



Environnement
Canada

Environment
Canada

Service de la
protection de
l'environnement

Environmental
Protection
Service

collection
ENVIROGUIDE

L'ÉTHYLÈNEGLYCOL

TP
248
.E72
E8514
1985

Canada

avril 1985

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

TP
248
.E7
E851
1985

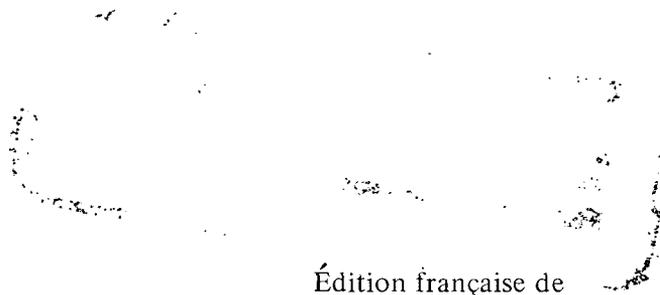
L'ÉTHYLÈNEGLYCOL



SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT
DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
AVRIL 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par la section des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8



Édition française de
Ethylene Glycol
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VII
	Liste des tableaux	VII
	Abréviations et symboles	VIII
	Définitions	X
	Sigles	XI
1	Résumé	
2	Propriétés physiques et chimiques	
3	Production, transport et commerce	
3.1	Qualités et teneurs du produit	9
3.2	Fabricants situés au Canada	9
3.3	Autres fournisseurs	9
3.4	Centres de production et transport	10
3.5	Volume de production	10
3.6	Développement de l'industrie	10
3.7	Fabrication industrielle	10
3.7.1	Information générale	10
3.7.2	Procédé de fabrication	10
3.8	Principales utilisations au Canada	11
3.9	Principaux acheteurs au Canada	11
4	Manutention du produit et compatibilité	
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	12
4.1.1	Transport en vrac	12
4.1.1.1	Wagons-citernes	12
4.1.1.2	Véhicules-citernes routiers	12
4.1.2	Transport en emballages	15
4.2	Déchargement	15
4.2.1	Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes	15
4.2.2	Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications	18
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	19
5	Fuite et migration du produit	
5.1	Aperçu général	22
5.2	Fuite du produit	22
5.2.1	Introduction	22
5.2.2	Nomogrammes des fuites	24
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps	24
5.2.2.2	Débit de fuite du liquide en fonction du temps écoulé	24
5.2.3	Exemples de calcul	24
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	24
5.4	Comportement dans l'eau	24
5.4.1	Introduction	24
5.4.2	Nomogrammes de diffusion du polluant	25
5.4.2.1	Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées	25
5.4.2.2	Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau	28
5.4.3	Exemples de calcul	28
5.4.3.1	Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	28
5.4.3.2	Teneur moyenne en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau	29
5.5	Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol	29
5.5.1	Introduction	29
5.5.2	Migration du polluant dans un sol à capacité au champ	30
5.5.3	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant	30

