles (laboratoire) ont été combinés et comparés à chaque station.

n.a. : Non applicable.

**Tableau 3.15**

**Résultats des tests de développement larvaire de moules bleues (*Mytilus edulis*) dans l'eau interstitielle extraite des sédiments entiers prélevés au quai de Gaspé à l'automne 2001**

Numéro d'échantillon	Proportion de développement normal des larves	Proportion de développement anormal des larves	Différence significative <sup>(a)</sup>	Différence significative par rapport au groupe contrôle de terrain (zone de référence)
	Moyenne ± 1É.T.	Moyenne ± 1É.T.		
Groupes contrôles	0,89 ± 0,04	0,11 ± 0,04	n.a.	Non
A1	0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	Oui	Oui
A1C	0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	Oui	Oui
A2	0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	Oui	Oui
A2C	0,44 ± 0,06	0,56 ± 0,06	Oui	Oui
A3	0,38 ± 0,05	0,62 ± 0,05	Oui	Oui
A5	0,65 ± 0,06	0,35 ± 0,07	Oui	Oui
A7	0,50 ± 0,05	0,50 ± 0,05	Oui	Oui
A8	0,84 ± 0,02	0,16 ± 0,02	Oui	Non
A8B	0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	Oui	Oui
A9	0,81 ± 0,02	0,19 ± 0,02	Oui	Non
A10	0,85 ± 0,04	0,15 ± 0,04	Non	Non
A12	0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	Oui	Oui
R8	0,88 ± 0,02	0,12 ± 0,02	Non	Moyenne ± 1É.T. 0,87 ± 0,05
R9	0,91 ± 0,03	0,09 ± 0,03	Non	
R14B	0,82 ± 0,04	0,18 ± 0,04	Oui	

<sup>(a)</sup> : Les résultats des 4 groupes contrôles (laboratoire) ont été combinés et comparés à chaque station.

n.a. : Non applicable.

**Tableau 3.16**  
**Résultats du test Microtox en phase solide à partir des sédiments entiers**  
**prélevés au quai de Gaspé à l'automne 2001**

Numéro d'échantillon	CI <sub>50</sub> <sup>(a)</sup> (mg sédiment sec/L de dilution)	Intervalle de confiance (95 %)	Différence significative par rapport au groupe contrôle de terrain (zone de référence)	
			Données brutes	Données transformées (log)
A1	144	112-185	Non	Oui
A1C	322	321-323	Non	Non
A2	955	804-1,130	Non	Non
A2C	1 560	1,290-1,870	Non	Non
A3	1 490	1,350-1,630	Non	Non
A5	2 190	1,640-2,930	Non	Non
A7	1 680	1,450-1,940	Non	Non
A8	2 641	2,640-2,644	Non	Non
A8B	695	465-1,040	Non	Non
A9	2 500	2,030-3,080	Non	Non
A10	3 690	3,860-4,060	Non	Non
A12	1 050	909-1,220	Non	Non
R8	8 240	6,150-11,000	Moyenne ± 1É.T.	Moyenne ± 1É.T.
R9	13 800	12,700-15,000		
R14B	2 550	2,110-3,070		
			8 197 ± 5 625	3,821 ± 1,617

<sup>(a)</sup> : Concentration d'inhibition 50 % (concentration qui inhibe 50 % de la bioluminescence bactérienne).

**Tableau 3.17**  
**Concentrations des métaux dans l'eau interstitielle avant et après la réalisation des**  
**tests de toxicité en laboratoire**

Paramètres		Stations									
		A1C		A2A		A8B		A10		R8	
		Concentration (ug/L)	Écart <sup>(a)</sup> (%)	Concentration (ug/L)	Écart (%)	Concentration (ug/L)	Écart (%)	Concentration (ug/L)	Écart (%)	Concentration (ug/L)	Écart (%)
Avant	Cadmium	0,1	n.a.	< 0,1	n.a.	< 0,1	n.a.	0,1	n.a.	< 0,1	n.a.
	Cuivre	9,0	-600	16,0	-144	2,6	-38	1,6	-44	0,3	-733
	Plomb	0,6	-1367	0,8	-175	0,2	-150	0,2	-150	0,1	-900
	Nickel	0,9	n.a.	1,0	n.a.	0,7	n.a.	1,1	n.a.	1,6	-94
	Zinc	7,0	-129	8,0	0	1,0	n.a.	1,0	n.a.	1,0	n.a.
Après	Cadmium	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5	
	Cuivre	63,0		39,0		3,6		2,3		2,5	
	Plomb	8,8		2,2		0,5		0,5		1,0	
	Nickel	<2,0		< 2,0		< 2,0		< 2,0		3,1	
	Zinc	16,0		8,0		< 5,0		< 5,0		< 5,0	

<sup>(a)</sup> : L'écart est calculé par rapport à la concentration mesurée avant les tests écotoxicologiques. Ainsi, un écart négatif montre une augmentation de la concentration pendant ou après ces tests.

n.a. : Non applicable.

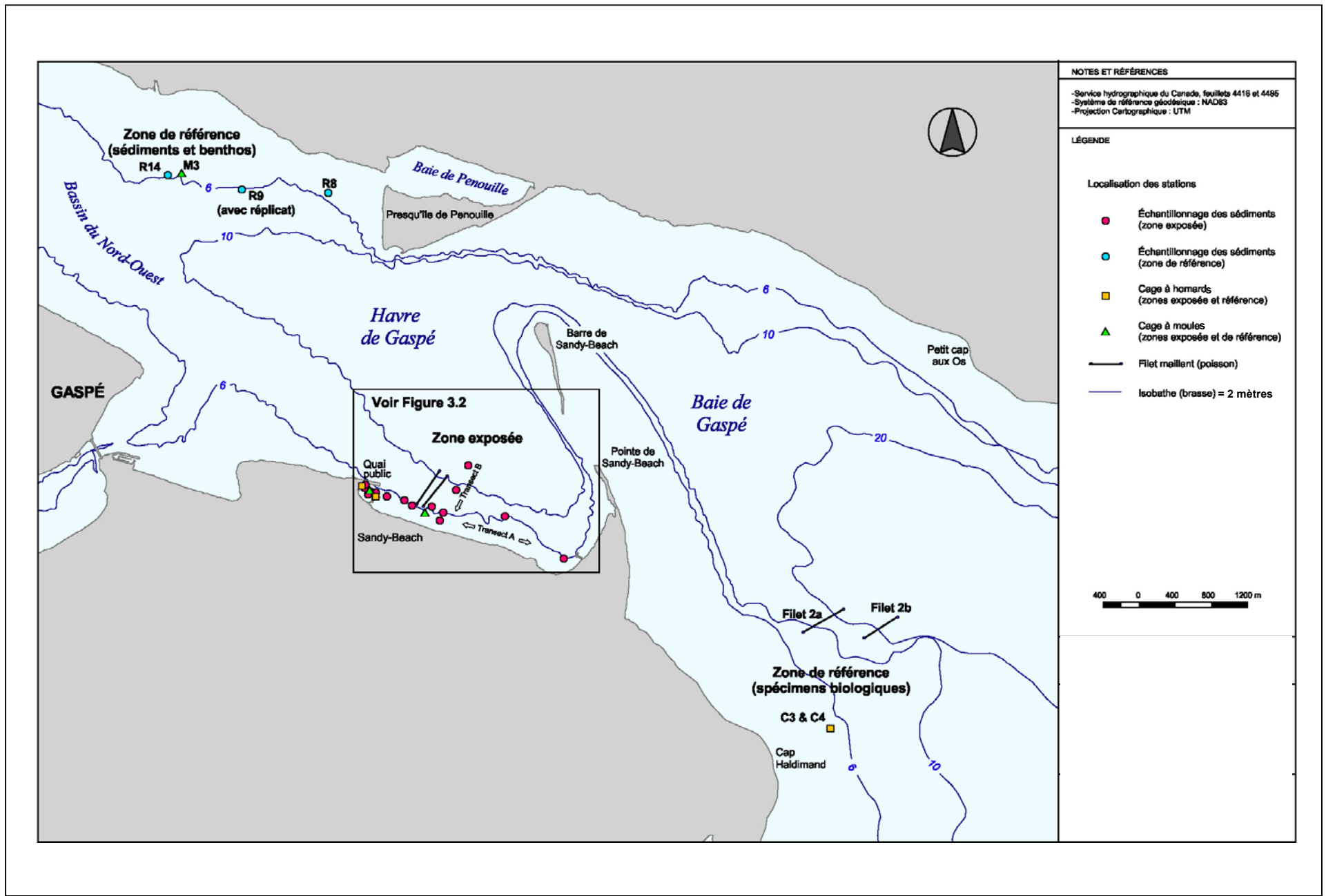
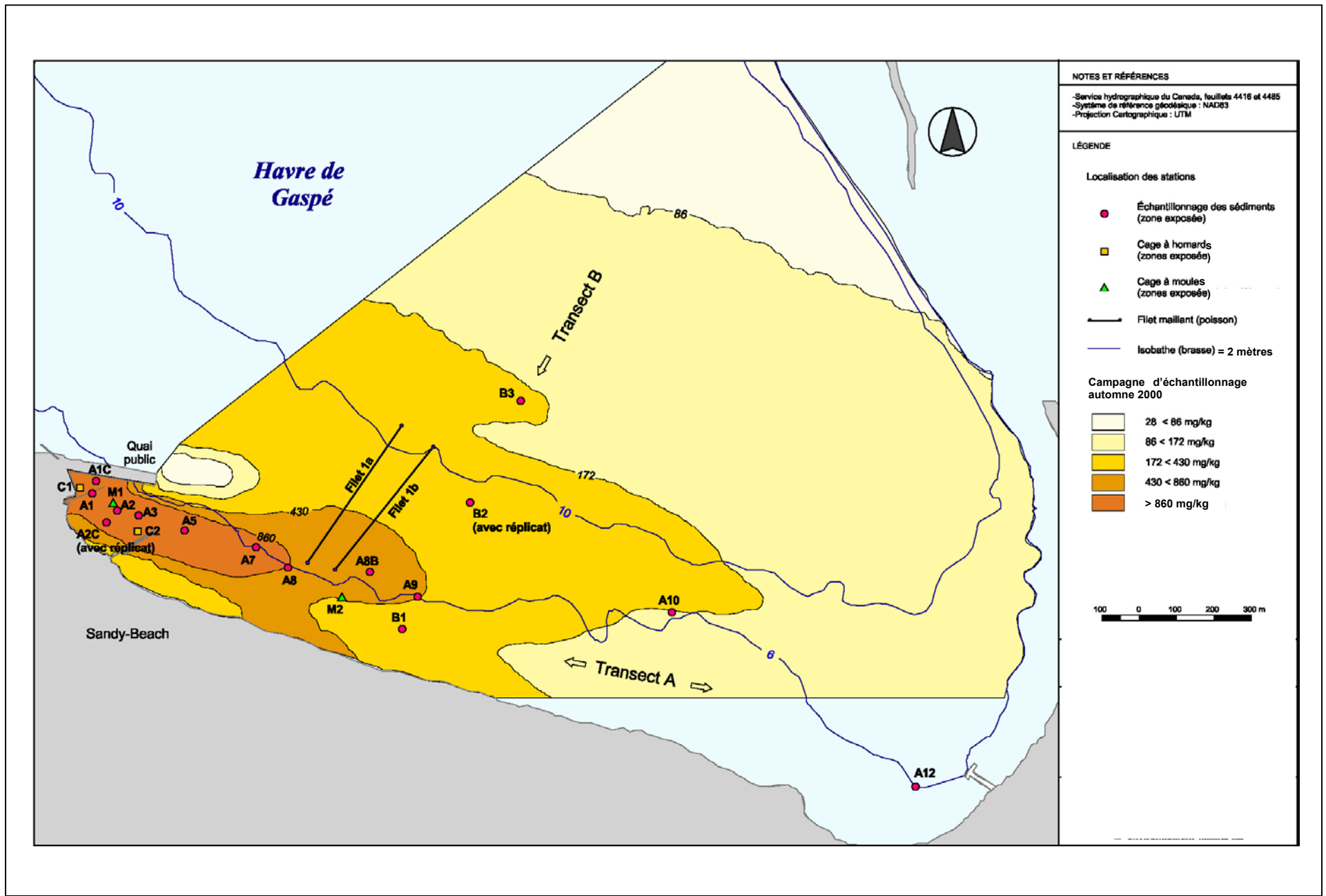
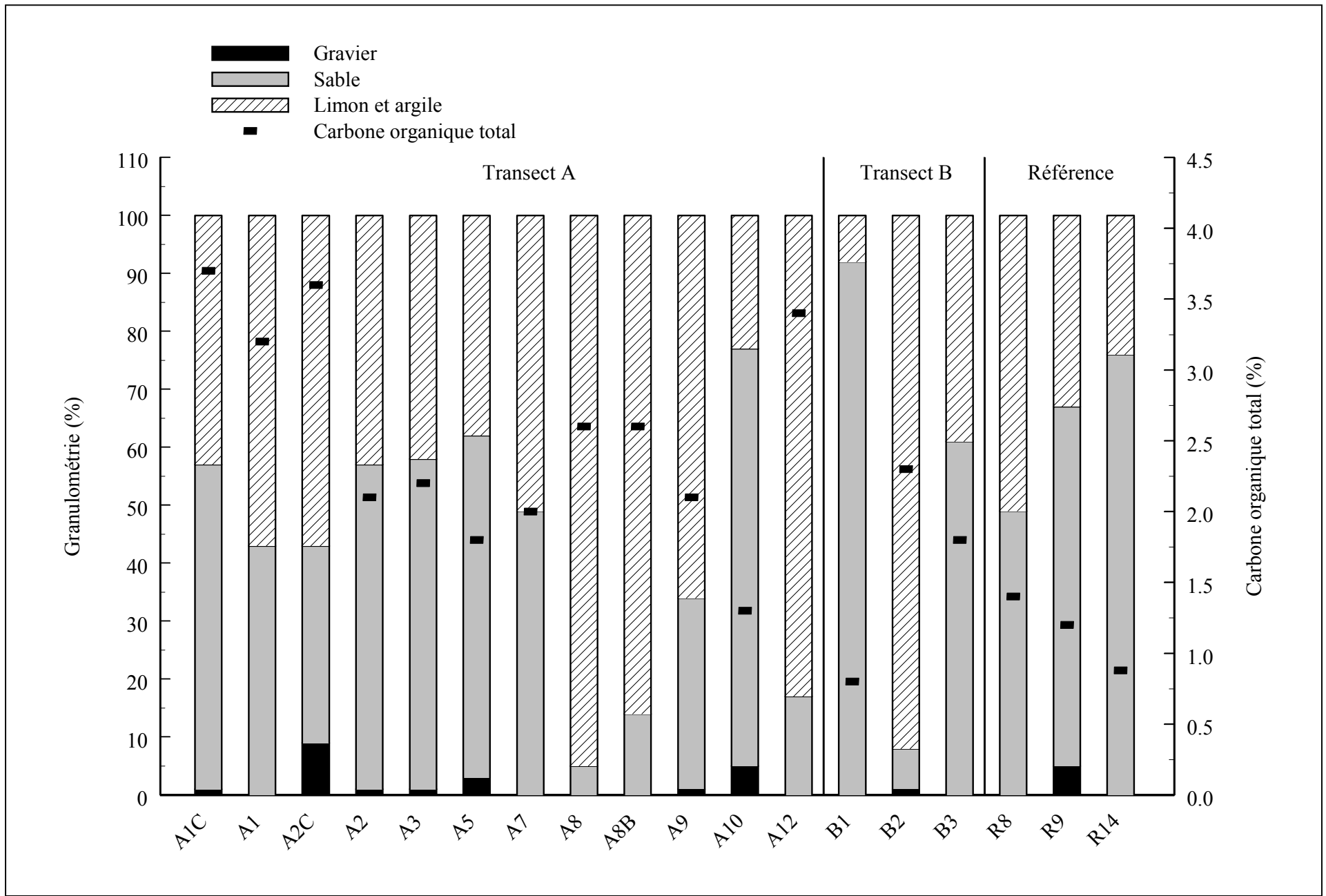


