



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement



ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE:
LES AGENTS DE PRÉSERVATION DU BOIS
(LE PENTACHLOROPHÉNOL, LA CRÉOSOTE,
LES ARSÉNIATES DE CUIVRE)

391682

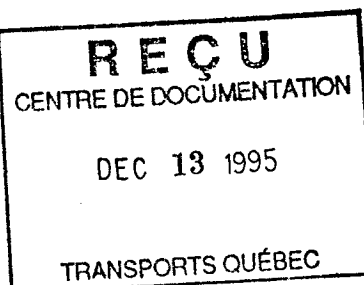


Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE:
LES AGENTS DE PRÉSERVATION DU BOIS
(LE PENTACHLOROPHÉNOL, LA CRÉOSOTE,
LES ARSÉNIATES DE CUIVRE)

OCTOBRE 1991

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1



QTR
CANQ
TR
GE
CA
281

Cette étude a été exécutée par le personnel du Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec, sous la responsabilité de monsieur Claude Girard, économiste-urbaniste.

ÉQUIPE DE TRAVAIL _____

Hélène Hamann

ingénieure chimiste jr.

Sous la supervision de:
Robert Montplaisir

biologiste, chef (par intérim)
Division du contrôle de la
pollution et recherche

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE TRAVAIL	i
LISTE DES TABLEAUX	iv
AVANT-PROPOS	vi
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 UTILISATION DE BOIS TRAITÉ AU M.T.Q.	3
3.0 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES AGENTS DE PRÉSER- VATION DU BOIS	6
3.1 EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	6
a) Le pentachlorophénol	6
b) La créosote	9
c) Les composés d'arséniate de cuivre	12
3.2 EFFETS SUR LA SANTÉ	15
a) Le pentachlorophénol	15
b) La créosote	17
c) Les composés d'arséniate de cuivre	19
3.3 LIMITES RÉGLEMENTAIRES POUR LES EAUX NATURELLES	23
a) Le pentachlorophénol	23
b) La créosote	25
c) Les composés d'arséniate de cuivre	25
4.0 EFFETS DU BOIS TRAITÉ SUR L'ENVIRONNEMENT	28

TABLE DES MATIÈRES (suite)

5.0	MANIPULATION SÉCURITAIRE DU BOIS TRAITÉ	30
6.0	ENTREPOSAGE SÉCURITAIRE DU BOIS TRAITÉ	31
7.0	TECHNIQUES SÉCURITAIRES POUR LE TRAITEMENT DU BOIS EN CHANTIER	32
	a) Pièces de bois non-intégrées à la structure	32
	b) Pièces de bois intégrées à la structure	32
	c) Ouvertures et trous dans la structure	33
8.0	DISPOSITION RÉGLEMENTAIRE DES RÉSIDUS DE BOIS TRAITÉ	34
9.0	CONCLUSION	35
	BIBLIOGRAPHIE	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Quantité annuelle totale de bois traité sous pression utilisée par le ministère des Transports du Québec.	4
Tableau 2:	Toxicité du PCP pour le milieu aquatique	8
Tableau 3:	Principaux composants de la créosote de fabrication canadienne	10
Tableau 4:	Toxicité de la créosote et de certains de ses composants pour le milieu aquatique	12
Tableau 5:	Concentrations de fond types des composants de l'ACA (ammoniaque, cuivre, arsenic) et du CCA (chrome, cuivre, arsenic)	13
Tableau 6:	Toxicité de l'ACA, du CCA et de leurs composants pour le milieu aquatique	14
Tableau 7:	Spectre des effets possibles sur la santé de l'exposition au pentachlorophénol	16
Tableau 8:	Spectre des effets possibles sur la santé de l'exposition à la créosote	18
Tableau 9:	Estimation de l'absorption quotidienne normale du cuivre, chrome, arsenic et ammoniaque	20
Tableau 10:	Spectre des effets possibles sur la santé de l'exposition aux solutions d'ACA	21

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Tableau 11:	Spectre des effets possibles sur la santé de l'exposition aux solutions de CCA	22
Tableau 12:	Limites réglementaires de la concentration en PCP dans les eaux naturelles	24
Tableau 13:	Limites réglementaires de la concentration en créosote ou de ses composants dans les eaux naturelles	26
Tableau 14:	Limites réglementaires de la concentration des composants de l'ACA et du CCA dans les eaux naturelles	27

AVANT-PROPOS

La parution du document intitulé "Évaluation environnementale: bois traité au pentachlorophénol pour les structures acier-bois", produit par le Service de l'environnement, a suscité beaucoup d'intérêt au sein des Directions régionales. L'intérêt porté à ce premier document ainsi que la requête spécifique de monsieur Pierre Leblond, ingénieur à la Division de normes nous ont incité à produire un second rapport, plus complet, portant sur les autres principales substances ou préparations chimiques utilisées pour préserver le bois. Ces substances préservatives sont le pentachlorophénol, la créosote, l'arséniate de cuivre ammoniacal et l'arséniate de cuivre chromaté.

Le ministère des Transports du Québec utilise des quantités appréciables de bois traité pour réaliser et entretenir ces diverses structures routières. Il est donc opportun de décrire et d'analyser les effets que peuvent produire sur l'environnement et sur la santé des ouvriers l'utilisation ainsi que la manipulation de bois traité et de solutions préservatives. Suite à cette étude, il nous est apparu que les arséniates de cuivre sont, parmi les quatre agents de préservation étudiés, ceux qui confèrent au bois traité le moins de risques pour l'environnement et pour la santé.

Nous avons également jugé important d'insérer dans ce rapport, des mesures ou des précautions à prendre afin de sécuriser la manipulation du bois traité, l'entreposage et le traitement du bois en chantier. La disposition réglementaire des résidus est également traitée dans ce rapport.

1.0 INTRODUCTION

Sans traitement, le bois en contact direct avec le sol et soumis à un milieu humide ne résistera pas plus de trois ans aux premiers signes de pourrissement et de moisissures. Le bois étant une matière vivante, il possède de nombreux ennemis naturels: insectes, bactéries, moisissures et micro-organismes, en plus des ennemis industriels tels les pluies et neiges acides.

Au Canada, les principales substances ou préparations chimiques utilisées pour le traitement du bois sont les suivantes:

- . PCP (pentachlorophénol)
- . Créosote
- . ACA (arséniate de cuivre ammoniacal)
- . CCA (arséniate de cuivre chromaté)

La mise au point de nouveaux produits pour la préservation du bois fait cependant l'objet de recherches. L'utilisation de nouvelles substances chimiques dépendra de leur évaluation par l'industrie, de leur sécurité et de leur approbation en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires dont l'application relève d'Agriculture Canada (1).

Le choix des produits de préservation dépend de l'espèce à traiter, de l'emploi auquel il est destiné et des propriétés de la substance ou de la préparation chimique. Les produits de préservation du bois doivent posséder les caractéristiques suivantes:

- . être toxiques pour les organismes qui attaquent le bois;
- . être capables de pénétrer le bois;
- . être chimiquement stables;
- . pouvoir être manutentionnés de façon sécuritaire;
- . être d'utilisation économique;
- . ne pas affaiblir la résistance du bois;
- . ne causer aucune variation importante des dimensions du bois.

Voici certains autres facteurs qui déterminent le choix des substances ou des produits de préservation du bois: résistance au feu; couleur et odeur; applicabilité au pinceau; pouvoir corrodant; conductivité électrique; et possibilité de lessivage hors du bois (1).

La préservation du bois se fait par imprégnation, sous pression ou par procédé thermique. Le procédé de préservation permet le dépôt ou la fixation de ces substances dans le bois; étant donné leur toxicité, ces substances protègent efficacement le bois contre l'attaque des organismes destructeurs du bois. Ces substances ont aussi divers degrés de toxicité chez l'homme et les organismes aquatiques; leur utilisation doit donc être contrôlée avec soin.

2.0 UTILISATION DU BOIS TRAITÉ AU M.T.Q.

Le ministère des Transports du Québec utilise des quantités appréciables de bois traité pour ces différentes opérations de construction et d'entretien. Les quantités annuelles régionales de bois traité (CCA et ACA) achetées par le Ministère pour les années 1988 à 1990 sont indiquées au tableau 1. Ce bois fut utilisé que pour des fins d'entretien des ponts, des structures et des glissières de sécurité. Ces statistiques n'incluent pas les acquisitions de bois traité effectuées par contrats de construction.

Le Cahier des charges et devis généraux du M.T.Q. contient certaines clauses spécifiques au traitement du bois. D'abord, l'article 24.07 décrit les agents de préservation du bois comme étant "des huiles ou des solutions de sels chimiques destinées à être injectées dans le bois par diverses méthodes afin de le préserver contre la pourriture ou la détérioration prématurée; ils doivent répondre aux exigences de la norme ACNOR-080M «Wood Preservation»".

La section 21 du C.C.D.G. spécifie entre autres, les essences utilisées pour le bois d'oeuvre qui peuvent être traitées sous pression et selon la norme ACNOR-080M «Wood Preservation». Ces essences sont les suivantes:

- . érable à sucre;
- . hêtre à grandes feuilles;
- . mélèze;
- . bouleau jaune (merisier);
- . pin rouge;
- . pin gris (cyprés);
- . pruche du Canada;
- . pruche occidentale;
- . douglas taxifolié.

Il est également décrit plus spécifiquement selon le type d'ouvrage, les essences à utiliser et si le traitement du bois est nécessaire.