5.5.4	Types de sol	30
5.5.5	Nomogrammes de la migration	30
5.5.6	Exemple de calcul	31
6	Protection de l'environnement	
6.1	Limites maximales admissibles	44
6.1.1	Qualité de l'eau	44
6.1.2	Qualité de l'air	44
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	44
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux États-Unis	44
6.2.2	Mesure de la toxicité	44
6.3	Toxicité pour les mammifères	45
6.4	Toxicité pour pour l'avifaune	45
6.5	Toxicité pour les végétaux	45
6.6	Dégradation du polluant	45
6.7	Devenir et effets à long terme	46
7	Protection de la santé	
7.1	Normes d'exposition recommandées	47
7.2	Données sur les propriétés irritantes	48
7.2.1	Contact avec la peau	48
7.2.2	Contact avec les yeux	48
7.3	Seuils de perception des propriétés organoleptiques	49
7.3.1	Odeur	49
7.3.2	Goût	49
7.4	Études sur les effets toxiques	49
7.4.1	Inhalation (effets)	49
7.4.2	Ingestion (effets)	49
7.4.3	Contact avec la peau (effets)	50
7.4.4	Contact par voie sous-cutanée	50
7.4.5	Mutagenicité, tératogénicité, carcinogénicité	51
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	51
7.5.1	Inhalation (symptômes)	51
7.5.2	Ingestion (symptômes)	51
7.5.3	Contact avec la peau (symptômes)	52
7.5.4	Contact avec les yeux (symptômes)	52
8	Compatibilité chimique	
8.1	Compatibilité entre l'éthylèneglycol et divers produits chimiques	53
9	Mesures d'intervention et de sécurité	
9.1	Mesures recommandées	54
9.1.1	Danger d'incendie	54
9.1.2	Moyens d'extinction	54
9.1.3	Mesures d'intervention en cas de déversement	54
9.1.3.1	Information générale	54
9.1.3.2	Déversement sur le sol	54
9.1.3.3	Déversement dans l'eau	54
9.1.4	Nettoyage et traitement	55
9.1.4.1	Information générale	55
9.1.5	Élimination du polluant	55
9.1.6	Appareils et vêtements de protection	55
9.1.7	Précautions pour l'entreposage	55
10	Cas de déversement accidentel	
10.1	Information générale	56
10.2	Déversement d'un camion-citerne	56

11	Identification et dosage du polluant	
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	57
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	57
11.2	Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)	58
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)	58
11.3.1	Spectroscopie de l'infrarouge	58
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)	58
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)	58
11.5.1	Spectroscopie de l'infrarouge	58
11.6	Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)	58
12	Références et bibliographie	
12.1	Références	59
12.2	Bibliographie	64

LISTE DES FIGURES

1	Diagramme de phase du système HOCH ₂ CH ₂ OH . H ₂ O	6
2	Pression de vapeur en fonction de la température	7
3	Masse volumique en fonction de la température	7
4	Diagramme de phase	8
5	Wagon-citerne de spécification 111A60W1	13
6	Fûts types	16
7	Déchargement d'un wagon-citerne	17
8	Wagon-citerne percé au-dessous du niveau du liquide	22
9	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	23
10	Débit de fuite en fonction du temps écoulé	23
11	Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	26
12	Distance en fonction du temps	27
13	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	32
14	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	33
15	Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente	34
16	Delta en fonction de alpha	35
17	Teneur maximale en fonction de delta	36
18	Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse	27
19	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse	38
20	Migration dans le sol	39
21	Plan d'utilisation des nomogrammes	40
22	Migration dans du sable grossier	41
23	Migration dans du sable limoneux	42
24	Migration dans du till argileux	43

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de conversion	5
2	Spécifications CCT/DOT relatives aux wagons-citernes	12
3	Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1	14
4	Caractéristiques des fûts	15
5	Compatibilité entre le produit et certains matériaux de fabrication	20
6	Abréviations de noms de matériaux de construction	21