Figure 3.1 : Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments et des organismes marins dans le havre et la baie de Gaspé (zones exposée et de référence), automne 2001

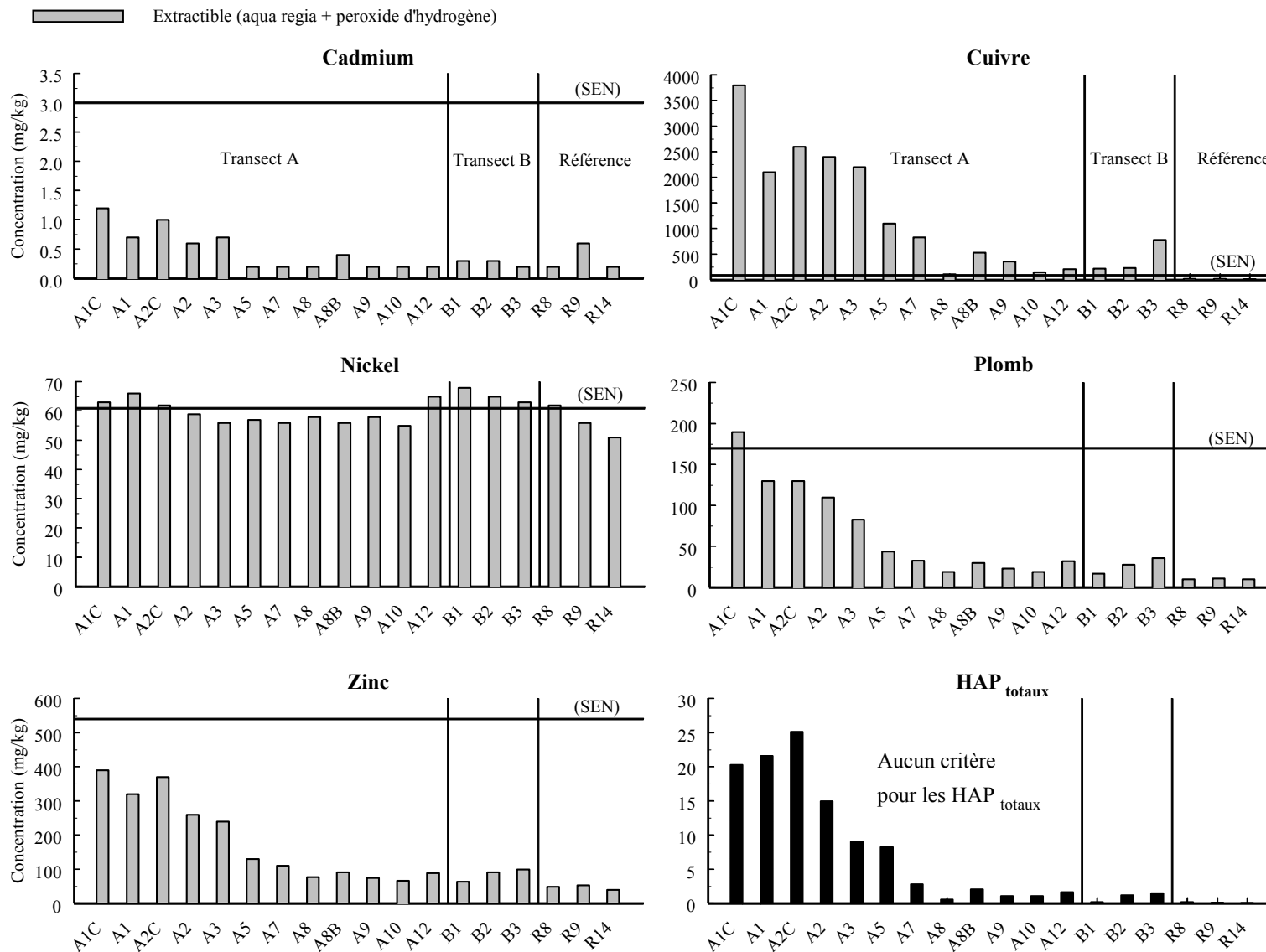


**Figure 3.2 :**  
Localisation des stations d'échantillonnage des sédiments et des organismes marins dans la zone exposée à proximité du quai de Gaspé, automne 2001



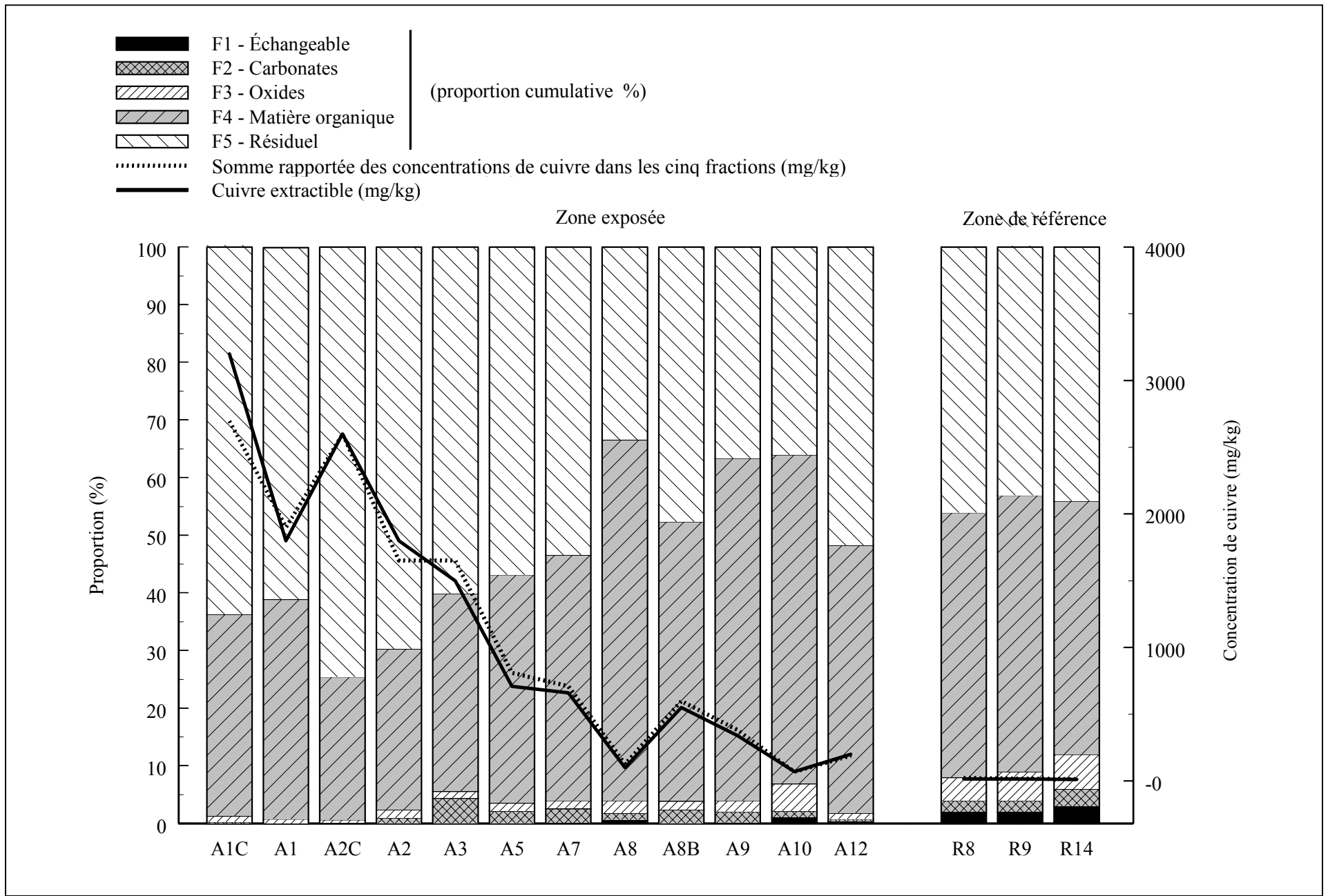
**Figure 3.3 :**  
Granulométrie et contenu en carbone organique total des sédiments entiers  
récoltés à l'automne 2001 aux stations de la zone exposée et de la zone de  
référence, havre de Gaspé



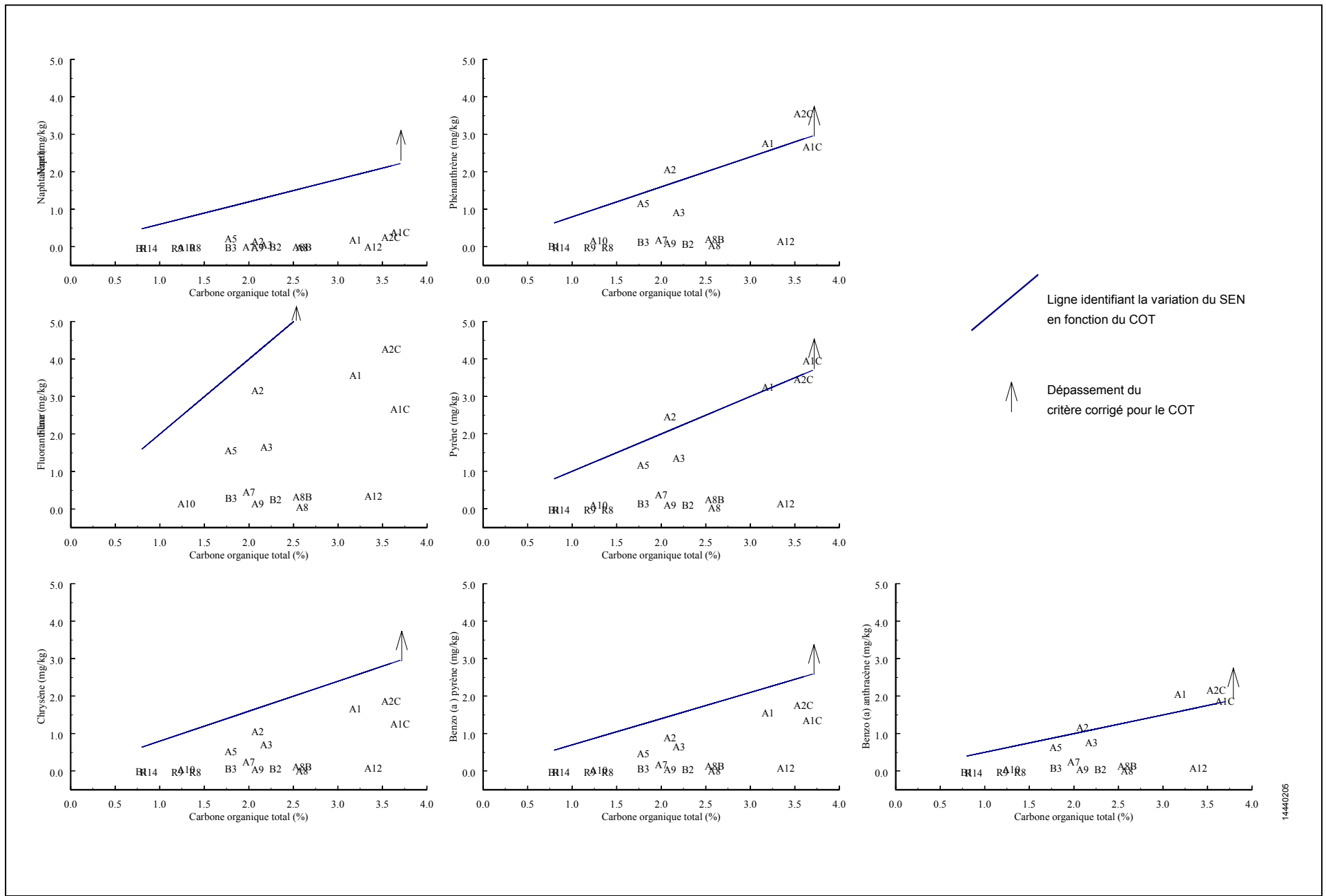


SEN : Seuil d'effets néfastes (*Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent.*, Environnement Canada et MENVIQ (1992)).

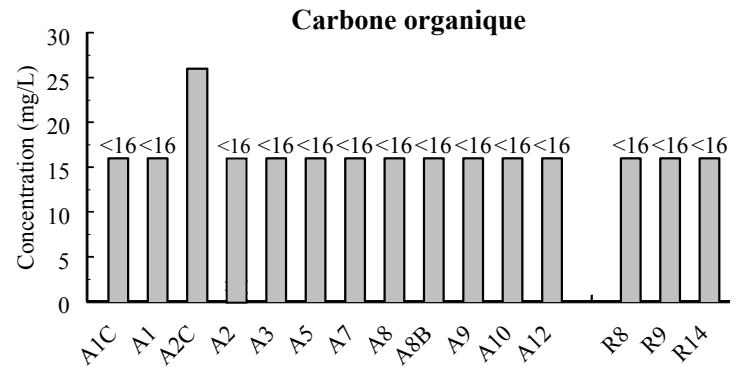
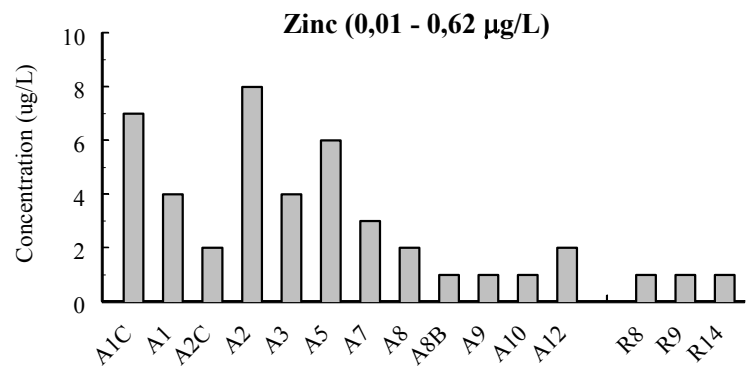
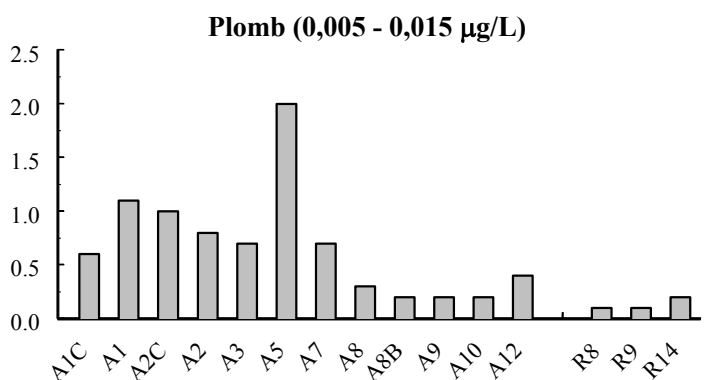
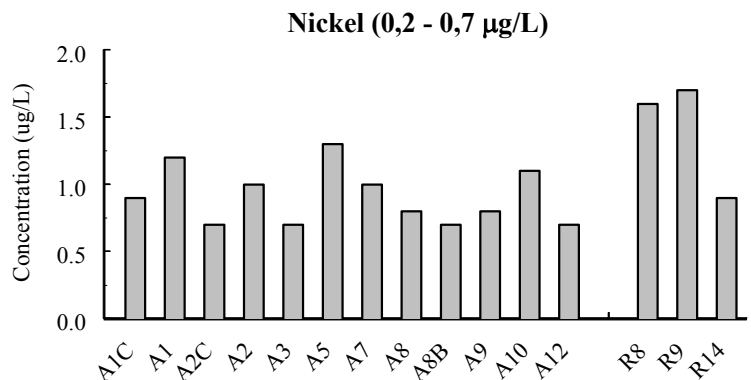
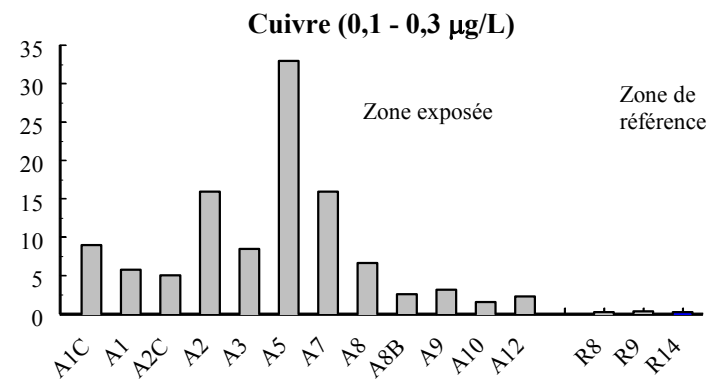
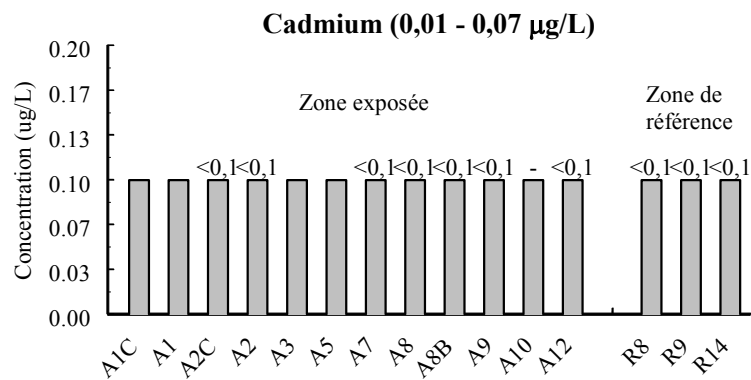
**Figure 3.4 :**  
Teneurs en métaux et en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les sédiments récoltés à l'automne 2001 aux stations de la zone exposée et de la zone de référence, havre de Gaspé