Glissières de sécurité (C.C.D.G. 21.02)

Les poteaux et les blocs d'espacement doivent être traités selon la norme. Les essences à utiliser sont le pin gris, le pin rouge, la pruche du Canada et le mélèze.

TABLEAU 1: QUANTITÉ ANNUELLE TOTALE DE BOIS TRAITÉ SOUS PRESSION UTILISÉE PAR LE MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

RÉGION	1988		1988		1989		1989		1990		1990	
	CCA		ACA		CCA		ACA		CCA		ACA	
	PMP	M3	PMP	M3	PMP	M3	PMP	M3	PMP	M3	PMP	M3
01	215 591	519,50	57 760	141,50	271 250	650,15	0	0,00	236 280	569,35	56 985	127,65
02	73 600	177,35	28 160	66,15	30 614	73,80	17 766	42,70	29 840	73,65	38 600	93,00
3-1	88 552	207,90	162 844	392,40	18 977	48,80	61 086	147,20	61 850	149,00	41 347	101,75
3-2	165 035	397,70	97 841	227,50	198 687	478,75	167 701	361,45	252 149	596,25	0	0,00
04	75 233	181,30	58 864	141,60	104 354	251,45	76 516	174,80	173 206	418,20	0	0,00
05	78 967	189,40	83 401	201,00	35 527	84,15	45 115	108,70	103 412	249,20	42 474	104,65
6-1	27 846	67,10	17 195	41,70	8 266	19,90	4 362	10,55	0	0,00	26 210	64,30
6-2	0	0,00	35 250	87,50	46 800	117,00	0	0,00	43 212	104,10	34 183	86,70
6-3	0	0,00	61 400	153,50	0	0,00	25 600	64,00	25 633	61,75	19 167	50,25
6-4	68 933	166,10	41 192	97,65	56 640	128,35	82 775	199,45	71 240	171,75	37 620	73,20
6-5	22 333	53,85	30 887	74,40	66 107	159,30	21 813	55,40	51 884	125,00	25 696	55,45
07	66 678	157,70	0	0,00	20 154	54,20	47 964	115,60	34 166	80,50	80 683	194,40
08	159 198	383,60	28 849	67,30	76 436	179,90	95 538	230,40	113 511	272,45	0	0,00
09	43 780	105,50	0	0,00	47 620	118,50	0	0,00	82 110	198,30	0	0,00
TOTAL:	1 085 746	2 607,00	703 643	1 692,20	981 432	2 364,25	646 236	1 510,25	1 278 493	3 069,40	402 965	951,35

C.C.A.: BOIS TRAITÉ PAR BARIBAUT & FILS LTÉE ET GOODFELLOW LTÉE EN PIN ROUGE

A.C.A.: BOIS TRAITÉ PAR DOMTAR LTÉE EN PIN ROUGE OU EN PRUCHE DE L'EST

PMP: PIED MESURE PLANCHE

M3: MÈTRE CUBE

Pieux de fondation (C.C.D.G. 21.04)

Lorsque requis au plan et devis, le traitement doit répondre à la norme et les essences utilisées sont le pin rouge et le pin gris. Lorsque les pieux de fondation traités sont arasés à leur longueur définitive, leur tête doit être traitée selon la norme.

Boisage de fossés, palplanches et murs de soutènement (C.C.D.G. 21.05)

Lorsque le traitement est requis, les essences utilisées sont le pin gris, le pin rouge, la pruche du Canada et le mélèze.

Ponceaux (C.C.D.G. 21.07)

Les ancrages et le radier sont des pièces pour lesquelles le bois n'est jamais traité. Pour les autres pièces de l'ouvrage pouvant être traitées, les essences à utiliser sont la pruche du Canada, le pin gris et le pin rouge.

Poteaux pour alimentation électrique (C.C.D.G. 21.08)

Ils doivent être traités et les essences à utiliser sont le pin rouge ou le pin gris.

Il est également mentionné à l'article 35.03.1 du C.C.D.G.:

"En plus de rencontrer les exigences de la section 21 et de l'article 24.07 les agents de préservation doivent être utilisés conformément aux instructions du manufacturier".

3.0 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES AGENTS DE PRÉSERVATION

3.1 EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Tous les agents de préservation du bois, que ce soit le pentachlorophénol (PCP), la créosote ou un composé d'arséniate de cuivre (tel que l'arséniate de cuivre ammoniacal (ACA) et l'arséniate de cuivre chromaté (CCA)) peuvent produire des effets toxiques sur l'environnement. Ces effets toxiques peuvent aussi bien être à court terme (toxicité aiguë) qu'à long terme (toxicité chronique) et en général, ils dépendent d'un ensemble complexe de paramètres tels que la concentration, le pH, l'adsorption sur des matières en suspension, la température, la vitesse de biodégradation et la vitesse de photodécomposition (1).

a) Le pentachlorophénol (PCP)

Le PCP n'est pas un composé naturel et sa teneur de fond devrait être nulle. Cependant, le PCP à faible concentration est très répandu dans l'environnement. Il a été décelé dans les tas de neige, l'eau, les eaux de drainage des décharges, les effluents d'eau d'égout, les sédiments et dans les organismes aquatiques et terrestres (2,3,4,5). La présence de traces de PCP a même été décelée dans des endroits très isolés (1).

Le tableau 2 résume certaines valeurs observées de toxicité chronique et de toxicité aiguë du PCP pour les salmonidés tels que la truite et le saumon. Les composés de chlorophénol interfèrent avec le métabolisme basal du poisson, menant à une carence énergétique. Des effets aigus (par exemple, la mort) ont été mis en évidence chez les salmonidés exposés pendant quatre jours à des concentrations en PCP variant de 32 à 130 $\mu\text{g/l}$ (parties par milliard) (6). Des poissons exposés à des concentrations en PCP de l'ordre de plusieurs parties par million peuvent mourir en quelques minutes.

Une exposition prolongée des poissons à de faibles concentrations en PCP (inférieures aux concentrations aiguës rapportées) peut entraîner des effets chroniques qui ne sont pas détectables immédiatement. Ces effets chroniques chez les poissons peuvent comprendre un retard de croissance et des problèmes de reproduction dus aux effets des chlorophénols sur le métabolisme cellulaire basal. Par exemple, on a observé une diminution de la croissance et une réduction du rendement de la conversion des aliments chez des poissons qui avaient été exposés pendant de longues périodes à des concentrations en PCP aussi faibles que $1,7 \mu\text{g/l}$ (tableau 2) (1). De faibles concentrations en PCP inhibent aussi le développement des oeufs et des larves. Par exemple, les oeufs de truite arc-en-ciel sont particulièrement sensibles au PCP ($10 \mu\text{g/l}$) à basses températures (7) et le développement des larves des mollusques marins est inhibé par des concentrations en PCP de $7 \mu\text{g/l}$ (8).

TABLEAU 2: TOXICITÉ DU PCP POUR LE MILIEU AQUATIQUE (1)

CONCENTRATION DE PENTACHLOROPHÉNOL, MICROGRAMMES PAR LITRE (PARTIES PAR MILLIARD)	EFFET*
1,7	Réduction du taux de croissance Réduction du rendement de la conversion des aliments (Saumon kokani) (5).
19	Mortalité juvénile et modification de la croissance observée (9).
34	99% de mortalité chez les alevins (Les alevins sont des poissons fraîchement éclos avec des sacs vitellins) (Truite arc-en-ciel) (9).
32 à 130	50% des poissons contrôlés meurent en moins de 96 heures (Équivalent à la concentration létale médiane, c.-à-d. la CL ₅₀ de 96 heures)** (Truite arc-en-ciel, saumon argenté, saumon kokani, saumon royal) (6).

* La toxicité du pentachlorophénol en milieu aquatique dépend fortement de la température et du pH. Ce tableau est donné à titre indicatif seulement.

** Par définition, la CL₅₀ est la concentration qui entraîne la mort de la moitié de la population des poissons en 96 heures.

La plupart des essais de toxicité ont été effectués avec du PCP de qualité technique, et les résultats sont donnés conformément à la recommandation de l'U.S. Environmental Protection Agency selon laquelle "les critères doivent traiter le PCP, y compris les impuretés et leur toxicité, comme une seule entité" (8). Des données plus récentes montrent que les impuretés accroissent la toxicité du PCP de qualité technique. Cleveland et al. (10) font état d'une concentration létale médiane (CL₅₀ de 96 heures) de 470 µg/l pour les têtes-de-boule exposées à du PCP purifié, contre une CL₅₀ de 96 h de 250 µg/l pour les têtes-de-boule exposées au PCP technique. Des concentrations de PCP purifié égales ou supérieures à 85 µg/l ont réduit la croissance des têtes-de-boule mais n'ont pas eu d'effets négatifs sur la survie. Des essais similaires menés avec du PCP de qualité technique ont mis en évidence une réduction de la croissance à des concentrations de 13 µg/l ou plus ainsi qu'une diminution du taux de survie à des concentrations de 27 µg/l ou plus (10). Les oedèmes du sac vitellin et les déformations crâniennes,

communément observés dans les effets chroniques du PCP de qualité technique, se sont révélés rares dans les essais avec le PCP purifié (9). Si la qualité du PCP utilisé par l'industrie est améliorée jusqu'à atteindre la qualité utilisée dans les essais susmentionnés, "les données de toxicité du PCP devront probablement être réévaluées et de nouvelles données devront être obtenues afin de modifier les critères de façon à tenir compte du changement de toxicité résultant d'une plus grande pureté" (8).