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant	min.	Minimum
atm	Atmosphère	mn	Minute
c.f.	Coupelle fermée	M mol.	Masse molaire
c.o.	Coupelle ouverte	M vol.	Masse volumique
CPG	Chromatographie en phase gazeuse	mol	Mole
d	Densité	MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
d vap	Densité de vapeur	N	Newton
d.-v.	Demi-vie	Pa · s	Pascal seconde
D ext.	Diamètre extérieur	pds équ.	Poids équivalent
D int.	Diamètre intérieur	ppb	Parties par milliard (10 ⁻⁹)
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse	ppm	Parties par million (10 ⁻⁶)
DBO	Demande biochimique en oxygène	ppt	Parties par mille (10 ⁻³)
DCO	Demande chimique en oxygène	psi	<i>Pounds per square inch</i>
D _e	Diamètre d'entrée	P	Pression
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme	P _c	Pression critique
DMM	Diamètre moyen en masse	PEL	<i>Permissible Exposure Limit</i>
DMN	Diamètre moyen en nombre	Po	Poise
DMV	Diamètre moyen en volume	Pt cong.	Point de congélation
DPI	Détecteur à photo-ionisation	Pt déf.	Point de déflagration
D _s	Diamètre de sortie	Pt dét.	Point de détonation
DL min.	Dose létale minimale	Pt ébul.	Point d'ébullition
DL 50	Dose létale moyenne	Pt écl.	Point d'éclair
et coll.	et collaborateurs	Pt écou.	Point d'écoulement
eV	Électronvolt	Pt fus.	Point de fusion
f. n. équ.	Fumée normalisée équivalente	Pt liq.	Point de liquéfaction
gal imp.	Gallon impérial	PVC	Chlorure de polyvinyle
IDLH	<i>Immediately Dangerous to Life or Health</i>	q	Débit
IR	Infrarouge	q _e	Débit d'entrée
j	jour	q _f	Débit de fuite
J	Joule	q _m	Débit-masse
K	Coefficient de perméabilité	q _s	Débit de sortie
l	litre	q _v	Débit-volume
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité	std	Standard
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité	SM	Spectroscopie de masse
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité	St	Stokes
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité	STEL	<i>Short Term Exposure Limit</i>
m	Masse	t	Tonne
MAK	Teneur maximale admissible (norme établie par la RFA)	t	Temps
MAK-K	Teneur maximale admissible (norme établie par la RDA)	temp.	Température
MAK-D	Teneur maximale admissible – courte durée (norme établie par la RDA)	temp. _c	Température critique
max.	Maximum	TE 50	Teneur efficace moyenne
mé/l	Milliéquivalent par litre	tf	Tonne forte
MIK	Teneur maximale d'immission (norme établie par la RDA)	TI 50	Teneur inhibitrice moyenne
		TLm	Tolérance moyenne
		TL min.	Teneur létale minimale
		TL 50	Teneur létale moyenne
		TLV [®]	<i>Threshold Limit Value</i>
		TLV [®] -C	<i>Threshold Limit Value-Ceiling</i>
		TPN	Température et pression normales

TT min.	Teneur toxique minimale	V évap.	Vitesse d'évaporation
u	Vitesse du vent	°Bé	Degré Baumé
μ	Viscosité	°C	Degré Celsius
vap	Vapeur	ϕ	Diamètre
vol.	Volume	x	Distance sous le vent
V	Vitesse d'écoulement	W	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction
V biod.	Vitesse de biodégradation		

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance dépasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH (*Immediately Dangerous to Life or Health*). – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK (*Maximale Arbeitsplatz Konzentration*). – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL (*Permissible Exposure Limit*). – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (*TLV – Short Term Exposure Limit*). – Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV[®]-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplas-togènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV[®] (Threshold Limit Value). – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV[®]-C (Threshold Limit Value-Ceiling). – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists	ITII	International Technical Information Institute (Japon)
ANSI	American National Standards Institute	MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
ASTM	American Society for Testing and Materials	MDT	Ministère des Transports (du Canada)
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)	NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
AWWA	American Water Works Association	NAS	National Academy of Sciences (USA)
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)	NFPA	National Fire Protection Association (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)	NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
CCPA	Canadian Chemical Producers Association	NRC	National Research Council (USA)
CCT	Commission canadienne des transports	OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)		
EPA	Environmental Protection Agency (USA)		

1 RÉSUMÉ

Éthylèneglycol (C₂H₆O₂)

L'éthylèneglycol est un liquide incolore, légèrement visqueux.

Synonymes

Alcool éthylénique, dihydrate d'éthylène, glycol, alcool glycolique, monoéthylèneglycol, dihydroxy-1-2 éthane, éthanediol-1-2.