**Figure 3.5 :**  
 Importance relative des teneurs en cuivre dans les cinq fractions de l'extraction séquentielle (méthode Tessier adaptée) des sédiments récoltés à l'automne 2001 aux stations de la zone exposée et de la zone de référence, havre de Gaspé

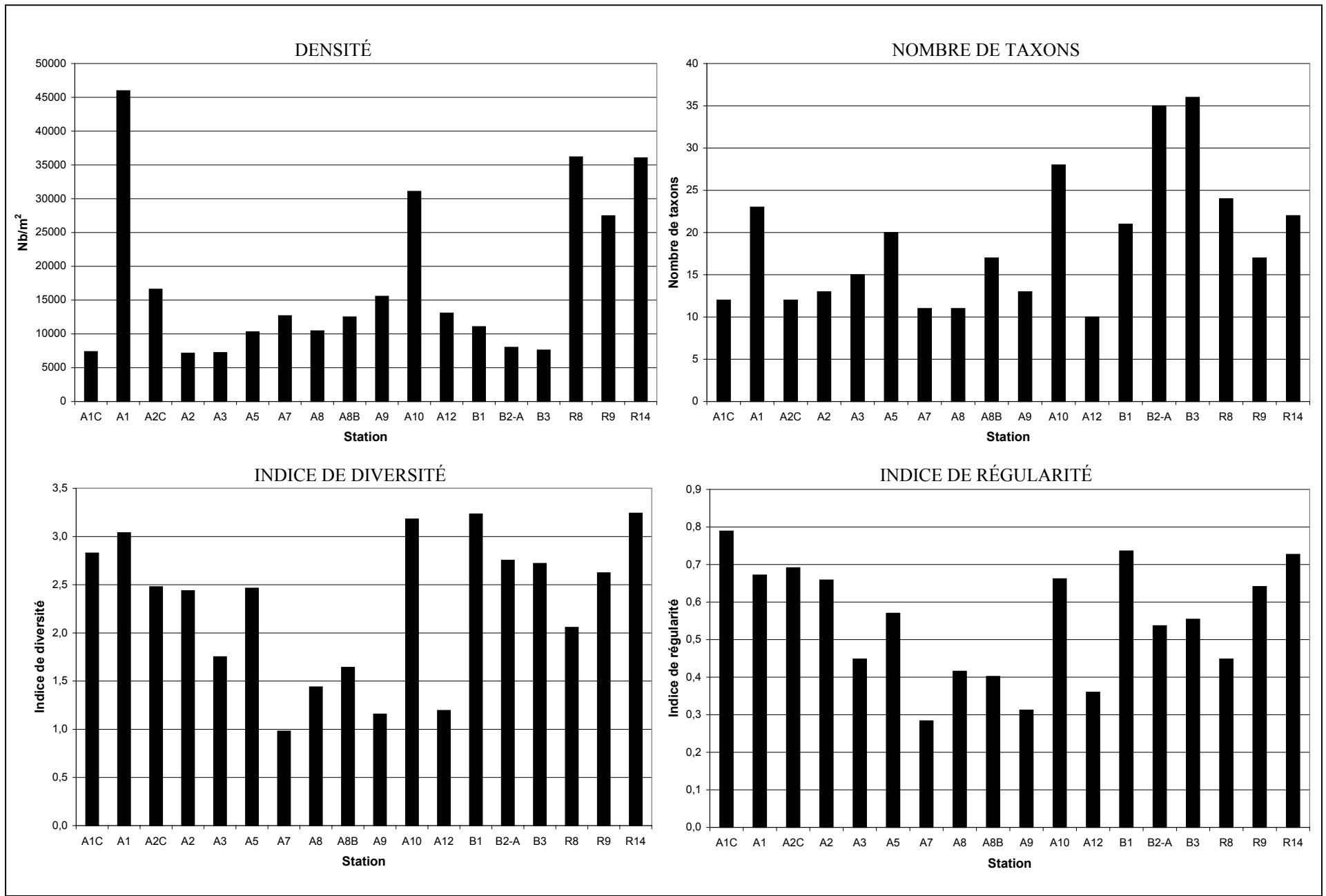


**Figure 3.6 :**  
 Teneurs des sept congénères d'hydrocarbures aromatiques polycycliques  
 pour lesquels un critère du seuil d'effets néfastes est défini,  
 havre de Gaspé, automne 2001

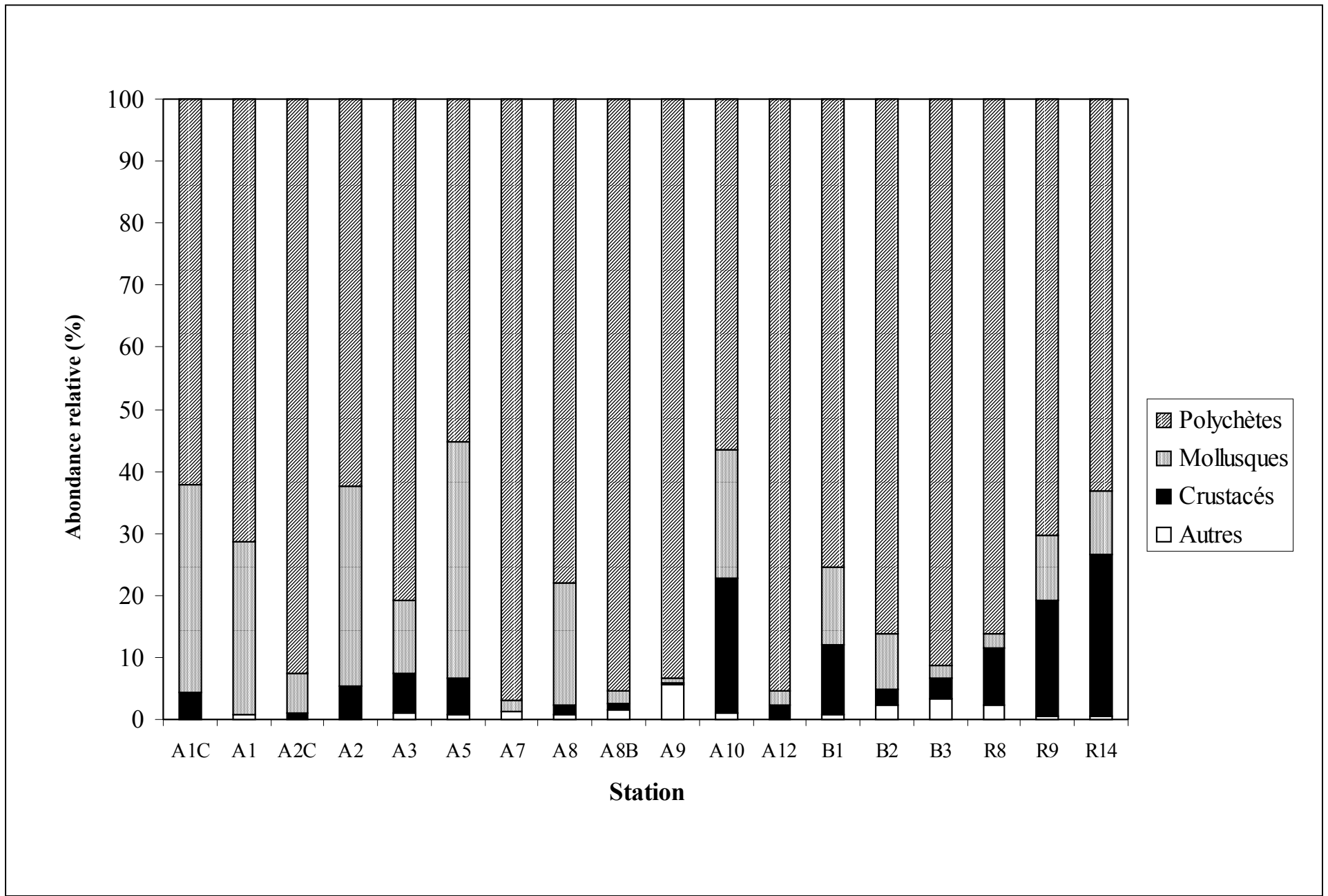


Note: Les teneurs entre parenthèses indiquent les valeurs naturelles rencontrées dans l'eau de mer.

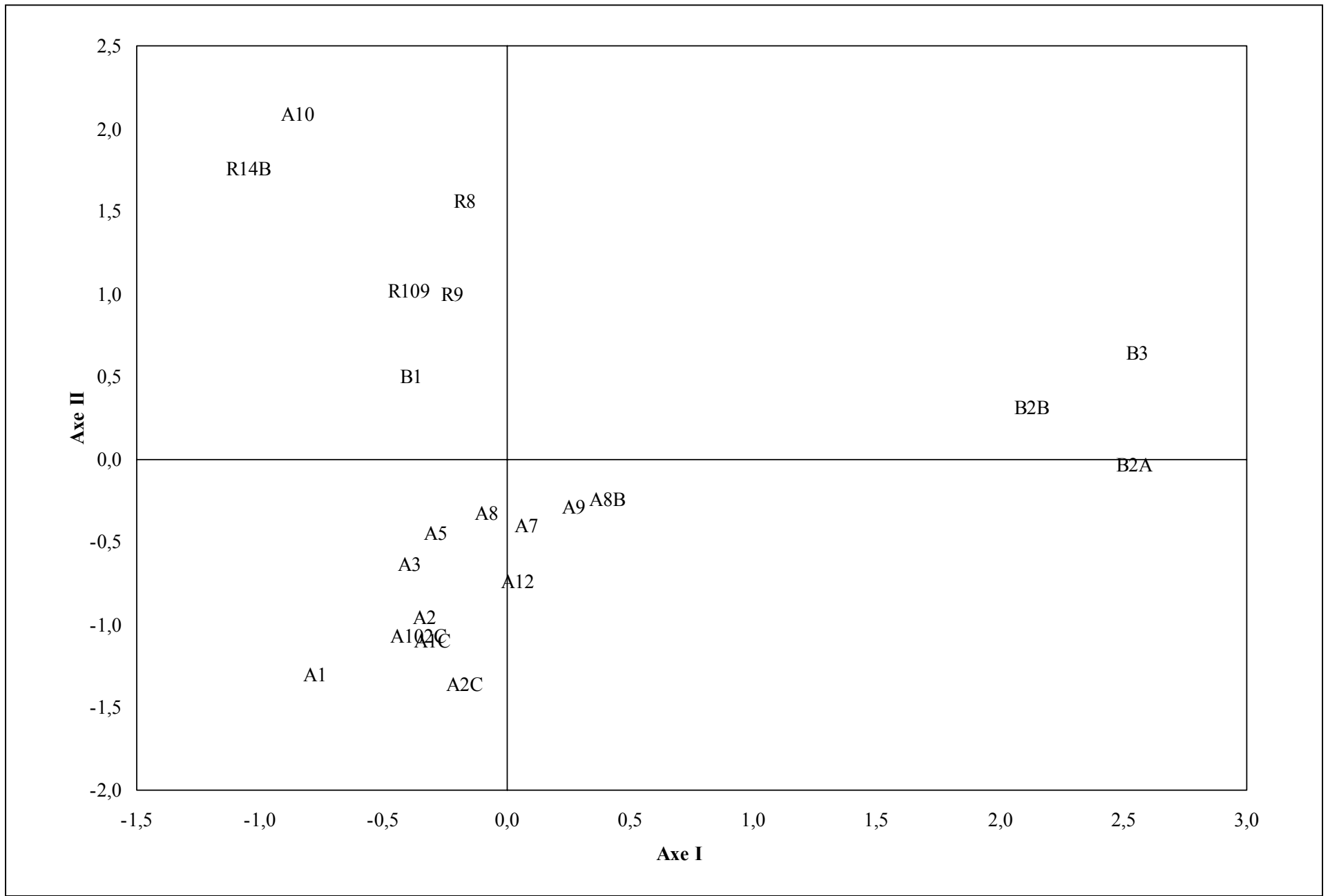
Figure 3.7 : Teneurs des paramètres analysés dans l'eau interstitielle extraite des sédiments récoltés à l'automne 2001 aux stations de la zone exposée et de la zone de référence, havre de Gaspé