Bien que les chlorophénols soient en général considérablement dilués lorsqu'ils pénètrent dans l'environnement aquatique, leur stabilité chimique limitée et leur persistance peuvent entraîner une bioaccumulation (accumulation dans les tissus) modérée dans les organismes aquatiques. Les rapports documentés entre les concentrations en PCP des tissus des poissons et les teneurs de l'eau (facteur de bioconcentration) varie de 10 à 1640 (4). Ce niveau de bioaccumulation est bien inférieur (par exemple, 1000 fois moindre) à celui observé pour les composés organiques tels que les PCB et DDT (11). Le facteur de bioconcentration relativement faible pour le PCP est dû à la capacité des poissons d'excréter rapidement le PCP et ses métabolites (12).

b) La créosote

La créosote est un produit obtenu de la distillation du goudron de houille. La nature du goudron d'origine, les particularités du procédé de distillation et la proportion de distillat composant la fraction créosote sont autant de facteurs qui déterminent ses caractéristiques chimiques et physiques. Par conséquent, la composition relative de la créosote peut varier d'un lot de fabrication à l'autre (13).

* Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont les principaux composants de la créosote. Ses autres composants sont notamment des acides de goudron (phénols, crésols et acides crésyliques par exemple) et de bases de goudron (pyridines, quinoléines et acridines par exemple) (14). Le tableau 3 donne la liste des principaux composants, avec leur dosage respectif, présents dans un lot de fabrication canadienne.

TABLEAU 3: PRINCIPAUX COMPOSANTS DE LA CRÉOSOTE DE FABRICATION CANADIENNE (15)

COMPOSANTS	%
CARBAZOLE	2,1
NAPHTALÈNE	17,5
ACÉNAPHTYLÈNE	2,0
ACÉNAPHTÈNE	5,6
FLUORÈNE	5,1
PHÉNANTHRÈNE	10,2
ANTHRACÈNE	2,3
FLUORANTHÈNE	9,9
PYRÈNE	4,4
BENZ (a) ANTHRACÈNE	1,1
CHRYSÈNE	1,0
BENZO (b) FLUORANTHÈNE	0,6
BENZO (k) FLUORANTHÈNE	0,4
DIBENZ (a, h) ANTHRACÈNE	0,2
BENZO (g, h, i) PÉRYLÈNE	0,1
INDÉNOL (1,2,3-C,D) PYRÈNE	0,1

Vu ses nombreux composants, il est difficile d'évaluer de façon définitive les effets possibles de la créosote sur l'environnement. Les divers composants de la créosote s'accumulent de façon différente dans la chaîne alimentaire. De plus, chacun d'entre eux présente une toxicité, une persistance dans l'environnement et une disponibilité biologique différente (13).

Les effets des composants acides et basiques de la créosote dépendent du pH, et pour certains HAP les effets toxiques peuvent être déterminés par la salinité des eaux.

On se limite donc dans la présente section à donner des renseignements généraux sur la toxicité de la créosote et de certains de ses composants afin d'illustrer l'importance des mesures de contrôle des rejets dans l'environnement (13).

* Le tableau 4 donne certaines valeurs de la toxicité aquatique de la créosote et de trois de ses composants. L'évaluation de la toxicité de la créosote pour les espèces aquatiques est difficile car le produit ne se dissout pas facilement dans l'eau. Les résultats diffèrent par ailleurs avec les méthodes utilisées pour évaluer la toxicité (dispersion de créosote dans l'eau ou dissolution de créosote dans de l'acétone). Par exemple, Webb a signalé une CL_{50} -96 heures de 0,2 mg/l et un niveau à effet nul de 0,08 mg/l pour la créosote dans des expériences menées avec la truite arc-en-ciel (16), alors que la Société Domtar Inc. a signalé une CL_{50} -96 heures supérieure à 10 mg/l (17). Les données existantes sur la toxicité de la créosote pour la vie aquatique sont limitées. Elles indiquent néanmoins, que certaines espèces sont très vulnérables. Ainsi, des études menées sur les effets de la créosote sur le homard ont montré qu'il faudrait une dilution d'un facteur de 50 000 000 pour protéger le homard larvaire (18).

Des examens de données analytiques portant sur les biocénoses d'eaux douces et d'eaux marines indiquent que les HAP ne s'accumulent pas dans la chair des poissons et des prédateurs de poissons (mouettes par exemple) (19). Cependant, les HAP et leurs métabolites se retrouvent à des teneurs élevées dans le foie des poissons exposés aux HAP (20). On observe facilement la bioaccumulation des HAP dans les espèces de niveaux trophiques inférieurs, notamment chez les moules, les escargots et les moucheron des écosystèmes d'eaux douces, ainsi que chez les palourdes, les crabes et les crevettes des écosystèmes marins (19,21).

TABEAU 4: TOXICITÉ DE LA CRÉOSOTE ET DE CERTAINS DE SES COMPOSANTS POUR LE MILIEU AQUATIQUE (13)

SUBSTRAT D'ESSAI ET CONCENTRATION EN mg/l (ppm)	EFFET
CRÉOSOTE 0,08 - 0,32	Niveau à effet nul chez la truite arc-en-ciel (16)
CRÉOSOTE 0,20 - 0,56	50% des truites arc-en-ciel tuées en moins de 96 heures (concentration médiane létale, c.-à-d. CL_{50} -96h*) (16)
CRÉOSOTE <10	Mortalités de poissons ne permettant pas d'établir la CL_{50} (17)
CRÉOSOTE 0,02	CL_{50} -96 h chez le homard larvaire (18)
NAPHTALÈNE 0,008 - 0,012	Taux de mortalité de 100% chez le crabe fraîchement éclos et chez la jeune crevette (<i>Pandalus platyceros</i>) (22)
NAPHTALÈNE 2,3	CL_{50} -96 h chez la truite arc-en-ciel (23)
PHÉNOL 4,2 - 9,4	CL_{50} -48 h chez la truite arc-en-ciel (24)

* La CL_{50} -96 est la concentration qui provoque la mort de 50% des poissons d'un lot en deçà de 96 heures.

c) Les composés d'arséniate de cuivre

Au Canada, les principaux composés d'arséniate de cuivre utilisés comme agents de préservation du bois sont les suivants:

- arséniate de cuivre ammoniacal (ACA)
- arséniate de cuivre chromaté (CCA)

L'ACA est préparée à partir d'oxyde de cuivre, d'acide arsénique et d'ammoniaque (25) tandis que la formulation du CCA est conçue à partir d'oxyde de cuivre et d'acides arsénique et chromique (26).

* Le cuivre, l'arsenic, l'ammoniaque et le chrome, les composants de l'ACA et (ou) du CCA, sont naturellement présents dans l'environnement. Les concentrations de fond normales de ces éléments (tableau 5), n'ont aucun effet nocif décelable sur les organismes vivants. Les concentrations naturelles en cuivre, arsenic et en chrome du sol et de l'eau varient considérablement selon le lieu (27,28,30). Les concentrations en ammoniaque peuvent varier aussi bien dans le temps que dans l'espace (29).

**TABEAU 5: CONCENTRATIONS DE FOND TYPES DES COMPOSANTS DE L'ACA
(ammoniaque, cuivre, arsenic)
ET DU CCA (chrome, cuivre, arsenic) (27,28,29,30)**

CONCENTRATIONS TYPES DANS LES MILIEUX NON POLLUÉS		
CORPS	EAUX DE SURFACE (mg/l)	SOLS (mg/kg)
CUIVRE (Cu)	<0,001 à 0,04	2 à 100
CHROME (Cr)	0,003 à 0,04	5 à 1000 (teneur normales: 50 mg/kg)
ARSENIC (As)	<0,001 à 0,01	1 à 50 (peut atteindre 500 mg/kg dans les dépôts de sulfure)
AMMONIAQUE (NH ₃)	<0,1	1 à 5 ppm (en NH ₄ ⁺)

Pour discuter de la toxicité de l'ACA et du CCA dans l'eau, il est nécessaire de tenir compte également de la toxicité de leurs composants. L'arsenic, le cuivre et le chrome peuvent changer de valence dans le milieu environnant et ces changements peuvent réduire ou renforcer leur toxicité (25,26).

Les valeurs observées de toxicité chronique et de toxicité aiguë de l'ACA, du CCA et de leurs composants pour des salmonidés comme la truite et le saumon sont résumées au tableau 6.

TABEAU 6: TOXICITÉ DE L'ACA, DU CCA ET DE LEURS COMPOSANTS POUR LE MILIEU AQUATIQUE (25,26)

CORPS (OU SUBSTANCE)	CONCENTRATION (mg/l)	EFFET
CHROME (+6)	0,2	Faible taux de croissance et mortalité élevée après 12 semaines d'exposition Saumon chinook (31)
	69	CL ₅₀ de 96 heures* Truite arc-en-ciel (31)
CHROME (+3)	0,2	Aucun effet Truite arc-en-ciel (31)
CUIVRE (+2)	0,002	Réaction d'évitement Saumon atlantique (32)
	0,006 - 0,015	Augmentation de la fréquence des éternuements Omble de fontaine (32)
	0,02 - 0,89 (selon la dureté de l'eau)	CL ₅₀ de 96 heures * Truite arc-en-ciel (31)
ARSENIC (+5)	0,9	Effets aux premiers stades de la vie Tête-de-boule (33)
	100	Létal en 46 minutes Crapet (34)
	10,8	CL ₅₀ de 96 heures* Truite arc-en-ciel (33)
AMMONIAQUE	0,03	Teneur sans effet décelable sur la croissance des salmonidés
	0,1 - 1,4	CL ₅₀ de 96 heures* Truite arc-en-ciel (29)
CCA (SOLUTION COMMERCIALE SOUS FORME DE CONCENTRÉ À 50%)	0,26 (0,13 pour 100%)	CL ₅₀ de 96 heures* Truite arc-en-ciel (35)
SOLUTION DILUÉE D'ACA À 3%	12,4 - 17,1	CL ₅₀ * de 96 heures* Truite arc-en-ciel (35)

* La CL₅₀ est la concentration entraînant le décès de 50% de la population de poissons en 96 heures.