Appellations commerciales

M.E.G., Macrogol 400 BPC, NCI-C00920, Tescol

Numéros d'identification

CAS 107-21-1; OHM-TADS 7216718; STCC 491505. Il n'existe aucun n° UN. Aucune étiquette de danger ou étiquette d'identification n'est requise.

Qualité et teneur

Industrielle: 99 p. 100 d'éthylèneglycol

Dangers immédiats

Incendie. – L'éthylèneglycol est un liquide combustible.

Effets sur l'homme. – L'éthylèneglycol est modérément toxique lorsqu'il y a ingestion ou contact et peu toxique pour les poumons.

Effets sur l'environnement. – L'éthylèneglycol est nocif pour les espèces aquatiques lorsqu'il est présent à de fortes teneurs.

Données relatives aux propriétés physiques

État (à 15 °C; 1 atm)	: Liquide
Point d'ébullition	: 197,6 °C
Point de fusion	: -13 °C
Inflammabilité	: Combustible
Point d'éclair	: 116 °C
Densité	: 1,1135 g/ml (20 °C)
Solubilité (dans l'eau)	: Soluble, quelles que soient les proportions.
Comportement (dans l'eau)	: Descend au fond et se mélange, sans qu'il y ait réaction.
Comportement (dans l'air)	: Vapeurs plus lourdes que l'air.

Dangers pour l'environnement

Présent à des teneurs élevées, l'éthylèneglycol est nocif pour la vie aquatique. Il est toxique pour les animaux et les oiseaux qui l'ingèrent. Dans l'eau, il se biodégrade. Il ne présente aucun danger de bioconcentration ou de bio-amplification (le long de la chaîne alimentaire).

Dangers pour l'homme

Teneur maximale admissible (TLV®) établie par l'ACGIH: 1 ppm (125 mg/m³). Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) établie par le NIOSH: 1000 ppm.

Effets en cas d'inhalation. – L'éthylèneglycol est peu volatile. Lorsqu'il est chauffé, des vapeurs peuvent s'échapper et causer une intoxication, des maux de tête, des évanouissements et une dépression du système nerveux central.

Effets en cas de contact. – L'éthylèneglycol provoque une irritation oculaire et des conjonctivites. Le contact avec la peau peut amener des symptômes semblables à ceux qu'entraîne l'ingestion.

Effets en cas d'ingestion. – L'éthylèneglycol peut causer des étourdissements, des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements, des intoxications, le coma et la mort.

Dispositions immédiates à prendre

- En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux où s'est produit l'accident. Signaler: «Produit combustible». Appeler le service d'incendie et avertir le distributeur. Éliminer les causes possibles d'inflammation, ce qui implique une interruption de la circulation et du fonctionnement des appareils. Arrêter l'écoulement et confiner le liquide déversé si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le liquide. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

- En cas d'incendie

Éteindre les flammes à l'aide de mousse anti-alcool, de poudre sèche, de neige carbonique ou d'eau pulvérisée. Refroidir avec de l'eau les récipients menacés par les flammes.

Mesures d'intervention d'urgence

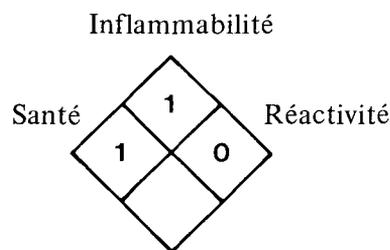
- Éthylèneglycol répandu sur le sol

Construire des barrages pour confiner la nappe ou la diriger vers des surfaces imperméables. Enlever le produit à l'aide de pompes ou d'appareils aspirateurs. Absorber ce qui reste au moyen de sorbants naturels ou synthétiques.

- Éthylèneglycol déversé dans l'eau

Confiner la nappe au moyen de barrages, de déversoirs flottants ou d'obstacles naturels. Enlever l'eau afin de pouvoir l'épurer plus tard; autrement, l'épurer sur place.