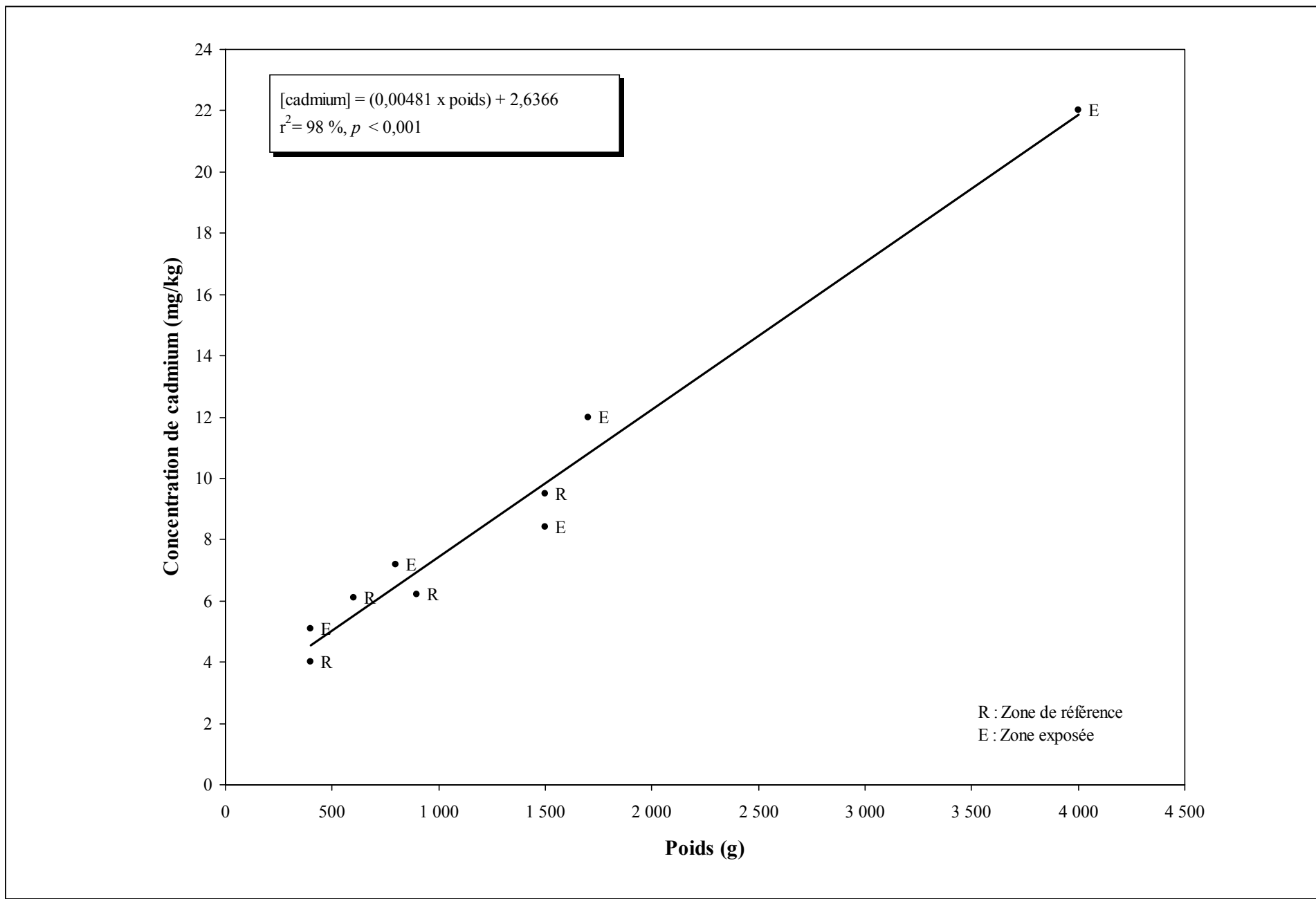
**Figure 3.8 :**  
Densité, nombre de taxons et indices de diversité et de régularité des organismes benthiques aux stations de la zone exposée et de la zone de référence, havre de Gaspé, automne 2001



**Figure 3.9 :**  
**Abondance relative des grands groupes d'invertébrés benthiques aux stations**  
**de la zone exposée et de la zone référence, havre de Gaspé, automne 2001**



**Figure 3.10 :**  
 Analyse en composantes principales, abondance des organismes benthiques  
 (projection des stations), havre de Gaspé, automne 2001



**Figure 3.11 :**  
**Relation entre la concentration de cadmium et le poids de l'hépatopancreas des**  
**homards prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé) et dans la zone**  
**de référence (Haldimand) à l'automne 2001**



**Tableau 4.1**

**Concentrations de cuivre total extractible (méthode Environnement Canada) dans les sédiments des stations échantillonnées dans le secteur du quai de Gaspé (automne 2001) en fonction de la CI<sub>50</sub> (Microtox) et de l'unité toxique maximale (UTM) déduite à partir de l'étude de Svenson et al. (1996)**

Station	Microtox (CI <sub>50</sub> ) (mg/L) a	Cuivre (sédiment) (mg/kg) b	CI <sub>50</sub> Cuivre dissous (mg Cu/L d'eau) c=(a*b/1000000)	Microtox CI <sub>50</sub> maximale <sup>(a)</sup> (mg/L) d	Unité toxique maximum e=c/d
A1C	322	3 800	1,224	0,384	3,186
A1	144	2 100	0,302	0,384	0,788
A2	955	2 400	2,292	0,384	5,969
A2C	1 560	2 600	4,056	0,384	10,563
A3	1 490	2 200	3,278	0,384	8,536
A5	2 190	1 100	2,409	0,384	6,273
A7	1 680	830	1,394	0,384	3,631
A8	2 641	110	0,291	0,384	0,757
A8B	695	530	0,368	0,384	0,959
A9	2 500	360	0,900	0,384	2,344
A10	3 690	150	0,554	0,384	1,441
A12	1 050	210	0,221	0,384	0,574
R8	8 240	22	0,181	0,384	0,472
R9	13 800	24	0,331	0,384	0,863
R14B	2 550	17	0,043	0,384	0,113

<sup>(a)</sup> : Selon Svenson *et al.* (1996), le dépassement d'une CI<sub>50</sub> de 0,384 pour le cuivre dissous dans l'eau suggère une contribution significative de cette substance à la toxicité mesurée (potentiel toxique).

CI<sub>50</sub> : Concentration d'inhibition 50 % (concentration qui inhibe 50 % de la bioluminescence bactérienne).

**Tableau 4.2**  
**Matrice des seuils intégrés basés sur les tests de toxicité, quai de Gaspé, automne 2001**

Test de toxicité <sup>(a)</sup>		Réponse statistique entre les stations <sup>(b)</sup>		Cuivre		HAP	
Espèce indicatrice	Paramètre de mesure	Groupe contrôle	Stations de référence	Corrélation avec le cuivre <sup>(c)</sup>	Critère d'effet (mg Cu/kg) <sup>(d)</sup>	Corrélation avec les HAP <sup>(c)</sup>	Critère d'effet non normalisé (mg HAP/kg) <sup>(d)</sup>
Amphipodes ( <i>Eohaustorius estuarius</i> )	Survie	N.S. (sauf A1C et A9)	N.S.	N.S.	3800 <sup>(e)</sup>	N.S.	25 <sup>(e)</sup>
	Ré-enfouissement	N.S.	N.S.	N.S.	3800 <sup>(e)</sup>	N.S.	25 <sup>(e)</sup>
Polychètes ( <i>Neanthes</i> )	Survie	N.S. (sauf A7)	N.S.	N.S.	3800 <sup>(e)</sup>	N.S.	25 <sup>(e)</sup>
	Croissance	N.S.	N.S.	N.S.	3800 <sup>(e)</sup>	N.S.	25 <sup>(e)</sup>
Microtox	Bioluminescence bactérienne	n.a.	N.S. (sauf A1)	$p < 0,002$ ; $r^2 = 60 \%$	1 464	$p < 0,003$ ; $r^2 = 50 \%$	8 <sup>(f)</sup>
Moule bleue ( <i>Mytilus edulis</i> )	Développement larvaire	$p < 0,05$ (sauf A10 R8 et R9)	$p < 0,05$ (sauf A8, A9 et A10)	N.S.	n.d.	$p < 0,001$ ; $r^2 = 77 \%$	8 <sup>(f)</sup>
<b>Seuils intégrés</b>							
Moyenne arithmétique					3 333		19,5
10 <sup>e</sup> centile					2 398		8,1
20 <sup>e</sup> centile					3 333		8,3
25 <sup>e</sup> centile					3 800		12,5

<sup>(a)</sup> : Les tests ont été réalisés sur les sédiments entiers sauf pour les moules bleues dont les tests ont été réalisés dans l'eau interstitielle.

<sup>(b)</sup> : Voir la section 3.7.2.

<sup>(c)</sup> : Voir la section 4.1.2.

<sup>(d)</sup> : Critère estimé sans considérer les stations A8B et A12; voir le texte pour explication.

<sup>(e)</sup> : Valeur maximale de cuivre ou de HAP dans les sédiments testés.

<sup>(f)</sup> : Concentration non normalisée sur la base d'un pourcentage moyen de carbone organique total de 2,16 % (sans les stations A8B et A12).

N.S. : Non significatif ( $p > 0,05$ ).

n.a. : Non applicable.

n.d. : Non déterminé.

**Tableau 4.3**

**Concentrations d'hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux et de cuivre extractible dans les sédiments en fonction des critères d'effets présentés, quai de Gaspé, automne 2001**

Stations	Carbone organique total (%)	HAP totaux		Cuivre extractible (Aqua regia + peroxyde d'hydrogène) (mg/kg) <sup>(a)</sup>
		(mg/kg)	(mg/kg C) <sup>(a)</sup>	
A1C	3,7	<b>20,3</b>	<b>548</b>	<b>3 800</b>
A1	3,2	<b>21,6</b>	<b>675</b>	2 100
A2C	3,6	<b>25,2</b>	<b>699</b>	<b>2 600</b>
A2	2,1	<b>15,0</b>	<b>714</b>	<b>2 400</b>
A3	2,2	<b>9,0</b>	<b>411</b>	2 200
A5	1,8	<b>8,3</b>	<b>459</b>	1 100
A7	2,0	2,8	141	830
A8	2,6	0,6	23	110
A8B	2,6	2,1	80	530
A9	2,1	1,1	52	360
A10	1,3	1,1	84	150
A12	3,4	1,7	49	210
R8	1,4	0,2	13	22
R9	1,2	0,1	9	24
R14B	0,9	0,1	11	17

<sup>(a)</sup>: Les valeurs en caractère gras indiquent les stations présentant des concentrations supérieures au seuil intégré d'effet (10<sup>e</sup> centile) calculé au tableau 4.2 à partir des différents tests de toxicité.

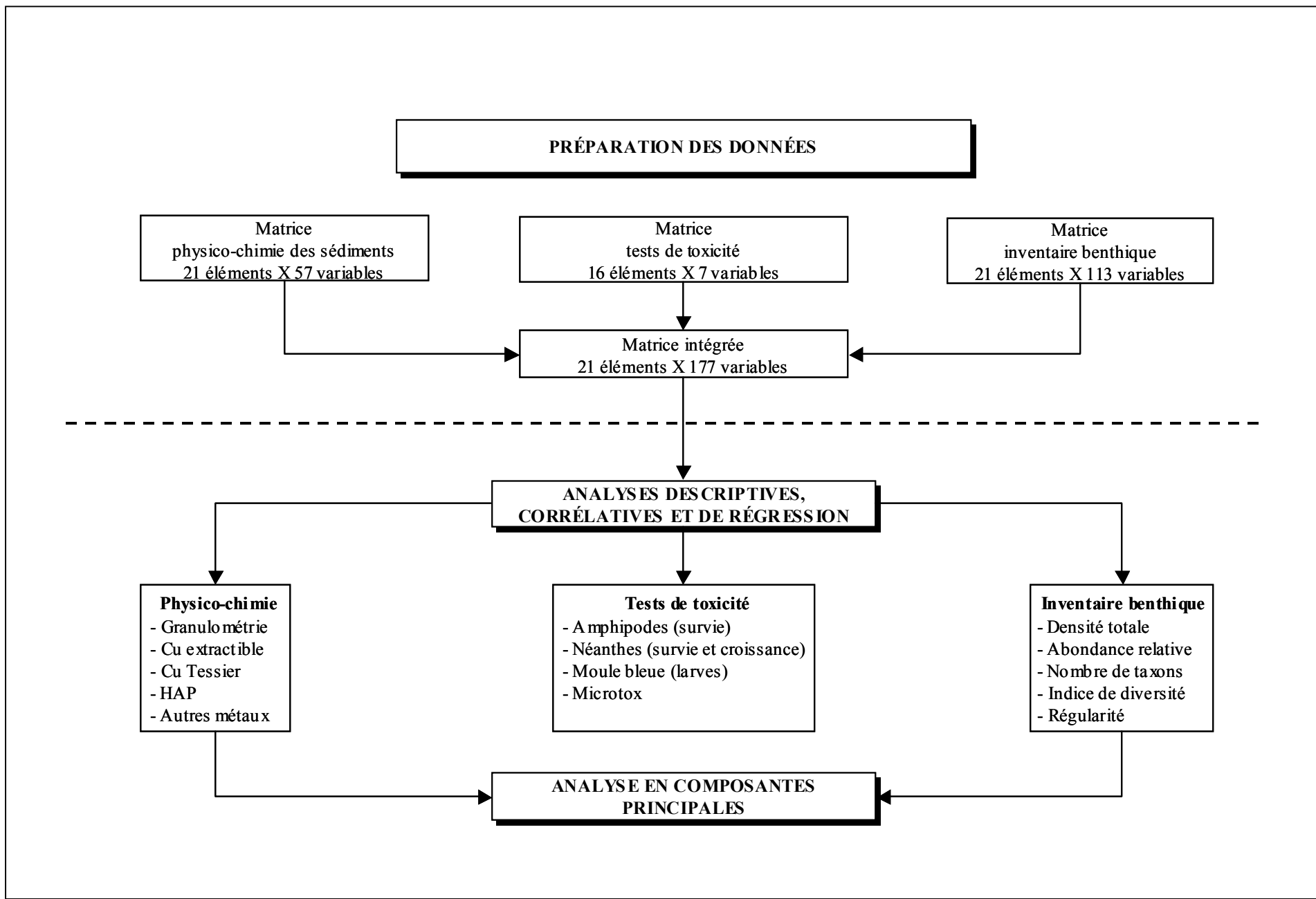
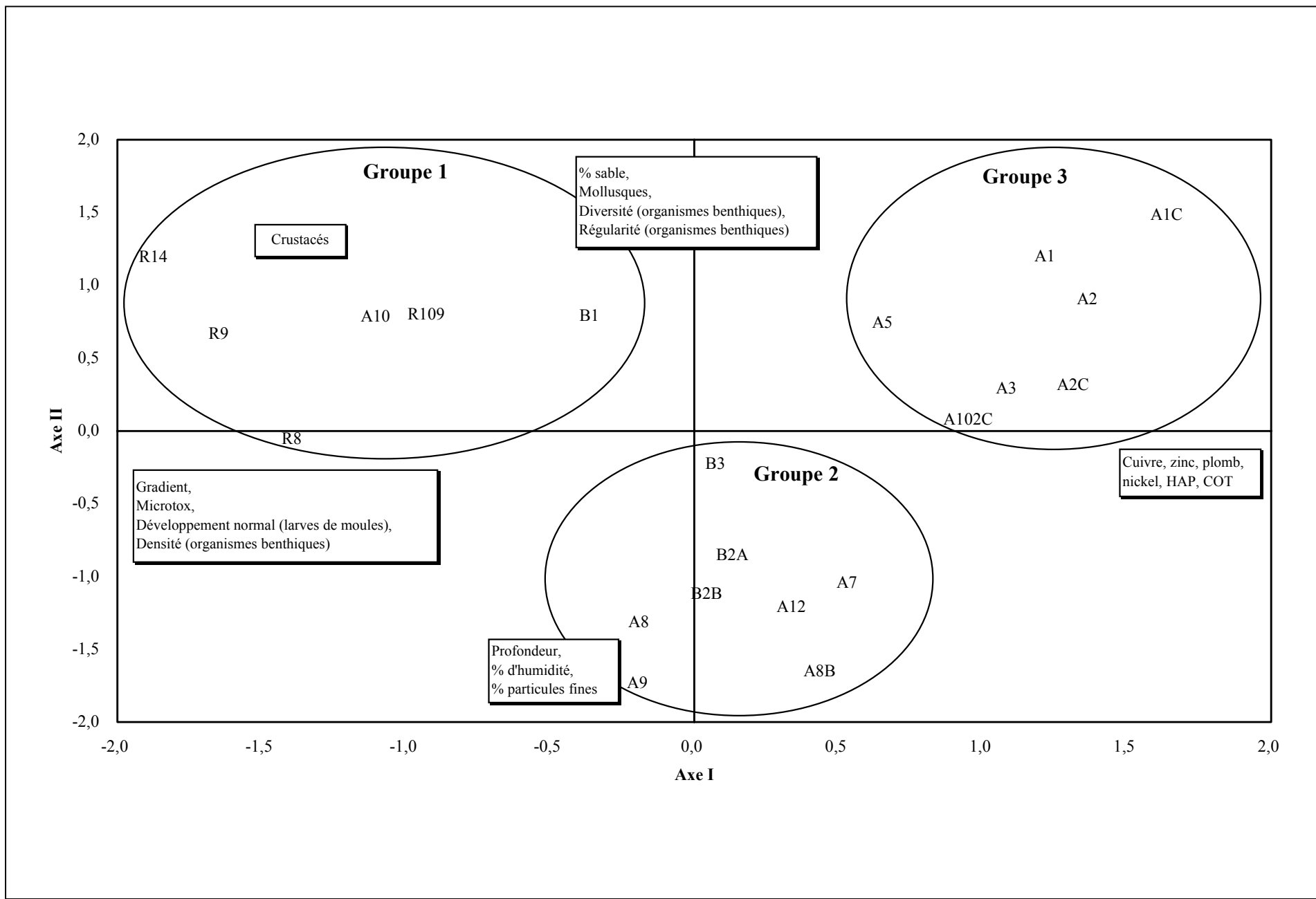
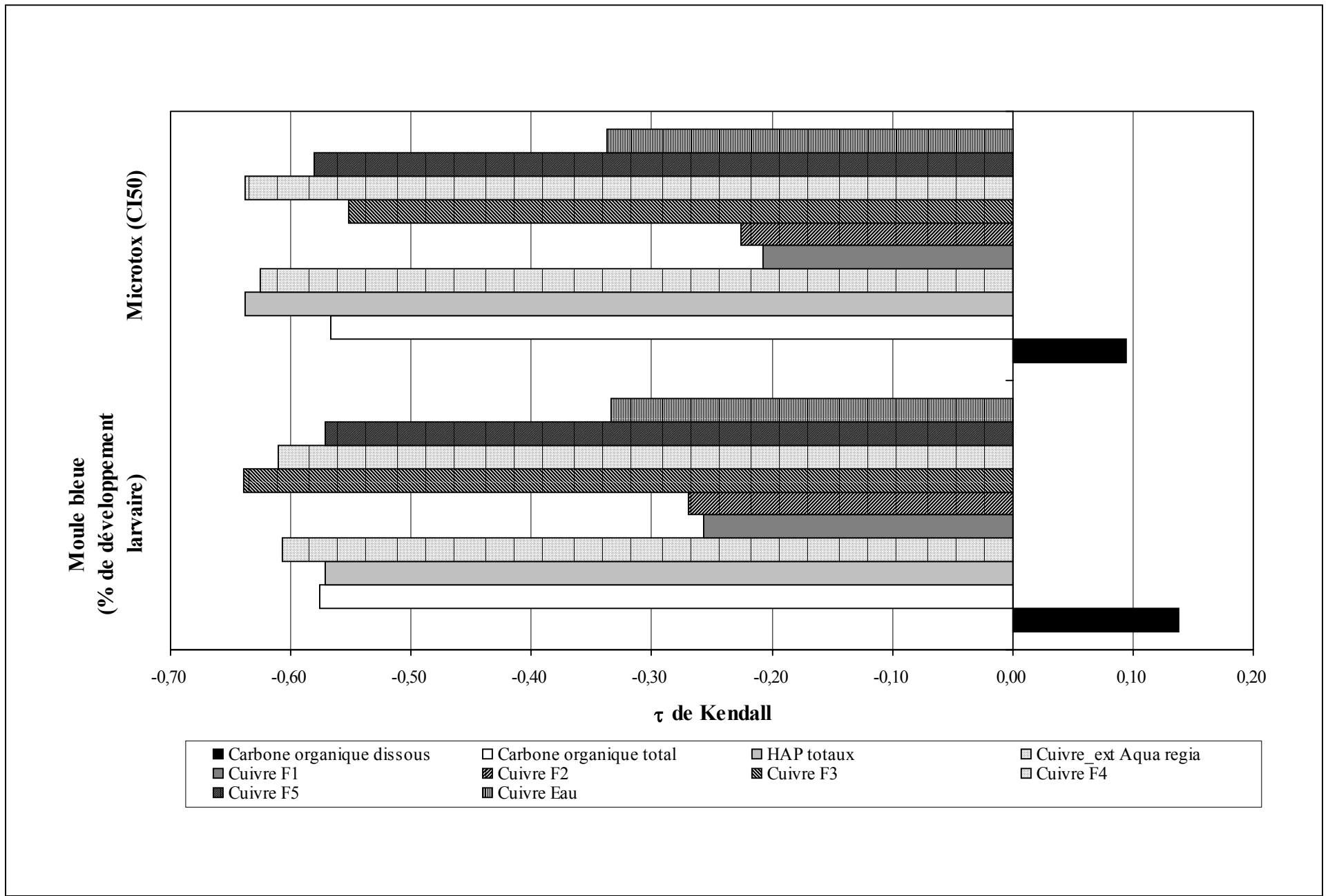