Ces données illustrent la létalité de l'ACA et du CCA pour les poissons. Une solution d'ACA à 3% diluée 60 000 fois (c.-à-d. 15 ppm de solution diluée à 3%) a encore une toxicité aiguë pour les salmonidés. Ce même degré de toxicité est observé pour une solution de CCA concentrée à 50%, diluée 4 000 000 fois (c.-à-d. 0,26 ppm d'une solution à 50%) ou encore pour une solution de CCA à 2%, diluée 160 000 (c.-à-d. 6,5 ppm). Cela montre qu'un déversement d'une solution même diluée d'ACA ou de CCA dans une voie d'eau poissonneuse pourrait fort bien avoir des répercussions sur l'environnement (25,26).

Les composants de ces arsénates de cuivre peuvent également produire divers effets néfastes sur l'environnement.

Les espèces qui se sont montrées les plus sensibles au cuivre sont les alevins d'omble fontaine (effets toxiques à une concentration en cuivre de 0,009 mg/l) et l'amphipode Gammarus pseudolimnaeus (effets toxiques à une concentration en cuivre de 0,0046 mg/l). Selon la documentation, la réaction la plus sensible du milieu aquatique à l'ammoniaque est le ralentissement de la croissance chez les salmonidés (à une concentration en ammoniaque de 0,03 mg/l). Cette concentration est inférieure à la limite de 0,5 mg/l fixée pour la protection des réserves d'eau potable non traitée. Dans le cas du chrome et de l'arsenic, l'espèce la plus sensible serait l'homme (25,26).

3.2 EFFETS SUR LA SANTÉ

L'exposition à tout produit chimique (dans le cas présent, les substances ou préparations chimiques de préservation) peut produire divers effets sur la santé. Ces effets dépendent de certains facteurs: la durée et la nature de l'exposition; la concentration du produit chimique; la forme du produit chimique (par exemple, ionique ou non ionique); et la sensibilité métabolique de la personne exposée (1).

a) Le pentachlorophénol (PCP)

Le tableau 7 donne le spectre des effets sur la santé que peuvent causer divers degrés d'exposition au PCP. Selon ce tableau, il n'existe aucun risque possible pour la santé de la population générale, qui est exposée à court ou long terme aux chlorophénols provenant de sources environnementales.

TABEAU 7: SPECTRE DES EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AU PENTACHLOROPHÉNOL (1,36)

EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ			
MODE D'EXPOSITION	NIVEAU RELATIF DE CHLOROPHÉNOL DANS LE CORPS*	EXPOSITION À COURT TERME	EXPOSITION À LONG TERME
POPULATION GÉNÉRALE EX.: ABSORPTION DE CHLOROPHÉNOL À PARTIR DE SOURCES ENVIRONNEMENTALES	1	Aucun	Aucun
TRAVAILLEUR PROTÉGÉ ADÉQUATEMENT EXPOSITION MINIMALE	1 à 100	Aucun	Aucun
TRAVAILLEUR EXPOSÉ CONTACT MOYEN AVEC LA PEAU ET (OU) EXPOSITION MOYENNE AUX VAPEURS OU À LA POUSSIÈRE	17 à 200	Irritation de la peau, des yeux, du système respiratoire supérieur. Accroissement possible du métabolisme.	
TRAVAILLEUR AVEC SUREXPOSITION IMPORTANTE EX.: CONTACT FRÉQUENT AVEC LA PEAU, EXPOSITION À DES CONCENTRATIONS ÉLEVÉES EN POUSSIÈRES	33 à 1 000	Sueurs excessives Maux de tête Nausées Faiblesses Fièvre Soif intense	Dermatite Acné chlorique Lésions possibles: . au rein . au foie . au système nerveux Perte de poids
SUREXPOSITION ACCIDENTELLE MAJEURE EX.: INGESTION	833 à 30 000	Mort due à une défaillance cardiaque	

* Les valeurs du "niveau relatif" sont basées sur les résultats d'analyses d'urine. Les valeurs sont données à titre d'illustration seulement et elles indiquent l'ordre de grandeur de l'exposition au chlorophénol qui peut être associée à diverses conditions d'exposition. Les concentrations ordinaires de chlorophénol dans l'urine pour la population générale varient de 5 à 40 parties par milliard

Toutefois, pour les travailleurs de l'industrie du bois, l'exposition professionnelle à des concentrés de pentachlorophénol peut provoquer, à court terme et à long terme, des effets variables de toxicité. Parmi ces effets citons:

- . les problèmes physiologiques, principalement cardio-vasculaires, avec défaillance cardiaque;
- . l'irritation de la peau, des yeux, du nez et du système respiratoire;
- . la provocation possible d'asthme chez les travailleurs;

Différentes opinions ont été publiées concernant le pouvoir cancérigène du PCP. Selon l'EPA (Environmental Protection Agency) il n'est pas un produit cancérigène (37). Cependant, Agriculture Canada a reconnu le potentiel cancérigène du PCP (38,39). Il semble également que le PCP ne se bioaccumule pas dans les tissus humains (40).

Outre les effets potentiels sur la santé attribuables directement à la toxicité de la molécule de PCP, il faut aussi tenir compte des effets de certaines impuretés présentes à l'état de traces telles que les dibenzo-p-dioxines chlorés (dioxines) et les dibenzo-p-furannes chlorés (furannes) que l'on trouve dans le PCP de qualité technique (2,41,42). La toxicité conférée par ces impuretés au chlorophénol dépend fortement de la concentration et de l'identité des substances spécifiques présentes (1).

b) La créosote

De nombreuses études ont été publiées sur les effets potentiels et connus qui résultent ou peuvent résulter d'une surexposition à la créosote. Le tableau 8 donne le spectre des effets sur la santé que peut causer l'exposition à la créosote.

TABEAU 8: SPECTRE DES EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION À LA CRÉOSOTE (13)

MODE D'EXPOSITION	DEGRÉ D'EXPOSITION	EFFETS SIGNALÉS DANS LA DOCUMENTATION
INHALATION	Brève inhalation de vapeurs	Irritation des muqueuses du nez et de la gorge (43)
	Inhalation prolongée ou répétée de vapeurs ou de brouillards	Suées, soif, nausées, vomissements, douleurs stomacales, suivis de convulsions ou d'un coma (44)
CONTACT AVEC LES YEUX	Contact répété ou prolongé avec des vapeurs ou des brouillards	Irritation
	Contact direct avec un liquide (éclaboussures)	Brûlures graves (45)
CONTACT AVEC LA PEAU	Contact direct occasionnel avec un liquide, un brouillard ou des vapeurs	Rougisement et démangeaison (dermatite) (43,44) Effets accentués par une exposition au soleil (43,46) Brûlures possibles si la créosote n'est pas enlevée de la peau (47)
	Contact majeur (immersion totale dans un réservoir, mesures de protection inadéquates à l'entrée dans un réservoir de stockage ou dans un autoclave	L'absorption de la créosote par la peau provoque une décoloration de la peau, des suées, la soif, des vomissements, une diarrhée et des douleurs stomacales (44,45)
	Contact régulier important sur une longue période de temps	Cause possible d'un cancer de la peau (45,48)
INGESTION	Une seule ingestion	Brûlures à la bouche, à la gorge et à l'estomac (44)
		Symptômes ultérieurs: salivation, vomissements, difficultés respiratoires, pouls filant, vertige, maux de tête, perte de réflexes pupillaires, hyperthermie, cyanose et convulsions (44)
		Dose létale: 7 à 0 g (43,44) 30 à 50 g** (49)
		Mort provoquée par un collapsus circulatoire et une insuffisance respiratoire (43)

* La sensibilité à la créosote peut varier d'un travailleur à l'autre.

** Extrapolations de résultats d'expérimentations animales.

Malgré que ce tableau indique beaucoup d'effets possibles, des enquêtes épidémiologiques menées auprès des travailleurs de l'industrie de la préservation du bois n'ont pas permis d'observer une augmentation des risques du cancer et les effets les plus fréquemment observés sont des irritations cutanées (13). Chez le personnel manutentionnant du bois créosoté, un certain nombre de cas d'érythème et de brûlures chimiques fréquentes ont également été signalés (46). Le contact de la peau avec de la créosote peut entraîner des effets à court terme tel que l'eczéma, qui sous forme bénigne apparaît simplement comme un rougissement de la peau mais qui peut se transformer en lésions papulo-vésiculeuses prurigineuses suivies d'une ulcération. La peau exposée peut être davantage sensible aux coups de soleil, et hyperpigmentée par la suite (45). L'absorption de vapeurs par l'appareil respiratoire peut entraîner comme effet à court terme, des problèmes de toux et des difficultés respiratoires. L'ingestion de la créosote peut quant à elle, provoquer des suées, des tremblements et des convulsions, un collapsus circulatoire et une insuffisance respiratoire (44).

En ce qui concerne les effets à long terme sur la santé (toxicité chronique), des études menées avec des animaux de laboratoire ont montré que de nombreux composants de la créosote peuvent agir comme accélérateurs ou promoteurs du processus cancérigène (21). Certains pensent que le contact prolongé avec la créosote cause le cancer de la peau (43,48). En conséquence, un comité scientifique de l'EPA a proposé de mener des enquêtes épidémiologiques supplémentaires chez les travailleurs des installations de préservation du bois et des études plus complètes sur l'exposition dans ces installations, de sorte que les risques puissent être mieux évalués (50).

c) Les composés d'arséniate de cuivre

L'arsenic, le cuivre, l'ammoniaque et le chrome sont des corps qui se rencontrent à l'état naturel dans les aliments, l'eau et l'air. Le tableau 9 contient une évaluation de la quantité de ces éléments absorbés quotidiennement par la population générale (51).

TABEAU 9: ESTIMATION DE L'ABSORPTION QUOTIDIENNE NORMALE DU CUIVRE, CHROME, ARSENIC ET AMMONIAQUE (31,51)

CORPS	TYPE D'EXPOSITION (ALIMENT, AIR ET EAU)	QUANTITÉ (mg)
CUIVRE (Cu)	Oligo-élément	3,00
CHROME (Cr)	En traces dans tous les aliments	0,20
ARSENIC (As)	Surtout dans les fruits de mer	0,11
AMMONIAQUE (NH ₃)	Surtout dans les aliments (571 mg)	571,86

Il est possible que l'exposition à des concentrations de cuivre, de chrome, d'arsenic et d'ammoniaque dépassant les concentrations naturelles aient des répercussions sur la santé (26).

La forme ionique est un facteur important qui influence la toxicité du composé. Par exemple, il semble que l'arsenic pentavalent As(+5) présent dans les solutions d'ACA et de CCA, soit moins toxique chez l'homme que le composé arsenical As(+3). Toutefois, la base de données relatives à la toxicité de l'As(+5) est déficiente. Dans beaucoup d'études, portant sur l'intoxication à l'arsenic, la distinction entre les diverses formes chimiques n'est pas faite. Certains pensent que l'As(+5) est réduit in vivo en As(+3), par conséquent, cette interconversion justifie leur réglementation comme un tout (25,26,44).

Les effets sur la santé que peut entraîner une surexposition à des solutions d'ACA et de CCA sont décrits respectivement aux tableaux 10 et 11. Parmi les sources importantes d'exposition potentielle identifiées, citons le contact cutané résultant d'une mauvaise méthode de travail, par exemple de la manutention de bois fraîchement traité sans gants imperméables (46). Aucune maladie professionnelle n'a été signalée à la suite de la manutention normale de solutions d'arséniate de cuivre et de produits traités avec ces solutions (25,26,54).

TABLEAU 10: SPECTRE DES EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AUX SOLUTIONS D'ACA (25)

MODE D'EXPOSITION	TYPE D'EXPOSITION	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ	
		EXPOSITION DE COURTE DURÉE	EXPOSITION PROLONGÉE
TRAVAILLEUR PROTÉGÉ ADÉQUATEMENT	Minimale	Aucun	Aucun
TRAVAILLEUR EXPOSÉ À UN CONTACT CUTANÉ IMPORTANT	Contact de la peau avec les solutions diluées ou concentrées	●Irritation cutanée ●Inflammation	●Action cancérigène possible (27,47,52)
EXPOSITION À DES AÉROSOLS CONTAMINÉS	Inhalation de brouillards, de gouttelettes ou d'aérosols des solutions diluées ou concentrées	●Irritation grave du nez et de la gorge ●Irritation des yeux	●Action cancérigène possible (27,47,52)
INGESTION	Ingestion de solutions diluées ou concentrées	●Nausées, douleurs abdominales, vomissements, choc, coma ●Mortel si la quantité de solution absorbée contient plus de 0,130 g (130mg) d'arsenic ou une quantité d'ammoniaque équivalente à 30 ml d'une solution à 25% ●Des tests sur des animaux ont révélé que la CL₅₀ pour une solution d'ACA à 8% se situait entre 1000 et 1500 mg par kilogramme de poids corporel (53)	●Lésions possibles du foie et des reins, jaunisse, leucopénie à la suite d'une exposition journalière prolongée à 0,15 - 0,6 mg d'arsenic(27) ●Potentiel cancérigène (27,47,52)

TABLEAU 11: SPECTRE DES EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ DE L'EXPOSITION AUX SOLUTIONS DE CCA (26)

MODE D'EXPOSITION	TYPE D'EXPOSITION	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ	
		EXPOSITION DE COURTE DURÉE	EXPOSITION PROLONGÉE
TRAVAILLEUR PROTÉGÉ ADÉQUATEMENT	Minimale	Aucun signalé	Aucun signalé
TRAVAILLEUR EXPOSÉ À UN CONTACT CUTANÉ IMPORTANT	Contact de la peau avec les solutions diluées ou concentrées	●Irritation cutanée ●Inflammation (30,43)	●Ulcération (30,43) ●Potentiel cancérigène (43,55,57)
EXPOSITION À DES AÉROSOLS CONTAMINÉS	Inhalation de brouillards, de gouttelettes ou d'aérosols des solutions diluées ou concentrées	●Irritation grave du nez et de la gorge ●Irritation des yeux	●Ulcération et perforation de la cloison des fosses nasales après une exposition prolongée (30,43) ●Potentiel cancérigène (43,55,57)
INGESTION	Ingestion de solutions diluées ou concentrées	●Nausées, douleurs abdominales, vomissements, choc, coma ●Des décès ont été signalés avec des solutions contenant entre 0,1 g à 1 g d'arsenic (27,44,56) ou 0,7 g de chrome (+6) (30)	●Lésions possibles du foie et des reins, jaunisse, leucopénie leucocytémie à la suite d'une exposition journalière prolongée à 0,15 - 0,6 mg d'arsenic (27) ●Potentiel cancérigène (43,55,57)

3.3 LIMITES RÉGLEMENTAIRES POUR LES EAUX NATURELLES

Les agents de préservation du bois utilisés au Canada tels que le pentachlorophénol (PCP), la créosote et les arséniates de cuivre (ACA et CCA) ainsi que les méthodes de traitement doivent correspondre aux exigences et aux normes de la Loi sur les produits antiparasitaires relevant d'Agriculture Canada. Des recommandations techniques existent également pour la conception et l'exploitation des installations de préservation du bois émises par Environnement Canada (1,13,25,26). Ces recommandations visent la protection de la santé des travailleurs exposés à ces produits mais elles visent également à réduire les rejets de ces produits dans l'environnement.

Des limites de concentration dans l'eau sont établies par différents organismes (Santé et Bien-être social Canada, U.S. EPA...etc). Elles déterminent les teneurs maximales acceptables pour la protection de l'eau potable, la santé et la vie aquatique.

a) Le pentachlorophénol (PCP)

Le tableau 12 résume les limites réglementaires de la teneur en PCP des eaux naturelles. Il est important de mentionner que la limite de Santé et Bien-Être Canada est basée sur une concentration en phénol total. Bien que les dérivés phénoliques halogénés sont reconnus comme étant hautement toxiques, les limites relatives au goût et à l'odeur en ce qui concerne les phénols sont de beaucoup inférieures au seuil de toxicité. Cette concentration maximale est donc basée sur des considérations esthétiques (51). Les normes de l'U.S. Environmental Protection Agency les plus récentes pour les teneurs en PCP de l'eau douce et l'eau salée ont été publiées en 1986 (57) et sont résumées au tableau 12. Les organismes canadiens n'ont effectué aucune évaluation des normes de protection nécessaires pour le milieu marin en ce qui concerne les produits chimiques, notamment le PCP. Il est suggéré d'utiliser les normes de l'EPA relatives aux eaux marines comme normes usuelles au Canada (1).

TABLEAU 12: LIMITES RÉGLEMENTAIRES DE LA CONCENTRATION EN PCP DANS LES EAUX NATURELLES (1)

TYPE DE LIMITE	VALEUR LIMITE	FONDEMENT	ORGANISME
CONCENTRATION MAXIMALE	2 µg/l	Protection de l'eau potable (basé sur le seuil de perception de l'odeur, inférieur au seuil de toxicité chez l'homme)	Santé et Bien-être social Canada 1978 (12)
CONCENTRATION MAXIMALE RECOMMANDÉE	220 µg/l	Protection de la santé (par ingestion d'eau)	U.S. Environmental Protection Agency 1986 (8,57)
OBJECTIF	0,4 µg/l	Protection de la vie aquatique des Grands Lacs	Commission mixte internationale 1980 (58)
CRITÈRE	Exemples** 5,5 µg/l à pH 6,5 20 µg/l à pH 7,8 68 µg/l à pH 9,0	Protection du milieu d'eau douce ●La concentration moyenne sur une heure ne doit pas dépasser la valeur numérique calculée plus d'une fois tous les 3 ans en moyenne.	U.S. Environmental Protection Agency 1986 (57)
	Exemples*** 3,5 µg/l à pH 6,5 13 µg/l à pH 7,8 43 µg/l à pH 9,0	●La concentration moyenne sur 4 jours ne doit pas être plus élevée plus d'une fois tous les 3 ans en moyenne	
	7,9 µg/l	Protection du milieu marin ●La concentration moyenne sur 4 jours ne doit pas dépasser la norme de protection plus d'une fois tous les 3 ans en moyenne	
	13 µg/l	●La concentration moyenne sur une heure ne doit pas dépasser la norme de protection plus d'une fois tous les 3 ans en moyenne	
OBJECTIF**** (FLEUVE FRASER)	0,2 µg/l 100 µg/kg (poids humide) 10 µg/kg (poids sec)	Maximum dans l'eau Maximum dans les poissons Maximum dans les sédiments benthiques	Ministère de l'Environnement de la C.-B. (51)
OBJECTIF	0,5 µg/l	Protection de la vie sous toutes ses formes dans les eaux réceptrices	Ministère de l'Environnement de l'Ontario
LIGNE DIRECTRICE	0,05 µg/l	Protection de la vie aquatique	Conseil Canadien des ministres de ressources et de l'environnement (5)

* Le "maximum acceptable" est défini par S. et B.-é. social Canada de la façon suivante: "L'eau potable qui contient des substances en concentrations supérieures à ces limites est soit capable de produire des effets délétères, soit esthétiquement impropre".