Figure 4.1 : Schéma d'analyse associé au traitement statistique des données environnementales et toxicologiques





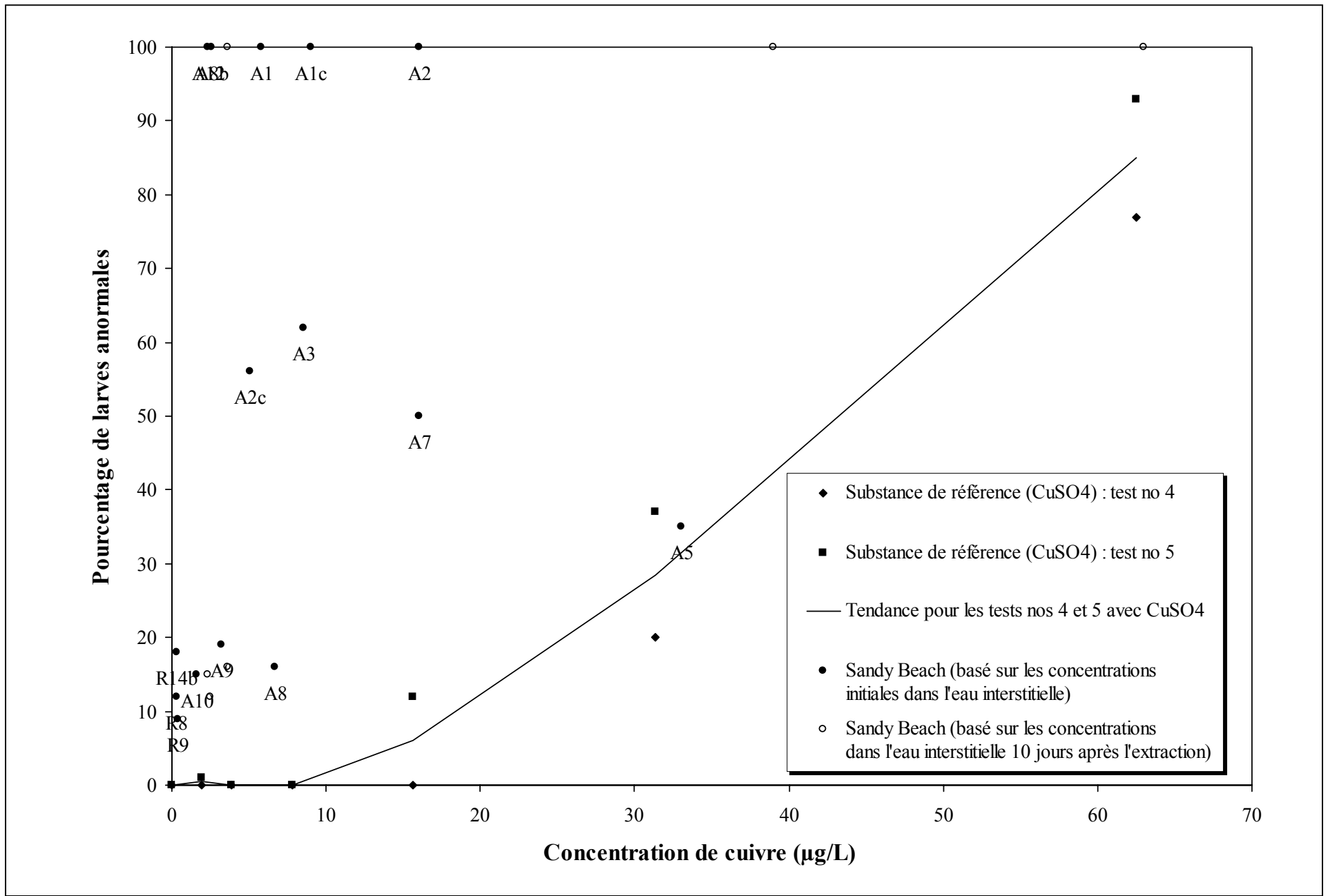


Figure 4.4 :  
Résultats des tests de toxicité chez les larves de moules bleues en fonction de la concentration de cuivre dans l'eau interstitielle, quai de Gaspé, automne 2001

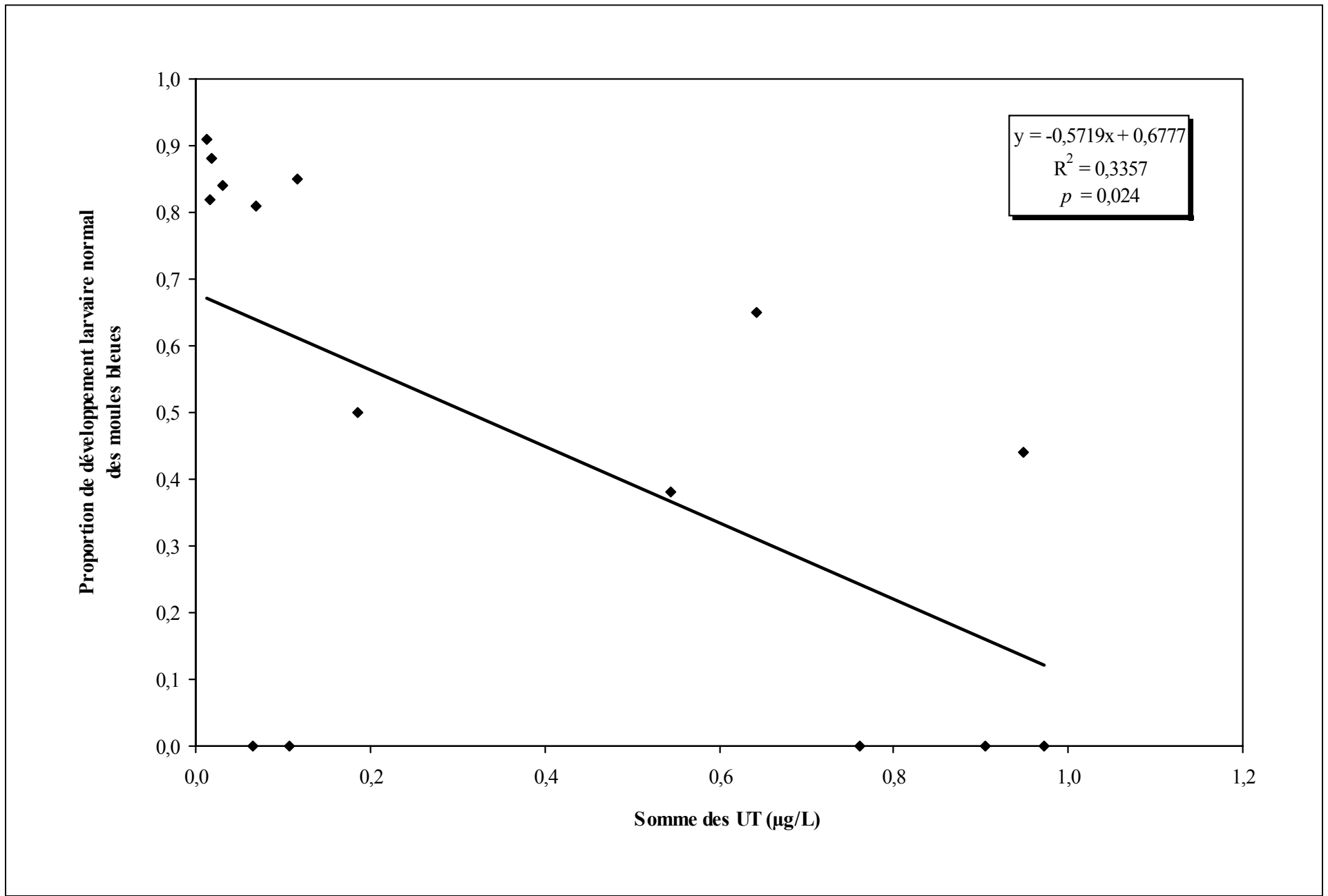
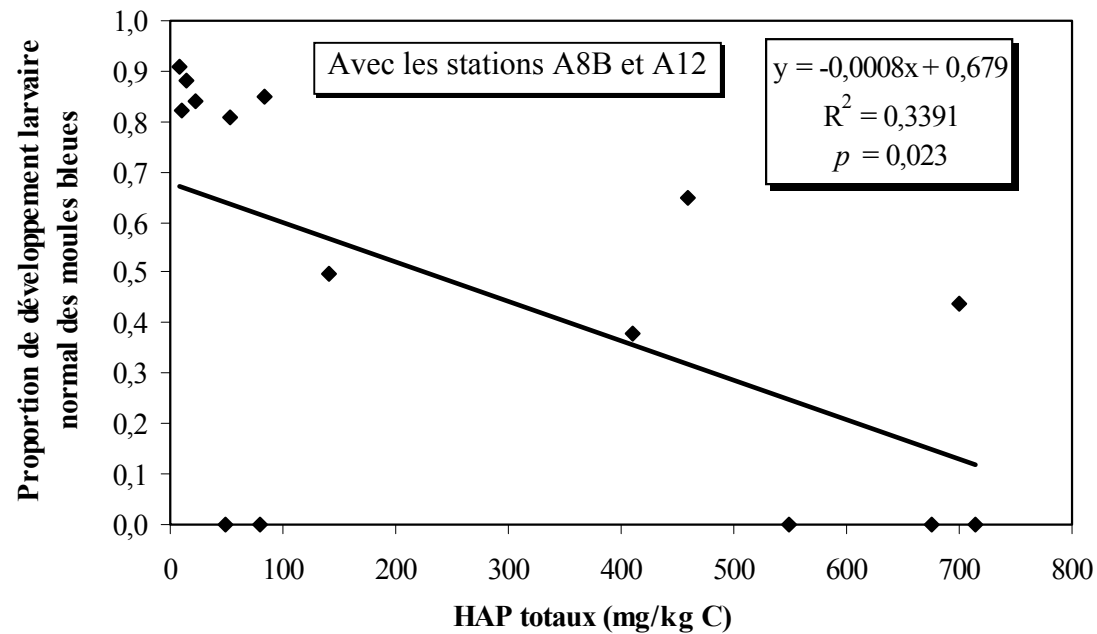
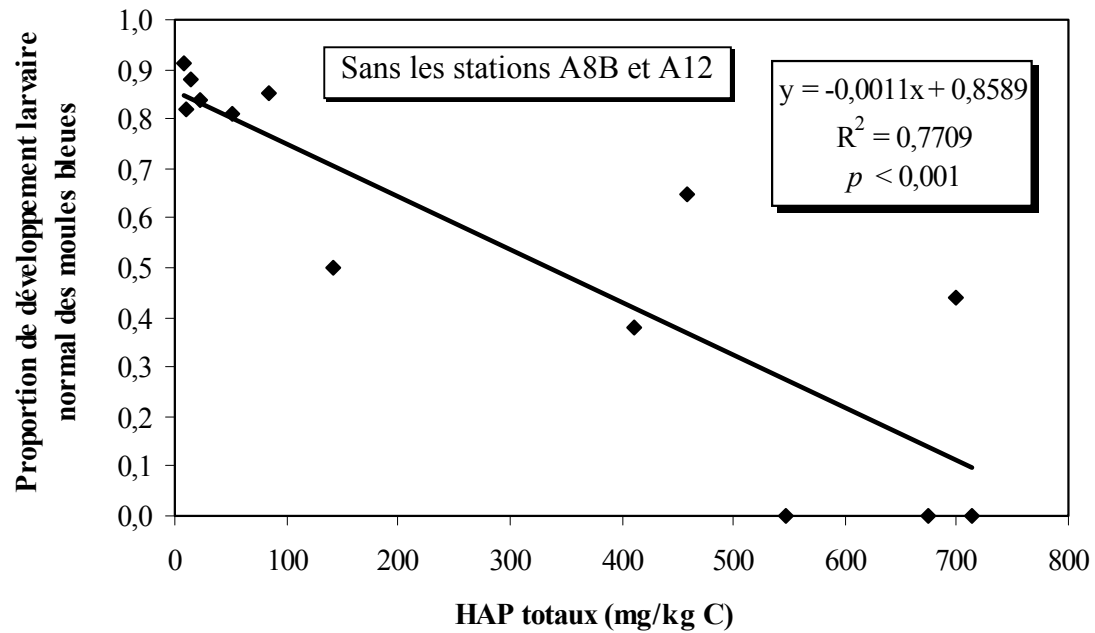


Figure 4.5 :  
 Résultats du test de toxicité chez les larves de moules bleues en fonction de la somme des unités toxiques des hydrocarbures aromatiques polycycliques, quai de Gaspé, automne 2001





**Figure 4.6 :**  
 Résultats du test de toxicité chez les larves de moules bleues en fonction de la concentration des hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux dans les sédiments (avec et sans les stations A8B et A12), quai de Gaspé, automne 2001

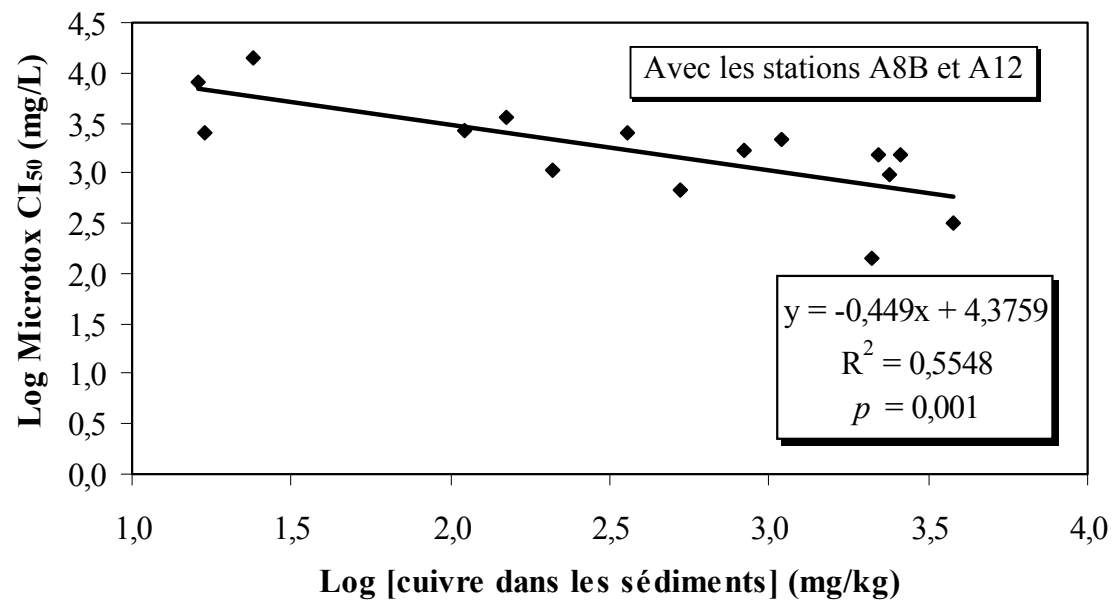
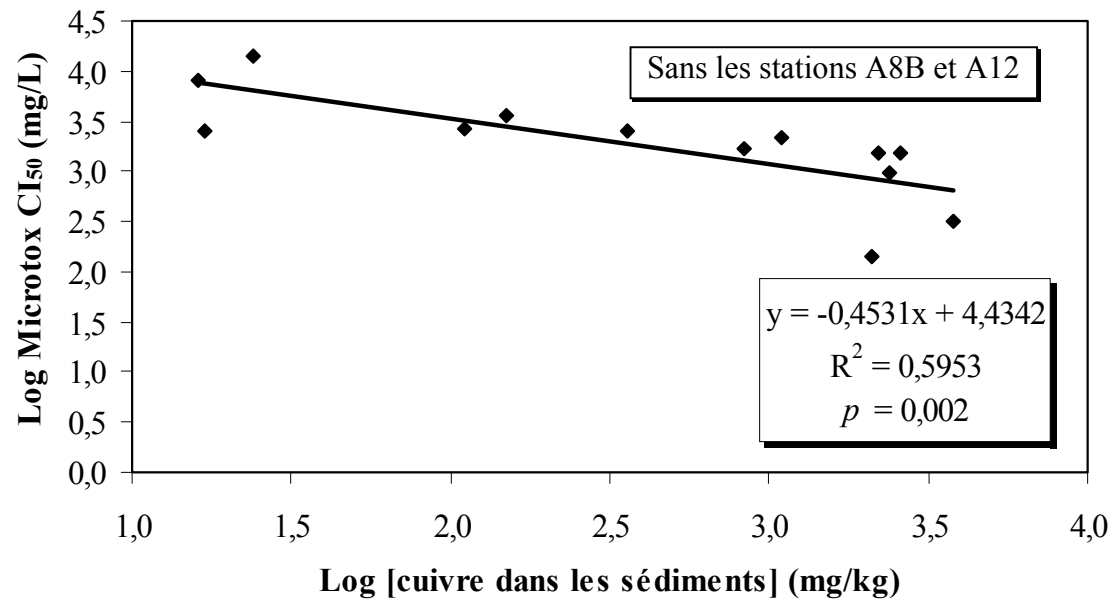


Figure 4.7 :  
 Résultats de CI<sub>50</sub> avec Microtox en fonction de la concentration de cuivre extractible dans les sédiments (avec et sans les stations A8B et A12), quai de Gaspé, automne 2001

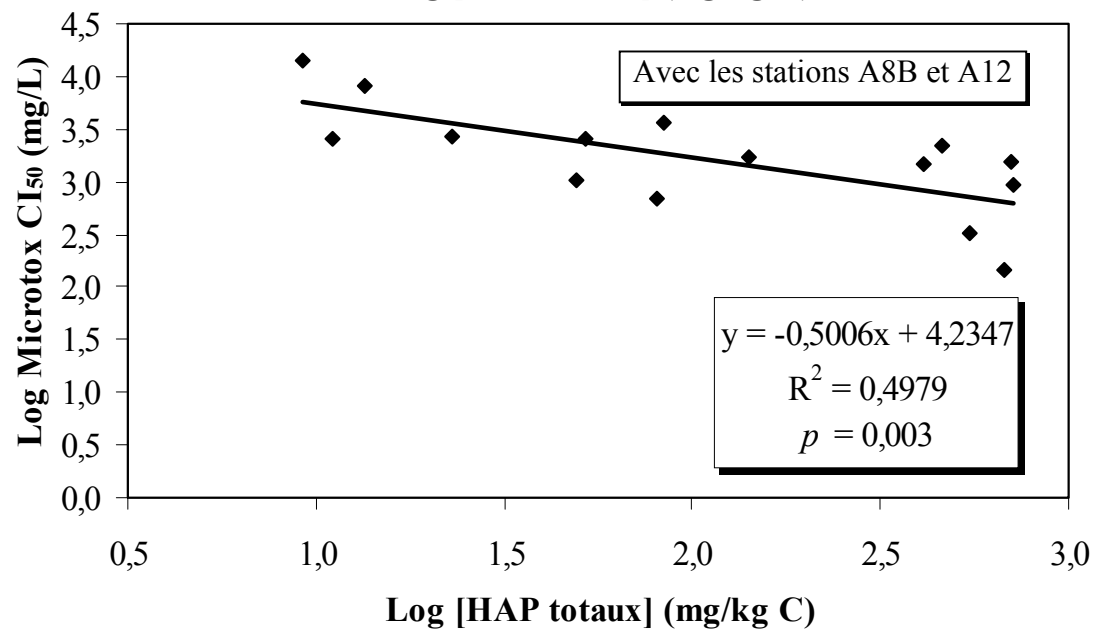
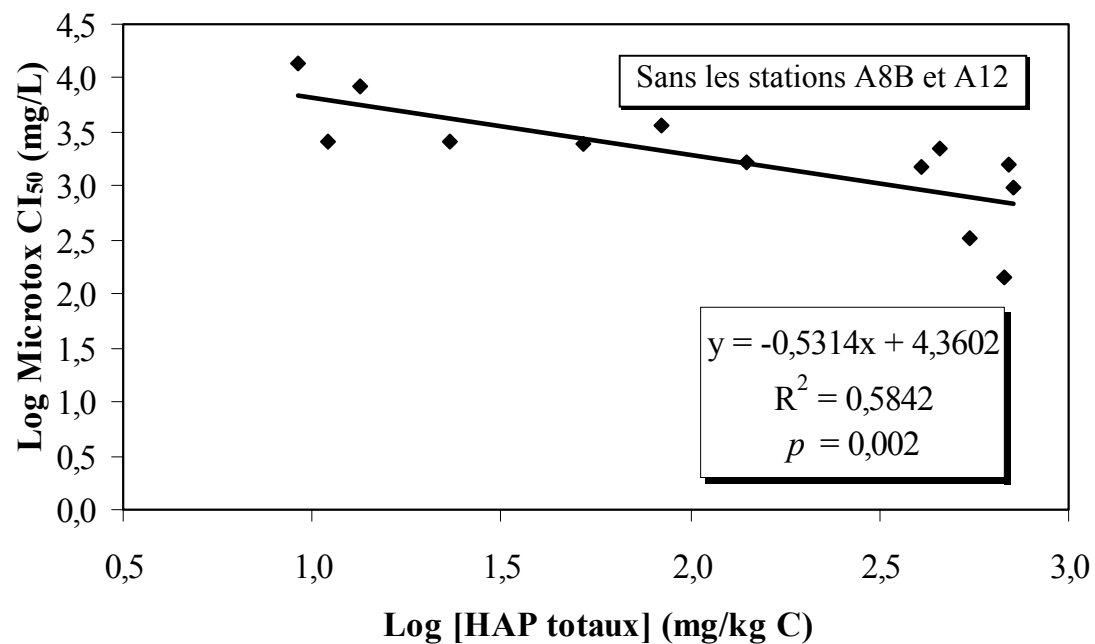
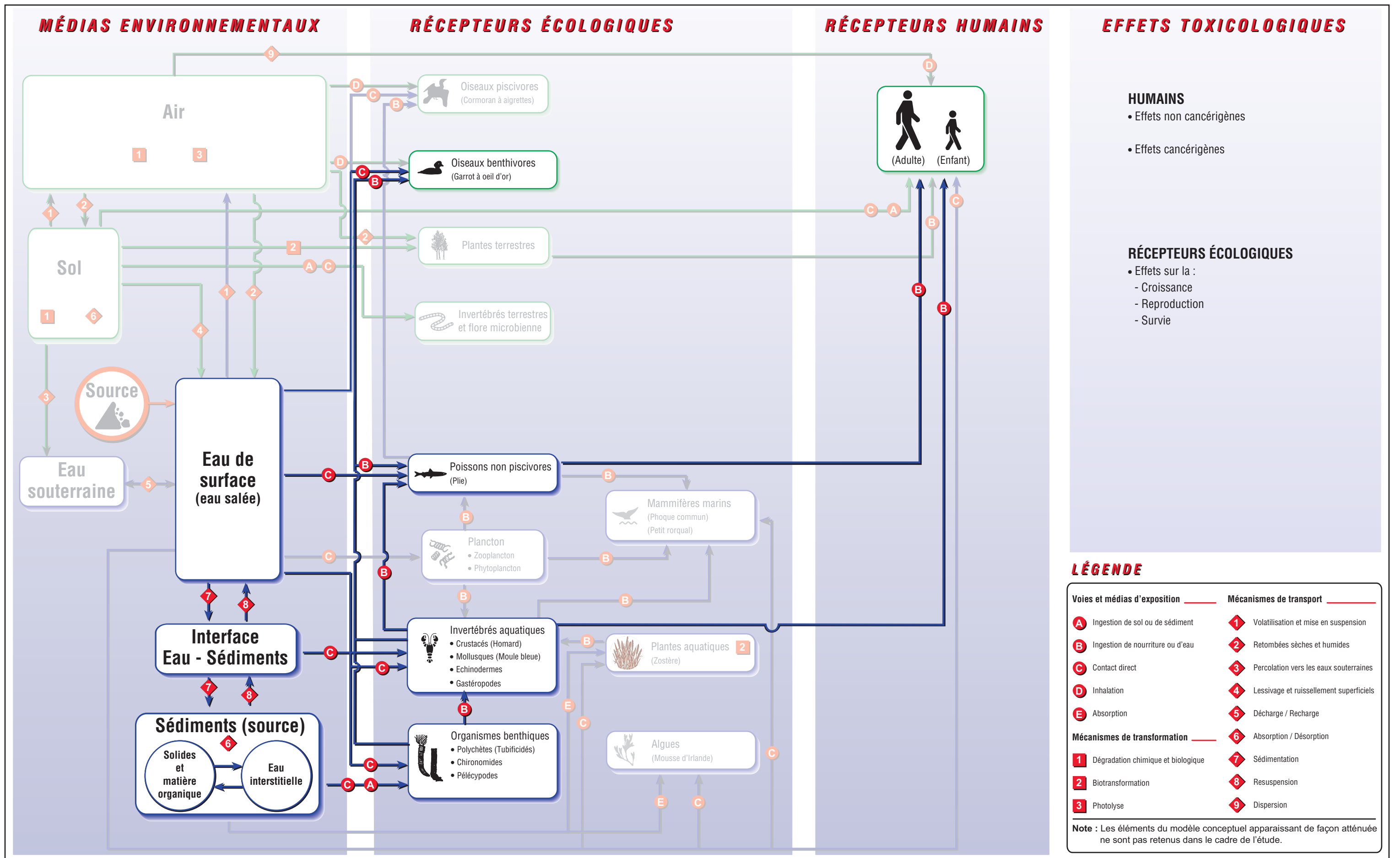
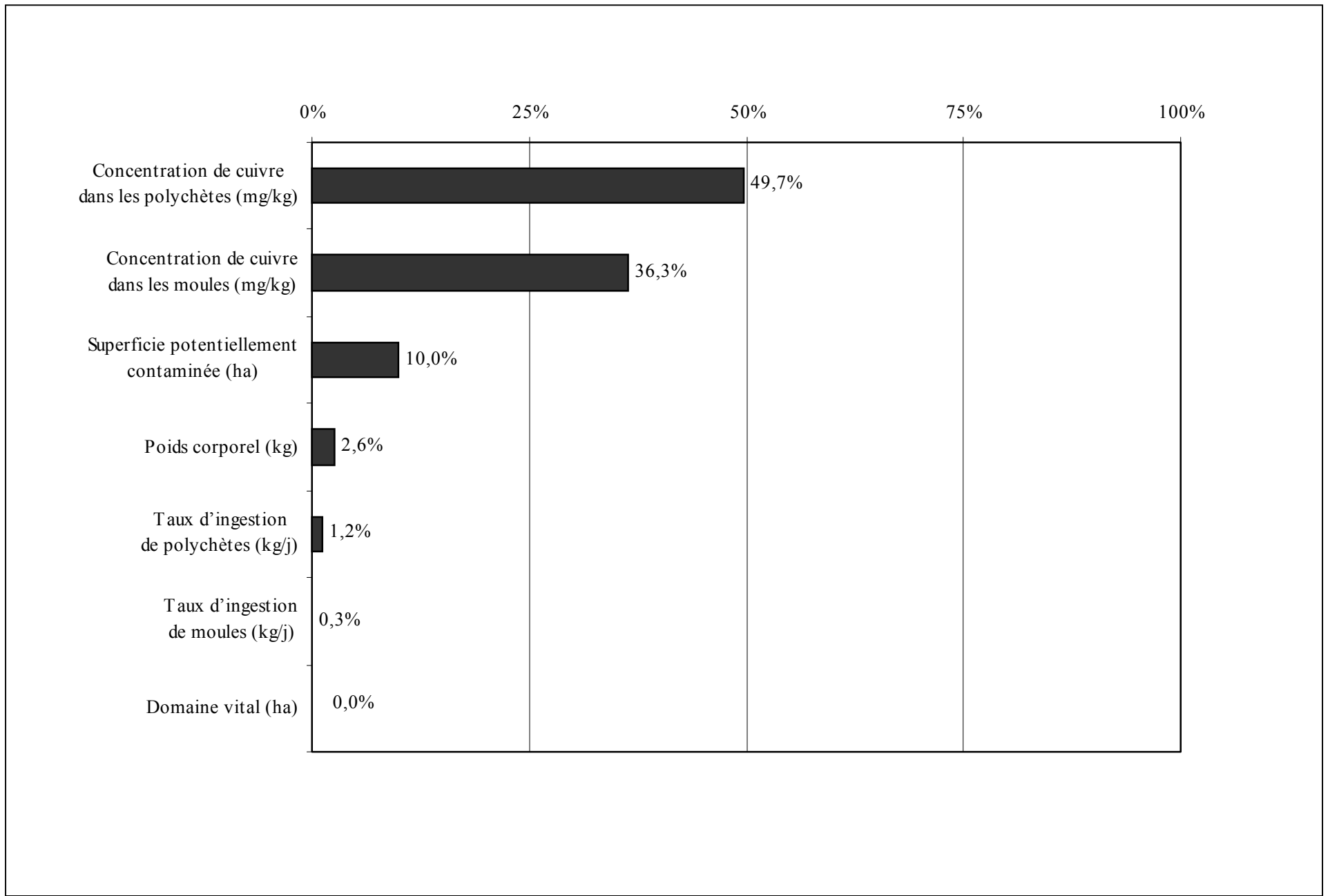