** Exprimé sous forme d'une fonction exponentielle: Limite PCP (µg/l) = $\exp(1,005(\text{pH}) - 4,830)$.

*** Exprimé sous forme d'une fonction exponentielle: Limite PCP (µg/l) = $\exp(1,005(\text{pH}) - 5,290)$.

**** Somme des tri, tétra et pentachlorophénols.

b) La créosote

Il n'existe pas d'objectif ou de norme de la qualité des eaux qui portent directement sur la concentration en créosote. Il en existe cependant pour ses composés ou pour les indicateurs de la créosote (11,19,51,59), et ils sont présentés au tableau 13. Dans ses lignes directrices sur la qualité de l'eau, la Commission Mixte Internationale des ressources et de l'environnement fait remarquer "qu'il n'existe pas suffisamment d'information pour établir des directives au sujet des hydrocarbures aromatiques polycycliques", ces derniers étant les principaux composants de la créosote (60).

c) Les arsénates de cuivre

Des lignes directrices et des limites relatives aux composants de l'ACA et du CCA dans l'eau sont établies par divers organismes de réglementation et elles sont présentées au tableau 14. Les concentrations en arsenic, en cuivre et en chrome indiquées sont basées sur les concentrations totales de ces corps, elles reflètent ainsi l'approche préconisée dans de nombreux documents scientifiques qui prétendent que l'état actuel de nos connaissances ne nous permettent pas d'établir des limites de qualité de l'eau basées sur la valence ou les fractions dissoutes (11).

Les lignes directrices décrites dans ce tableau ne constituent pas des valeurs pour une qualité uniforme de l'eau à l'échelle nationale et leur application exige que l'on tienne compte des conditions locales (par exemple, le bruit de fond) (60).

TABEAU 13: LIMITES RÉGLEMENTAIRES DE LA CONCENTRATION EN CRÉOSOTE OU DE SES COMPOSANTS DANS LES EAUX NATURELLES (13)

TYPE DE LIMITE	VALEUR LIMITE	FONDEMENT	ORGANISME
OBJECTIF	0,01 µg/l benzo(a)pyrène* dans l'eau	Protection des poissons et autres organismes aquatiques contre les effets cancérigènes et oncogènes	Commission mixte internationale (19)
	1,0 µg/l benzo(a)pyrène dans les sédiments ou dans les organismes dont se nourrissent les poissons	Protection des poissons	
LIGNE DIRECTRICE	0,01 µg/l benzo(a)pyrène dans l'eau	Protection de l'eau potable	Organisation mondiale de la santé (59)
CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE	2 µg/l phénols	Protection de l'eau potable (raisons esthétiques)	Santé et Bien-être social Canada (51)
OBJECTIF	0,05 de la CL ₅₀ -96 h dans le cas des substances toxiques non persistantes de nature indéterminée	Protection des organismes aquatiques	Commission mixte internationale (11)

* Le benzo(a)pyrène a été choisi pour l'établissement des objectifs relatifs aux HAP parce que le Comité estime que toute limite de concentration de ce produit se trouvera à agir aussi sur les autres HAP.

TABEAU 14: LIMITES RÉGLEMENTAIRES DE LA CONCENTRATION DES COMPOSANTS DE L'ACA ET DU CCA DANS LES EAUX NATURELLES (25,26)

CORPS	RECOMMANDATION DE LA CMI ^a (EAU DES GRANDS LACS)	OBJECTIF CANADIEN RELATIF À L'EAU POTABLE ^b	LIGNE DIRECTRICE CANADIENNE RELATIVE À LA QUALITÉ DE L'EAU ^e
ARSENIC	0,5 mg/l pour la protection de la santé	Maximum acceptable ^c : 0,05 mg/l Objectif ^c : < 0,005 mg/l	0,05 mg/l pour la protection de la vie aquatique
AMMONIAQUE	0,02 mg/l (non ionisé) pour la protection de la vie aquatique	Maximum acceptable ^d : 0,01 mg/l Objectif ^d : < 0,01 mg/l (en N)	Ligne directrice en fonction du pH et de la température. Par exemple: 2,2 mg/l à pH 6,5 - 7,5 et 10°C 0,45 mg/l à pH 8,5 et 10°C ^f
CUIVRE	0,005 mg/l pour la protection de la vie aquatique	Maximum acceptable ^d : 1,0 mg/l Objectif ^d : < 1,0 mg/l	Pour la protection de la vie aquatique; 0,002 mg/l, dureté 0-60 mg/l en CaCO ₃ 0,002 mg/l, dureté 60-120 mg/l en CaCO ₃ 0,004 mg/l, dureté 120-180 mg/l en CaCO ₃ 0,006 mg/l, dureté > 180 mg/l en CaCO ₃
CHROME	0,05 mg/l pour la protection de la santé	Maximum acceptable ^c : 0,05 mg/l Objectif ^c : < 0,0002 mg/l	0,02 mg/l pour la protection des poissons 0,002 mg/l pour la protection du milieu aquatique incluant le zooplancton et le phytoplancton

a Recommandations de la Commission mixte internationale aux gouvernements du Canada et des États-Unis, 1977. La concentration en arsenic indiquée est la concentration totale en ce corps, sans faire la distinction entre la forme (+3) et la forme (+5).

b Santé et Bien-être social Canada. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, 1978. La concentration en arsenic indiquée est la concentration totale de ce corps, sans faire la distinction entre la forme (+3) et la forme (+5). Le "maximum acceptable" est défini par Santé et Bien-être social Canada comme suit: "l'eau potable qui contient des concentrations supérieures à ces limites est soit capable d'avoir des effets délétères sur la santé, soit esthétiquement désagréable". L'objectif est défini comme suit par Santé et Bien-être social Canada: "cette concentration est interprétée comme la qualité ultime visée tant pour des fins d'hygiène que d'esthétique".

c Tiré de Santé et Bien-être social Canada "Recommended Limits for Chemical Substances Related to Health", 1978.

d Tiré de Santé et Bien-être social Canada "Recommended Limits in Substances Related to Aesthetic and Other Considerations", 1978.

e Les lignes directrices requièrent que l'on tienne compte des conditions locales (ex.: bruit de fond) (11).

f Les lignes directrices sont basées sur la concentration totale d'ammoniaque (formes non ionisées et ionisées).

4.0 EFFETS DU BOIS TRAITÉ SUR L'ENVIRONNEMENT

* Le bois traité utilisé dans divers ouvrages (ponts, glissières de sécurité, etc...) ne comporte pas le même degré de risque pour l'environnement et pour la santé que les agents de préservation comme tels. La préservation du bois se fait par imprégnation, sur plusieurs centimètres de profondeur, fixant la solution préservative dans les fibres du bois. Une fois imprégnés et solidifiés, les produits chimiques peuvent difficilement s'échapper des fibres. Toutefois, l'exposition du bois traité aux précipitations, au soleil, aux micro-organismes ainsi que son contact avec le sol, l'eau douce ou l'eau marine peuvent accroître la vulnérabilité du bois traité au lessivage de ses substances toxiques et ainsi contaminer l'environnement.

* Le bois traité au PCP serait le plus sensible au lessivage; particulièrement lorsqu'il est exposé à un milieu aquatique (eau douce ou marine).

* Le bois traité aux arsénates de cuivre (ACA, CCA) serait celui qui démontre la plus grande résistance au lessivage, il serait également celui qui possède le moins de risques pour l'environnement et pour la santé (39). De plus, contrairement à la créosote, il ne laisse pas de résidus liquides ou huileux. Les désavantages principaux associés aux arsénates de cuivre seraient de durcir le bois (39) et de lui offrir une stabilité dimensionnelle inférieure à celle obtenue avec le bois traité à la créosote.

Nos recommandations relatives à l'utilisation de bois traité ne sont pas appuyées par des lois, règlements ou normes du Québec ou du Canada sur l'environnement. Elles sont plutôt des conclusions que nous pouvons tirer de nombreux documents ou de notre propre étude. Nos recommandations visent à protéger l'environnement ou du moins à minimiser les impacts environnementaux spécifiques à l'emploi de bois traité:

- le bois traité aux arsénates de cuivre (ACA, CCA) doit être favorisé lorsque l'utilisation de bois traité est nécessaire;
- l'utilisation de bois traité au PCP pour les structures de ponts, de ponceaux ou de toutes autres installations en contact avec un milieu aquatique doit être évitée;

- l'utilisation de bois traité que ce soit au pentachlorophénol, à la créosote ou aux arsénates de cuivre (ACA, CCA) doit être évitée lorsqu'il s'agit de structures étant en contact direct ou indirect avec une source d'eau potable ou s'il y a présence de poissons tels les salmonidés, qui ont une valeur commerciale ou sportive et qui sont consommés par l'homme;
-

5.0 MANIPULATION SÉCURITAIRE DE BOIS TRAITÉ

Les ouvriers qui manipulent le bois traité doivent éviter le contact fréquent ou prolongé avec la peau. Ils doivent également, lors de la manutention et la manipulation, porter des vêtements qui empêchent le contact direct avec la peau (chemises à manches longues, pantalons ainsi que des gants imperméables aux produits chimiques; par exemple, des gants en vinyle). Également après les travaux, les ouvriers doivent laver les parties de leur corps ayant été exposées aux solutions préservatives ou au bois traité avec beaucoup d'eau avant de boire, manger ou fumer.