Figure 4.8 :  
Résultats de CI<sub>50</sub> avec Microtox en fonction de la concentration des hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux dans les sédiments (avec et sans les stations A8B et A12), quai de Gaspé, automne 2001



**Figure 5.1 :**  
 Modèle conceptuel élaboré dans le cadre de l'analyse des risques écologiques et toxicologiques, quai de Gaspé, automne 2001



**Figure 5.2 :**  
**Résultats de l'analyse de sensibilité associée au calcul de la dose d'exposition par ingestion de cuivre chez le garrot à œil d'or, quai de Gaspé, automne 2001**

**Tableau 5.1**  
**Description des paramètres d'évaluation et de mesure utilisés pour l'évaluation des risques écologiques,**  
**quai de Gaspé, automne 2001**

Paramètre d'évaluation	Paramètres de mesure	Paramètre substitut
Diminution de la survie ou inhibition de la croissance des garrots à œil d'or	Concentrations de cuivre dans les invertébrés benthiques (moules et polychètes) (section 5.2.1.1)	-
	Données des tests de toxicité sur des oiseaux (VESEO, section 5.3)	-
	Paramètres d'exposition pour le garrot (ex. : domaine vital, taux d'ingestion d'invertébrés benthiques, etc.) (section 5.2.1.3)	-
Diminution de la survie des plies	Concentrations de cuivre dans l'eau de surface	Concentration de cuivre dans l'eau interstitielle de la zone exposée (section 5.2.1.2)
	Critères de protection de la vie aquatique (poisson)	-

VESEO : Valeur estimée sans effet observé.

**Tableau 5.2**

**Paramètres utilisés pour le calcul de la dose d'exposition au cuivre chez le garrot à œil d'or, quai de Gaspé, automne 2001**

Paramètre	Variable	Unité	Moyenne ou valeur retenue	Écart-type	Minimum	Maximum	Coefficient de variation	Type de distribution	Référence
Poids corporel	PC	kg	0,932	0,093	0,726	1,451	10%	Normale	1
Taux d'ingestion de moules (79,5 %)	TImou	kg/j	0,159	0,016	0,143	0,175	10%	Normale	1, 2
Taux d'ingestion de polychètes (20,5 %)	TIpou	kg/j	0,041	0,004	0,037	0,045	10%	Normale	1, 2
Domaine vital	DV	ha	89		82,5	95,5		Triangulaire	3
Superficie potentiellement contaminée	Spc	ha	340		300	500		Triangulaire	4
Concentration dans les moules - Cuivre	Cmou	mg/kg	20,3	10,8	6,7	32,0	53%	Lognormale	Tableau 3.12
Concentration dans les polychètes - Cuivre	Cpol	mg/kg	107	44	48	140	41%	Lognormale	Tableau 3.9

Note : Les valeurs moyennes servent à calculer la valeur déterministe.

Références :

- 1 : Warrington P. D., 2001.
- 2 : Custer and Custer, 1996.
- 3 : U.S. EPA, 1993. Compte tenu que le DV est inférieur au Spc, les valeurs utilisées pour la modélisation correspondent au Spc pour que le ratio entre ces deux valeurs ne dépasse pas l'unité.
- 4 : Superficie estimée par planimétrie à partir de la figure 3.2 pour des concentrations de cuivre > 86 mg/kg.

**Tableau 5.3**

**Doses d'exposition par ingestion de cuivre et indice de risque calculés pour le garrot à œil d'or, quai de Gaspé, automne 2001**

**Doses d'exposition par ingestion**

Récepteur d'intérêt	Moyenne (mg/kg/j)	Écart type (mg/kg/j)	Minimum (mg/kg/j)	Maximum (mg/kg/j)	Valeur déterministe (mg/kg/j)
Garrot à œil d'or	10,0	3,5	3,0	34,4	9,0

**Valeurs d'exposition sans effet observé (VESEO)**

Espèce testée	Paramètre d'évaluation	VESEO	Référence
Poussin	Croissance et mortalité	47 mg/kg/j	Sample <i>et al.</i> 1996

**Indice de risque**

Récepteur d'intérêt	Valeur probabiliste (Monte Carlo)				Valeur déterministe
	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum	
Garrot à œil d'or	0,2	0,1	0,1	0,7	0,2

Note : Indice de risque (IR) = Dose d'exposition pour l'espèce x / VESEO.



**Tableau 5.4**  
**Concentrations d'exposition (eau interstitielle) et indice de risque calculés pour la plie,**  
**quai de Gaspé, automne 2001**

**Concentration d'exposition par ingestion**

Récepteur d'intérêt	Concentration de cuivre dans l'eau interstitielle (zone exposée)				Valeur déterministe (µg/L)
	Moyenne (µg/L)	Écart type (µg/L)	Minimum (µg/L)	Maximum (µg/L)	
Plie	9,2	8,9	1,6	33,0	9,2

**Critère de qualité de protection du milieu aquatique**

Espèce testée	Paramètre d'évaluation	Critère	Référence
Poissons marins	CL <sub>50</sub>	16 µg/L	Hall <i>et al.</i> 1998

**Indice de risque**

Récepteur d'intérêt	Valeur probabiliste (Monte Carlo)				Valeur déterministe
	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum	
Plie	0,6	0,6	0,2	11,8	0,6

Note : Indice de risque (IR) = Concentration d'exposition de l'espèce x / Critère de protection du milieu aquatique.

**Tableau 6.2**  
**Concentrations moyennes de cuivre dans les homards, les moules et les poissons**  
**associés à la zone exposée, quai de Gaspé, automne 2001**

Métal	Concentration moyenne mesurée ou estimée					
	Moule (mg/kg)	Homard		Poissons marins (plie)		
		Hépatopancréas (mg/kg)	Chair (mg/kg)	Eau interstitielle <sup>(a)</sup> (µg/L)	FBC <sup>(b)</sup>	Concentration estimée (mg/kg)
Cuivre	20,3	596,8	8,0	9,2	541,8	5

<sup>(a)</sup> : Concentration moyenne mesurée dans l'eau interstitielle aux stations de la zone exposée.

<sup>(b)</sup> : Facteur de bioconcentration, U.S. EPA, 1999.

**Tableau 6.3**  
**Taux de consommation de poissons et de fruits de mer en fonction des différentes classes d'âge**

	Moule	Homard	Poissons marins d'origine locale (plie)	Poissons et fruits de mer <sup>(e)</sup>
Taux de consommation (kg/j)	0,0017 <sup>(a)</sup>	0,0016 <sup>(b)</sup>	0,0222 <sup>(c)</sup>	
<b>Ajustement du taux de consommation (kg/j) en fonction de l'âge <sup>(f)</sup></b>				
0 à 6 mois <sup>(g)</sup>	-	-	-	-
7 mois à 4 ans	0,0009	0,0008	0,0112	0,056
5 à 11 ans	0,0014	0,0013	0,0180	0,090
12 à 19 ans	0,0016	0,0015	0,0208	0,104
20 ans et plus	0,0017	0,0016	0,0222	0,111

<sup>(a)</sup> : Le taux d'ingestion de moules par un consommateur typique est de 1,7 g/j (Volet Santé – Saint-Laurent Vision 2000 (1998). Le Saint-Laurent et la santé : l'état de la question. Gouvernement du Canada, Gouvernement du Québec, 48 p. ISBN : 0-662-83003-2.

<sup>(b)</sup> : Le taux d'ingestion de homards par un consommateur typique est de 1,6 g/j (Mahoney, E. 1995. A Review of Seafood Ingestion Rates Utilized by Various Agencies for Assessing Human Health Risks Associated with Ingesting Contaminated Seafood. Society for Risk Analysis 1995 annual meeting, [www.riskworld.com/Abstract/1995/SRAam95/ab5aa172.htm](http://www.riskworld.com/Abstract/1995/SRAam95/ab5aa172.htm)).

<sup>(c)</sup> : Le taux d'ingestion pour la plie a été fixé à 20 % de la consommation de poissons et de fruits de mer pour chacune des classes d'âge.

<sup>(e)</sup> : Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (décembre 1999; tableau 13).

<sup>(f)</sup> : L'ajustement du taux de consommation est effectué en attribuant à chaque classe d'âge une fraction de la consommation adulte (20 ans et plus) soit : 7 mois à 4 ans (50,5 %); 5 à 11 ans (81,1 %); 12 à 19 ans (93,7 %) (MSSS, 1999).

<sup>(g)</sup> : Compte tenu de l'âge de ce groupe et de la faible proportion d'enfant consommant du poisson et des fruits de mer, le taux d'ingestion de ces aliments a été considéré comme nul (MSSS, 1999).

**Tableau 6.4**  
**Doses d'exposition associées à l'ingestion d'aliments d'origine locale,**  
**quai de Gaspé, automne 2001**

Métal	Groupe cible	Ingestion d'aliments			
		Moule (mg/kg/j)	Homard		Poissons marins (plie) (mg/kg/j)
			Hépatopancréas (mg/kg/j)	Chair (mg/kg/j)	
Cuivre	0 à 6 mois	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	7 mois à 4 ans	1,05E-03	2,92E-02	3,89E-04	3,36E-03
	5 à 11 ans	8,50E-04	2,35E-02	1,31E-05	2,71E-03
	12 à 19 ans	5,41E-04	1,50E-02	2,00E-04	1,73E-03
	20 ans et plus	4,88E-04	1,35E-02	1,80E-04	1,56E-03

**Tableau 6.5**  
**Concentrations ou doses d'exposition associées au milieu ambiant (bruit de fond) pour le cuivre,**  
**quai de Gaspé, automne 2001**

Métal	Concentration		Dose <sup>(c)</sup>				
	Eau potable <sup>(a)</sup> (mg/L)	Sol <sup>(b)</sup> (mg/kg)	Régime alimentaire				
			0 à 6 mois (mg/kg/j)	7 mois à 4 ans (mg/kg/j)	5 à 11 ans (mg/kg/j)	12 à 19 ans (mg/kg/j)	20 ans et plus (mg/kg/j)
Cuivre	3,00E-03	5,00E+01	6,60E-02	6,60E-02	6,60E-02	2,20E-02	2,20E-02

Références :

- <sup>(a)</sup> Ville de Montréal. 1995. Résultats des analyses sur l'eau de consommation produite aux usines de la Ville de Montréal en 1994.
- <sup>(b)</sup> MENV. 1999. Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- <sup>(c)</sup> CCME. 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des sols: Environnement et santé humaine - cuivre (1999), dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999.

**Tableau 6.6**  
**Doses d'exposition journalière au cuivre attribuables au milieu ambiant (bruit de fond),**  
**quai de Gaspé, automne 2001**

Métal	Groupe cible	Ingestion		
		Eau potable (mg/kg/j)	Sol (mg/kg/j)	Aliment (mg/kg/j)
Cuivre	0 à 6 mois	2,18E-04	1,22E-04	6,60E-02
	7 mois à 4 ans	1,32E-04	4,55E-04	6,60E-02
	5 à 11 ans	8,98E-05	5,32E-05	2,20E-02
	12 à 19 ans	6,19E-05	1,68E-05	2,20E-02
	20 ans et plus	6,72E-05	1,41E-05	2,20E-02

**Tableau 6.7**  
**Calcul de l'indice de dépassement de la dose quotidienne recommandée associé**  
**à une exposition au cuivre, quai de Gaspé, automne 2001**

Scénario	Groupe cible	Ingestion			Indice global de dépassement  d = (b+c)/a	Contribution relative du bruit de fond  e = b/(b+c)*100
		Dose de référence <sup>(1)</sup> (mg/kg/j) a	Dose bruit de fond (mg/kg/j) b	Dose associée au site (mg/kg/j) c		
Consommation d'hépatopancreas de homard	0 à 6 mois	7,50E-02	6,63E-02	0,00E+00	0,88	100,0%
	7 mois à 4 ans	7,50E-02	6,66E-02	3,37E-02	1,34	66,4%
	5 à 11 ans	7,50E-02	6,61E-02	2,71E-02	1,24	70,9%
	12 à 19 ans	3,00E-02	2,21E-02	1,73E-02	1,31	56,1%
	20 ans et plus	3,00E-02	2,21E-02	1,56E-02	1,26	58,6%
Consommation de chair de homard	0 à 6 mois	7,50E-02	6,63E-02	0,00E+00	0,88	100,0%
	7 mois à 4 ans	7,50E-02	6,66E-02	4,81E-03	0,95	93,3%
	5 à 11 ans	7,50E-02	6,61E-02	3,92E-03	0,93	94,4%
	12 à 19 ans	3,00E-02	2,21E-02	2,47E-03	0,82	89,9%
	20 ans et plus	3,00E-02	2,21E-02	2,22E-03	0,81	90,9%

<sup>(1)</sup> : La dose de référence pour l'ingestion de cuivre correspond à une dose quotidienne recommandée (CCME, 1999a).

## Annexe F

### Données relatives à l'abondance des organismes benthiques récoltés aux différentes stations d'échantillonnage

Taxon	Zone exposée (gradient de concentration en cuivre)												Zone exposée (gradient de profondeur)				Zone de référence					
	A1C	A1	A2C	A2	A3	A5	A7	A8	A8B	A9	A10	A12	A102-C	B1	B2-A	B2-B	B3	R8	R9	R14	R109	
Inconnu (morceaux)															16							
FORAMINIFÈRES	48						8		8													
CNIDARIA ?															4							
NEMERTEA		16			8	8	16	8	16	68	16				2	87	6	66	2	16	16	
NEMERTEA (morceaux)		48					24		20	40					8	24	2	32	49	16	128	
NEMATODA	48	16														4						
MOLLUSCA																						
MOLLUSCA (morceaux)														16								
Bivalvia																						
Bivalvia (sans valves)	80	128		64	72	376	24	168		4	624	16	32	112	56	12		64	144	304	272	
Astartidae																						
Astarte undata											1											
Cardiidae																						
Cerastoderma pinnulatum		272		104	8	16		48	20	8							8		144	48	48	
Hiatellidae																						
Hiatella arctica	16	176		8																		
Myacidae																						
Mya arenaria																	2		16	16		
Mytilidae																						
Mytilus edulis	112	720	96	56	8	16						16	48		2							
Tellinidae																						
Macoma balthica			16																			
Veneridae																						
Gemma gemma								8														
Gastropoda																						
Gastropoda (sans coquille)		16		8								16		16	2			16		16		
Lacunidae																						
Lacuna spallidula	32																					
Nassariidae																						
Nassarius trivittatus		16											16									
Retusidae																						
Retusa obtusa?											32			16	14	16	6					
Nudibranchiata		16																				
ANNELIDA																						
Polychaeta																						
Polychaeta spA																2						
Polychaeta (morceaux)	112	2560	608	112	64	48	112	40	208	116	1760	80	1008	400	260	243	478	512	1265	1552	1618	
Ampharetidae																						
Melinna cristata											16											
Asabellides oculata											16			16								
Capitellidae															2							
Capitella capitata			16		8												16	16				
Mediomastus ambiseta	16	1712	656	48	24	8	8				16	16	1136	464	2	4	8			16	16	
Cirratulidae																						
Chaetozone setosa	48		80								32		112	32	8	12	8					



## Annexe F

### Données relatives à l'abondance des organismes benthiques récoltés aux différentes stations d'échantillonnage

Taxon	Zone exposée (gradient de concentration en cuivre)													Zone exposée (gradient de profondeur)				Zone de référence				
	A1C	A1	A2C	A2	A3	A5	A7	A8	A8B	A9	A10	A12	A102-C	B1	B2-A	B2-B	B3	R8	R9	R14	R109	
Cossuridae																						
Cossura longicirrata															38	10	14					
Flabelligeridae																						
Diplocirrus hirsutus																2						
Pherusa plumosa																		16				
Glyceridae																						
Glycera dibranchiata		16	48	8	9	8				4	1		32	21				2	1	19		
Lumbrineridae															2		2					
Lumbrineris fragilis																						
Ninoe nigripes								8	4	4	16				2	4		224	273	400	320	
Scoletoma tenuis															2	2	4	16	16			
Scoletoma tetraura									1									16		16		
Scoletoma sp																2						
Maldanidae																						
Maldane sarsi															2							
Praxillella gracilis																	1					
Nephtyidae																						
Nephtys neotena	288	592	480	384	544	448	1128	792	784	1340	896	1104	1456	16	434	538	384	2608	1072	848	1520	
Nephtys picta														1						1		
Nephtys ciliata																	1					
Nereidae																						
Nereis diversicolor		16					8			12	1											
Orbiniidae																						
Leitoscoloplos acutus					24	88	16	380	124		32				142	114	36				16	
Leitoscoloplos sp.					24																	
Paraonidae																						
Aricidea suecica															2	6	148					
Pectinariidae																						
Pectinaria granulata		16				8									6		4					
Pholoidae																						
Pholoë tecta	48								4	4	128	112						32	16	240	16	
Pholoë c.f. tecta		592																				
Pholoë longa		48	32			24	8		8	20	16			16	18	54	6					
Pholoë minuta																					32	
Pholoë minuta/longa	32				8	16	16	8	44		48		64	96	20		18	96				
Pholoë sp															4	10						
Phyllodocidae													16						1			
Eteone flava							8				16											
Eteone longa		128	32										32		2	2	2					
Eumida sanguinea	16	16																				
Phyllodoce mucosa		96				8		16			80	16	16	16		4	4	32	16	48	16	
Polynoidae																						
Arcteobia anticostiensis				8								16			4		4					
Gattyana c.f.cirrosa		16															2					
Hartmania moorei					8	8	8	12	4	32				16	2	2	4		16			16

## Annexe F

### Données relatives à l'abondance des organismes benthiques récoltés aux différentes stations d'échantillonnage

Taxon	Zone exposée (gradient de concentration en cuivre)												Zone exposée (gradient de profondeur)				Zone de référence				
	A1C	A1	A2C	A2	A3	A5	A7	A8	A8B	A9	A10	A12	A102-C	B1	B2-A	B2-B	B3	R8	R9	R14	R109
Lepidonotus squamatus		96																			
Sabellidae																					
Euchone rubrocincta											16										
Chone-Euchone											16										
Scalibregmidae																	2				
Scalibregma inflatum						8	8		1						7	12	16	1	22		49
Spionidae															2						
Polydora cornuta		16	224	16	8								16								
Prionospio steenstrupi		48	16		8				4		464		16	48	10	6	52	176	576	752	896
Spiophanes bombyx														128							
Terebellidae						8															
Nicolea venustula/zostericola											16										
Terebellides stroemi															7	8					
ARACHNIDA																					
Acarina		16									16										
CRUSTACEA																					
CRUSTACEA (morceaux)															2	2		32			
Amphipoda																					
Gammaridea					8													16			
Ampeliscidae																					
Byblis gaimardi																2					
Corophiidae																					
Corophium bonelli	16					8							16	48							
Dexaminidae																					
Guerneia nordenskioldi																		6			
Haustoriidae																					
Pontoporeia femorata				8																	
Ischyroceridae																					
Ischyrocerus sp.														32							
Lysianassoidae																					
Anonyx sp.																					2
Orchomenella minuta														16							
Oedicerotidae																					
Aceroides latipes															2						
Bathymedon obtusifrons																					16
Monoculodes edwarsi																2	2				
Monoculodes sp.																		32		48	
Photidae																					
Photis pollex				16		16			4												32
Photis c.f pollex					8			8											16		608
Photis sp.				16	24	32					48			16							
Phoxocephalidae																					
Phoxocephalus holbolli														16		2		48			
Talitridae																4					
Caprelloidea																					

## Annexe F

### Données relatives à l'abondance des organismes benthiques récoltés aux différentes stations d'échantillonnage

Taxon	Zone exposée (gradient de concentration en cuivre)												Zone exposée (gradient de profondeur)				Zone de référence					
	A1C	A1	A2C	A2	A3	A5	A7	A8	A8B	A9	A10	A12	A102-C	B1	B2-A	B2-B	B3	R8	R9	R14	R109	
Caprellidae																						
Aeginina longicornis												16										
Copepoda																						
Harpacticoida	16									4												
Cumacea																		2				
Leptostylis ampullacea / villosa								8			32	16			4							16
Leuconidae																						
Eudorelle emarginata									4		80							112	64	80	128	
Leucon nasica																4	2	16				
Diastylidae																						
Diastylis sp															2							
Isopoda																						
Idoteidae																						
Edotia triloba																		16		128		
Janiridae																						
Jaera albifrons			16																			
Mysidacea					8																	
Ostracoda						8					544				14	2	10	96	464	80	368	
ECHINODERMATA																						
Holothuroidea																						
Asteroidea																						
Asterias vulgaris															1							
Echinoidea																						
Strongylocentrotidae																						
Strongylocentrotus droebachiensis									4										16			
Ophiuroidea																						
Ophiurae																						
Ophirolepididae																						
Ophiura c.f. robusta															2	2	2					
HEMICHORDATA																						
HEMICHORDATA (morceaux)			16												4	146	32	62				
Enteropneusta										24					10	10	34	16	16			
PISCES																						
Lumpenus lumpretaeformis																					1	

**Tableau H.1**  
**Concentrations de métaux et des hydrocarbures aromatiques polycycliques mesurés dans l'hépatopancreas des homards**  
**prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé) et dans la zone de référence (Haldimand) à l'automne 2001**

Substance	Spécimen		HH3	HH4	HH5	HH6	SB1	SB2	SB3	SB4	SB6
	Localisation		Haldimand	Haldimand	Haldimand	Haldimand	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach
	Zone		Référence	Référence	Référence	Référence	Exposée	Exposée	Exposée	Exposée	Exposée
	Date		20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	22-sept-01	22-sept-01	22-sept-01
	L.D. <sup>(a)</sup> Poids (g)		600	400	900	1 500	1 700	4 000	800	1 500	400
<b>Métaux</b>											
Cadmium	0,02	(mg/kg)	6,10	4,00	6,20	9,50	12,00	22,00	7,20	8,40	5,10
Cuivre	0,2	(mg/kg)	13,0	33,0	43,0	6,8	760,0	64,0	1000,0	480,0	680,0
Nickel	0,2	(mg/kg)	0,43	0,25	0,33	0,22	0,27	< 0,2	0,24	0,21	< 0,2
Plomb	0,1	(mg/kg)	0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,14	0,10	< 0,1
Zinc	1,0	(mg/kg)	23	38	43	37	87	80	22	120	24
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques</b>											
Acénaphène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,14	0,03
Acénaphthylène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Anthracène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,06	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,08	0,03
Benzo(a)pyrène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,24	< 0,02	0,10	< 0,2	0,51	1,10	0,13
Benzo(g,h,i)pérylène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,04	< 0,02	< 0,02	< 0,2	0,04	0,17	< 0,02
Benzo(a)anthracène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,30	< 0,02	0,06	< 0,2	0,32	1,20	0,16
Benzo(b)fluoranthène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,26	< 0,02	0,13	< 0,2	0,80	1,50	0,23
Benzo(k)fluoranthène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,14	< 0,02	0,07	< 0,2	0,42	0,78	0,11
Chrysène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,31	< 0,02	0,12	< 0,2	0,52	1,50	0,24
Dibenzo(ah)anthracène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2	0,03	0,06	< 0,02
Fluoranthène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,46	1,80	0,62
Fluorène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,08	0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	0,09	< 0,02	0,04	< 0,2	< 0,02	0,41	0,06
Naphtalène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03	0,04
Phénanthrène	0,01	(mg/kg)	0,04	< 0,02	0,08	0,03	0,09	0,04	0,06	0,31	0,12
Pyrène	0,01	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,24	0,99	0,27

<sup>(a)</sup> : Limite de détection.

**Tableau H.2**  
**Concentrations de métaux mesurés dans la chair des homards prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé)**  
**et dans la zone de référence (Haldimand) à l'automne 2001**

Substance	Spécimen		HH3	HH4	HH5	HH6	SB1	SB2	SB3	SB4	SB6
	Localisation		Haldimand	Haldimand	Haldimand	Haldimand	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach
	Zone		Référence	Référence	Référence	Référence	Exposée	Exposée	Exposée	Exposée	Exposée
	Date		20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	20-sept-01	22-sept-01	22-sept-01	22-sept-01
	L.D. <sup>(a)</sup> Poids (g)		600	400	900	1 500	1 700	4 000	800	1 500	400
<b>Métaux</b>											
Cadmium	0,02	(mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,04	< 0,02	< 0,02
Cuivre	0,2	(mg/kg)	5,8	4,7	4,3	9,6	5,9	5,0	2,9	9,0	17,0
Nickel	0,2	(mg/kg)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Plomb	0,1	(mg/kg)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zinc	1,0	(mg/kg)	20	26	26	24	35	34	23	29	24

<sup>(a)</sup> : Limite de détection.

**Tableau H.3**  
**Concentrations de métaux et des hydrocarbures aromatiques polycycliques mesurés dans la chair des moules prélevés dans la zone exposée (quai de Gaspé)**  
**et dans la zone de référence à l'automne 2001**

Substance	Spécimen	R	R	R	R	R	R	M2	M2	M2	M3	M3	M3	M3	M3	M2	M2	M2	M1	M1	M1	M1	M1	M1	
		1	2	3	1	2	3	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé	
	Localisation	Référence	Référence	Référence	Référence	Référence	Référence	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Dartmouth	Dartmouth	Dartmouth	Dartmouth	Dartmouth	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach	Sandy Beach		
	Stock	Carleton	Carleton	Carleton	Gaspé	Gaspé	Gaspé	Carleton	Carleton	Carleton	Carleton	Carleton	Carleton	Carleton	Gaspé	Gaspé	Gaspé	Gaspé	Carleton	Carleton	Carleton	Gaspé	Gaspé	Gaspé	
Date	17-oct-01	17-oct-01	17-oct-01	17-oct-01	17-oct-01	17-oct-01	17-oct-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01	1-nov-01		
L.D. <sup>(a)</sup>	N	46	50	58	69	91	70	43	50	25	50	79	49	4	6	25	46	22	50	86	71	32	50	89	50
<b>Métaux</b>																									
Cadmium	0,02 (mg/kg)	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
Cuivre	0,2 (mg/kg)	1,7	1,9	1,9	1,6	2,3	2,6	26,0	3,9	3,8	3,7	2,4	1,5	2,9	1,9	3,2	22,0	6,9	5,8	32,0	23,0	27,0	7,0	26,0	6,7
Nickel	0,2 (mg/kg)	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Plomb	0,1 (mg/kg)	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,6	0,5	0,5	0,1	0,3	0,1
Zinc	1,0 (mg/kg)	19	21	21	22	24	24	23,0	22,0	19,0	28,0	23,0	17,0	26,0	17,0	29,0	32,0	28,0	23,0	26,0	24,0	24,0	17,0	27,0	30,0
<b>HAP</b>																									
Acénaphthène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Acénaphthylène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Anthracène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)pyrène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(g,h,i)peryène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(a)anthracène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(b)fluoranthène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(k)fluoranthène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Chrysène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo(ah)anthracène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluoranthène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluorène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Naphtalène	0,01 (mg/kg)	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Phénanthrène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Pyrène	0,01 (mg/kg)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

<sup>(a)</sup> : Limite de détection.

<sup>(b)</sup> : Non analysé.