Si le bois traité doit être scié, cette opération doit être exécutée à l'extérieur sur un chantier à ciel ouvert et non à l'intérieur des bâtiments. Ceci afin d'assurer une bonne aération et ainsi réduire le risque d'exposition des ouvriers aux poussières. Il est important pour les ouvriers effectuant des opérations de sciage d'éviter une inhalation fréquente ou prolongée des poussières. En cas d'utilisation de scies électriques, les ouvriers doivent protéger leurs yeux contre les débris projetés. Pour atteindre cet objectif, le port de masques à poussière est recommandé.

Lorsqu'un agent de préservation ou des poussières contaminées par celui-ci s'accumulent sur les vêtements des ouvriers ils doivent être lavés avant d'être utilisés de nouveau. Le lavage de ces vêtements contaminés doit s'effectuer séparément des autres vêtements.

6.0 ENTREPOSAGE SÉCURITAIRE DE BOIS TRAITÉ

Convenablement empilé, le bois traité avec des solutions préservatives à base d'huile (pentachlorophénol et créosote) n'a pas besoin d'être recouvert. Une libre circulation de l'air est tout ce qui est requis. Lorsqu'il s'agit de bois traité avec des solutions préservatives aqueuses (ACA, CCA), il est préférable de le recouvrir d'une bâche afin de protéger le bois contre les conditions climatiques inclémentes. La bâche est généralement une membrane imperméable tel que du film de polyéthylène. Elle ne doit pas être laissée en place par temps sec car elle piège l'humidité s'évaporant du sol ou des pièces de bois (61).

7.0 TECHNIQUES SÉCURITAIRES POUR LE TRAITEMENT DU BOIS EN CHANTIER (61)

Occasionnellement, des structures en bois traité peuvent être endommagées, ou requérir des modifications lors de l'installation. Ceci peut exposer du bois non-traité qui doit être apprêté sur le chantier, pour protéger ces pièces contre une éventuelle détérioration. Toutes coupures, trous et blessures subis par les pièces de bois traité doivent également être protégées par l'application d'une solution préservative approuvée en badigeonnant, en vaporisant, en plongeant ou en imbibant les parties endommagées.

Le traitement du bois en chantier est loin d'être aussi efficace que le traitement industriel. De plus, il comporte des risques environnementaux qui sont très difficiles à contrôler tels que les déversements accidentels et les expositions directes des travailleurs aux solutions préservatives, souvent dues à une mauvaise méthode de travail. Il est donc recommandé, sur un chantier, de minimiser le traitement du bois.

a) Pièces de bois non-intégrées à la structure

Les méthodes d'application des solutions préservatives dépendent du type et de l'orientation de la surface à traiter. Quand la pièce de bois peut être déplacée, la meilleure méthode consiste à plonger et à laisser tremper la section endommagée 3 à 5 minutes dans la solution préservative. Ceci sature entièrement la surface du bois et permet une certaine absorption dans le bois. Malheureusement, les traitements en chantier doivent généralement être effectués quand la pièce est intégrée à la structure, rendant cette méthode peu pratique.

b) Pièces de bois intégrées à la structure

Le traitement des pièces de bois déjà en place ayant subi des abrasions, des coupures ou autres dommages s'effectue habituellement en badigeonnant la solution préservative au pinceau. Pour les surfaces horizontales, l'aire peut être saturée de solution en laissant du temps pour qu'elle pénètre dans le bois. Sur des surfaces verticales, tout excès s'écoulera et contaminera l'environnement. Il est donc recommandé d'effectuer trois à quatre

applications successives de faible quantité, à intervalles suffisamment longs pour que la solution pénètre bien dans le bois.

c) Ouvertures et trous dans une structure de bois

Les ouvertures ou trous qui traversent de bord en bord une pièce de bois, et ce verticalement ou horizontalement, sont plus difficiles à traiter car l'accès aux sections de bois non-traité est difficile. Il est généralement nécessaire d'injecter ou de vaporiser la solution préservative dans une extrémité, et de recueillir l'excédent à l'autre. Les trous peuvent également être traités en bouchant une ouverture et en injectant à l'autre, puis la procédure est inversée. Quand le bouchon est retiré, l'excédent doit être recueilli dans un contenant afin de prévenir tout déversement dans l'environnement.

Les trous forés ne passant pas au travers de la pièce de bois, tels pour des vis ou des chevilles sont traités en les emplissant de solution préservative. Pour ce genre d'opération, un bidon ou une bouteille de plastique comprimable est utilisé pour permettre de contrôler la quantité de liquide à injecter dans le trou. Après l'application, une période d'attente est requise pour permettre à la solution d'imbiber le bois. Comme la solution ne pénètre pas au complet dans le bois, des précautions sont à prendre lors de l'introduction des vis ou chevilles pour prévenir une giclée. Il est recommandé de placer un chiffon autour de l'ouverture pour contenir tout épanchement de solution préservative qui sera chassée lorsque la vis ou cheville sera fixée.

8.0 DISPOSITION RÉGLEMENTAIRE DES REBUTS DE BOIS TRAITÉ

Lorsqu'une structure est à démanteler, les rebuts de bois traités doivent être considérés comme des déchets solides. La disposition de ces déchets doit être conforme avec le Règlement du ministère de l'Environnement du Québec sur les déchets solides. Le MENVIQ a de plus émis une directive interdisant le brûlage de bois traité tout en permettant son enfouissement (39). La combustion de bois traité dégage dans l'environnement des substances chimiques toxiques, provenant d'une part de la fumée dégagée et d'autre part, des cendres produites. Les rebuts de bois traité doivent donc être acheminés vers un site d'enfouissement autorisé par le M. ENVI.Q.

9.0 CONCLUSION

Les expositions directes, fréquentes et importantes aux solutions ou préparations chimiques utilisées pour préserver le bois, que ce soit le pentachlorophénol, la créosote ou les arséniates de cuivre, provoquent divers effets toxiques à court et à long terme sur l'environnement et sur la santé.

Bien qu'au Québec, l'utilisation de ces substances ou de bois traité avec ces substances soit permise au sens des lois et règlements sur l'environnement, certains choix et mesures de protection décrits dans ce rapport, vont contribuer à minimiser leurs impacts.

Notre opinion est que les risques de contamination reliés à l'utilisation de bois traité industriellement, par imprégnation thermique ou sous pression, sont assez faibles. Plus particulièrement, lorsqu'il s'agit de bois traité aux arséniates de cuivre (ACA et CCA). Car ainsi traité, le bois possède une très bonne résistance au lessivage.

Il est tout de même important de suivre de près les recherches qui se font dans ce domaine afin de trouver des substituts qui seraient aussi efficaces et économiques, moins toxiques pour l'environnement et plus sécuritaires pour la santé des travailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. KONASEWICH, Denis E., et F.A. Henning. Installations de préservation du bois au pentachlorophénol (PCP): recommandations techniques pour la conception et l'exploitation. Rapport SPE 2/WP/2, Environnement Canada, Ottawa, avril 1988. 108 p.
2. JONES, P.A. Les chlorophénols et leurs impuretés dans l'environnement canadien. Rapport SPE3-EC-81-2F. Conservation et Protection, Ottawa, 1981.
3. CAN TEST LTD et E.V.S. Consultants Ltd. Monitoring Environmental Contamination from Chlorophenol Contaminated Wastes Generated in the Wood Preservation Industry. Environnement Canada, région du Pacifique et du Yukon, 1979.
4. CAREY, J.H., M.E. Fox et J.H. Hart. The distribution of chlorinated phenols in the North Arm of the Fraser River Estuary. Rapport non publié. Institut national de recherche sur les eaux, Burlington, Ontario, 1986.
5. COMITÉ DES OBJECTIFS POUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES. Rapport annuel au Conseil scientifique consultatif sur les Grands Lacs - recommandations relatives au pentachlorophénol. Commission mixte internationale. Windsor, Ontario, 1980.
6. DAVIS, J.C. et R.A.W. Hoos. Use of Sodium Pentachlorophenate and Dehydroabietic Acid as Reference Toxicants for Salmonid Bioassay. J. Fish. Res. Bd. Can. 1975. 32:411
7. HODSON, P.V. et B.R. Blunt. Temperature-induced Changes in Pentachlorophenol Chronic Toxicity to Early Stages of Rainbow Trout. Aquatic Toxicol. 1981. 1(2):113-27
8. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Ambient Quality Criteria-Pentachlorophenol. Criteria and Standards Division, Office of Water Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., 1979.
9. DOMINGUEZ, S.E. et G.A. Chapman. Effect of Pentachlorophenol on the Growth and Mortality of Embryonic and Juvenile Steelhead Trout. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1984. 13:739-743

BIBLIOGRAPHIE (suite)

10. CLEVELAND, L., D.R. Buckner, F.L. Mayer et D.R. Branson. Toxicity of Three Preparations of Pentachlorophenol to Fathead Minnows-a Comparative Study. Environ. Toxicol. Chem. 1982. 1:205-212
11. COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE. Objectifs nouveaux et révisés de qualité de l'eau des Grands Lacs - Un rapport de la CMI aux gouvernements des États-Unis et du Canada. Ottawa et Washington D.C. 1977.
12. McCKIM, J.M., P.K. Schmieder et R.J. Erickson. Toxicokinetic Modeling of (¹⁴C) Pentachlorophenol in the Rainbow Trout (salmo gairdneri). Aquatic Toxicol. 1986. 104 p.
13. KANASEWICH, D.E. et F.A. Henning. Installations de préservation du bois à la créosote: recommandations techniques pour la conception et l'exploitation. Environnement Canada, Ottawa, avril 1988. 104 p.
14. HARTFORD, W.H. Report of Preservatives Committees. Proc. Am. Wood Preservers Assoc., 1967, 63:106-137.
15. BRUDERMAN, G.E. Creosote-A position on why designation is neither needed nor warranted. Soumis au ministre de l'Environnement de l'Ontario. Domtar Inc. Montréal, Québec, 1984.
16. WEEB, D.A. Some Environmental Aspect of Creosote. Proc. Am. Wood Preserv. Assoc. 1975. 71:176-181.
17. DOMTAR INC. La CL₅₀ de la créosote pour la truite arc-en-ciel. Commentaires de l'Institut canadien du bois traité au sujet du rapport provisoire du SPE "Recommandations pour la conception et l'exploitation des installations de préservation du bois. 1985.
18. McLEESE, D.W. et C.D. Metcalfe. Toxicity of Creosote to Larval and Adult Lobster and Crangon and its Accumulation in Lobster Hepatopancreas. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1979. 22:796-799.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

19. COMITÉ DES OBJECTIFS POUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES. Rapport annuel au Conseil scientifique consultatif sur les Grands Lacs de la Commission mixte internationale. Bureau régional de la CMI, Windsor, Ontario. 1983.
20. VARANASI, U., D.J. Gmur et P.A. Treseler. Influence of Time and Mode of Exposure on Biotransformation of Naphthalene by Juvenile Starry Flounder (Platichthys stellatus) and Rock Sole (Lepidopsetta bilineata). Arch. Env. Contam. Toxicol. 1979. 8:673-692
21. KONASEWICH, D.E., P.M. Chapman, E. Gerencher, G. Vigers et N. Treloar. Effects, Pathways, Processes and Transformations of Puget Sound Contaminants of Concern. NOAA Technical Memorandum OMPA-20. United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, Colorado. 1982.
22. SANBORN, H.R. et D.C. Malins. Toxicity and Metabolism of Naphtalene: A study with Marine Larval Invertebrates. Proceeding of the society for Experimental Biology and Medecine. 1977. 154:151-155.
23. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Water Quality Criteria-Naphtalene. U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 1980.
24. BULKEMA, A.L. Jr., M.J. McGinniss et J. Cairns Jr. Phenolic in Aquatic Ecosystems: A selected Review of Recent Literature. Marine Environ. Res. 1979. 2:87-181.
25. KONASEWICH, D.E., et F.A. Henning. Installation de préservation du bois à l'arséniate de cuivre ammoniacal (ACA): recommandations techniques pour la conception et l'exploitation. Environnement Canada, Ottawa, avril 1988. 102p.
26. KONASEWICH, D.E., et F.A. Henning. Installation de préservation du bois à l'arséniate de cuivre et de chrome (CCA): recommandations techniques pour la conception et l'exploitation. Environnement Canada, Ottawa, avril 1988. 104p.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

27. CONSEIL DE RECHERCHES CANADA. Les effets de l'arsenic sur l'environnement Canadien. CNRC no 15392. Ottawa, Ontario. 1978.
28. SPEAR, P.A. et R.C. Pierce. Le cuivre dans l'environnement aquatique: chimie, répartition et toxicologie. CNRC no 16455. Ottawa, Ontario. 1980.
29. COMITÉ DES OBJECTIFS POUR LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES. Rapport annuel (1985) au conseil scientifique consultatif sur les Grands Lacs de la Commission mixte internationale. Bureau régional de la CMI, Windsor, Ontario 1986.
30. CONSEIL DE RECHERCHES CANADA. Les effets du chrome dans l'environnement canadien. CNRC no 15018. Ottawa, Ontario. 1977.
31. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Quality Criteria for Water. United States Environmental Protection Agency. Washington D.C. 1976.
32. COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE. L'accord de 1975 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, Annexe A. Rapport du sous-comité des objectifs de qualité de l'eau. Windsor, Ontario. 1976.
33. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Ambient Water Quality for Arsenic-1984. U.S. EPA Criteria and Standards Division. Washington D.C. 1985.
34. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. The biologic and Economic Assessment of Pentachlorophenol, Inorganic Arsenicals, Creosote, Submitted to the Environmental Protection Agency. USDA Technical Bulletin 1658-1. 4 nov. 1980.
35. ENVIRONNEMENT CANADA. Données non publiées des EPS North Vancouver Bioassay Laboratory Services. 1986.
36. WESTERN WOOD PRODUCTS ASSOCIATION. Safe Handling Guide for Sapstain Control Chemicals. Western Wood Products Assoc., Portland, Oregon. 1980.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

37. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Ambiant Water Quality Criteria for Pentachlorophenol. Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio; Carcinogen Assessment Group, Washington D.C.; and the EPA Environmental Research Laboratories in Corvallis, Oregon, Duluth, Minnesota, Gulf Breeze, Florida, and Narragansett, Rhode Island. 1980.
38. DIRECTION DES PESTICIDES, AGRICULTURE CANADA. Document de travail: pentachlorophenol, préservateur du bois. Agriculture Canada, Ottawa, fév. 1987. 40 p.
39. LA COMMISSION D'ENQUÊTE SUR LES DÉCHETS DANGEREUX. Les déchets dangereux au Québec. Une gestion environnementale. Les publications du Québec, Québec, septembre 1990. 491 p.
40. GEYER, H.J., Scheunert, F. Korte. Distribution Bioconcentration Potential of the Environmental Chemical Pentachlorophenol (PCP) in Different Tissues of Humans. Chemosphere, 1987, 16(4):8.
41. WILLIAMS, P.L. Pentachlorophenol, an Assessment of the Occupational Hazard. Am. Ind., Hyg. Assoc. J. 1982, 25 (7): 527.
42. MARKEL, H.L. Jr. et J.B. Lucas. Health Hazard Evaluation Report no. 74-117-251. Weyerhaeuser Treating Plant, De Queen, Arkansas. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, 1975.
43. ORGANISATION MONDIALE DU TRAVAIL. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Genève, Suisse 1983.
44. DREISBACH, R.H. Handbook of Poisoning. Lange Medical Publications. Los Altos, California 1983.
45. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). Criteria for a recommended standard-occupational exposure to coal-tar products. DHEW Pub. no. (NIOSH) 78-107. Department of Health and Human Services, NIOSH, Cincinnati, Ohio. 1977.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

46. TODD, A.S. et C.Y. Timbie. Industrial Hygiene Surveys of Occupational Exposure to Wood Preservation Chemicals. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute of Occupational Safety and Health. Cincinnati, Ohio. 1983.
47. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Documentation for the Threshold Limit Values. Fourth Edition. ACGIH, Cincinnati, Ohio. 1986.
48. WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). IARC Monographs on the Evaluation for the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans: polynuclear aromatic compounds, part 4, bitumens, coal-tars and derived products, shale-oils and soots. IARC, Lyon, France. 1985.
49. UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE/UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. U.S. HEW, Washington D.C. 1980.
50. FIFRA SCIENTIFIC ADVISORY PANEL. Review of FIFRA Section 6(b) (1) Action on Pentachlorophenol, Inorganic Arsenical and Creosote (Wood Preservatives). Memorandum to U.S. EPA Deputy Assistant Administrator for Pesticide Programs. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C. 1981.
51. SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Document d'appui. 1979. Ottawa, Ontario.
52. WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. 1982.
53. DOMTAR INC. Physical and Chemical Properties of Chemonite. Information transmise à Agriculture Canada pour appuyer l'homologation de l'ACA. 1983.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

54. GILBERT, F.I. JR., C.E. Minn, Duncan, T. Aldrich, W.H. Lederer et J.E. Wilkinson. Effects of Chemical Preservatives on the Health of Wood Treating Workers in Hawai (1982). Clinical Profiles and Historical Prospective Study. American Wood preservers Institute. McLean, Virginia, Juillet 1983.
 55. TAKAHASI, W., K. Pfenninger et L. Wong. Urinary Arsenic, Chromium, and Copper Levels in Workers Esposed to Arsenic Based Wood Preservatives. Arch. Envir. Health. 1983. 38(4), 209-214.
 56. NORIN, H. et M. Vahter. Rapid Method for Selective Analysis of Total Urinary Metabolites of Inorganic Arsenic. Journal Scandinave du travail, de l'environnement et de la santé, 1981, vol. 7, 38-44.
 57. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Availability of Quality Criteria for Water. 1986. Federal Register. 1986. 51(232): 43665-7.
 58. KONASEWICH, D.E. et G. Gough. Spill Incidents and Consequences at Kopper's Facility. Exposé donné à un atelier du SPE sur la gestion des produits chimiques, intitulé "Mesure des rejets de produits chimiques des installations de traitement du bois" et parrainé par Envirochem Services et Environnement Canada. Burnaby, Colombie-Britannique, 27-28 mars 1985.
 59. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. Mentionné à la référence 19.
 60. LE CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Direction des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 1987.
 61. RITTER, Michael A.. Timber Bridges Design, Construction, Inspection, and Maintenance. United States Department of Agriculture Forest Service, Washington, 1990, 944 p.
-

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 080 232