Niveau de gravité du risque selon la NAS (étatsunienne) (Catégorie)	(Niveau)	Évaluation du risque selon la NFPA (étatsunienne)
Incendie	1	
Santé		
Irritation causée par des vapeurs	0	
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	0	
Intoxications	1	
Pollution de l'eau		
Toxicité pour l'homme	2	
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	1	
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	1	
Réactivité		
Autres produits chimiques	2	
Eau	0	
Réaction spontanée	0	



Champ inférieur vide: utiliser l'eau
comme moyen d'extinction

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Propriétés relatives au changement d'état

Aspect	Liquide incolore, légèrement visqueux (Dow MSDS, 1978)
État à l'expédition	Liquide (Dow MSDS, 1978)
État physique (à 15 °C; 1 atm)	Liquide
Point de fusion	-13 °C (Kirk-Othmer, 1980)
Point d'ébullition	196,6 °C (Kirk-Othmer, 1980)
Tension de vapeur	0,008 kPa (20 °C) (Kirk-Othmer, 1980)

Densités

Masse volumique	1,1135 g/ml (20 °C) (Kirk-Othmer, 1980)
Densité	
du liquide (eau = 1)	1,1088 (20 °C/4 °C) (CRC, 1980)
des vapeurs (air = 1)	2,14 (Verschueren, 1984)

Propriétés relatives à la combustion

Inflammabilité	Liquide combustible (NFPA, 1978)
Point d'éclair	116 °C (Kirk-Othmer, 1980; Olin PD, 1980)
Température d'inflammation spontanée	398 °C (NFPA, 1978)
	410 °C (Ullmann, 1975)
Vitesse de combustion	1 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite inférieure d'inflammabilité	3,2 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978)
Chaleur de combustion	-1189,5 kJ/mol (25 °C) (Kirk-Othmer, 1980)
Produits de combustion	Dioxyde de carbone et eau (CRC, 1980)

Autres propriétés

Masse molaire de la substance	62,07 (CRC, 1980)
Composition caractéristique de la qualité commerciale	Plus de 99 p. 100 d'éthylèneglycol et le reste en eau (Olin PD, 1980; Kirk-Othmer, 1980)
Indice de réfraction	1,4318 (20 °C) (CRC, 1980)
Viscosité	33,6 mPa . s (10 °C) (Olin PD, 1980)
	19,8 mPa . s (20 °C) (Kirk-Othmer, 1980)
Tension superficielle avec l'air	48,4 mN/m (20 °C) (Kirk-Othmer, 1980)
Hygroscopicité	Hygroscopique (Olin PD, 1980)
	Absorbe deux fois son poids d'eau à 100 p. 100 d'humidité relative
Chaleur latente de fusion	11,63 kJ/mol (au point de fusion) (Kirk-Othmer, 1980)
Chaleur latente de sublimation	65,6 kJ/mol (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)
Chaleur latente de vaporisation	52,2 kJ/mol (au point d'ébullition) (Kirk/Othmer, 1980)
Chaleur de formation	-455 kJ/mol (25 °C) (Sussex, 1977)
Chaleur de dissolution	-27,2 J/g (17 °C) (Merck, 1976)

Capacité calorifique:

à pression constante

149,3 J/(mol . °C) (19,8 °C) (Kirk-Othmer, 1980)

97 J/(mol . °C) (gaz parfait à 25 °C)

(Kirk-Othmer, 1980)

à volume constant

136 J/(mol . °C) (20 °C) (Perry, 1973;

CHRIS, 1978)

Pression critique

6515,7 kPa (Kirk-Othmer, 1980)

Température critique

372 °C (Kirk-Othmer, 1980)

Coefficient de dilatation thermique0,62 x 10⁻³/°C (20 °C) (Ullmann, 1975)**Conductivité thermique**

0,2609 W/(m . K) (Olin PD, 1980)

Teneur saturante0,65 g/m³ (30 °C) (Verschueren, 1984)0,204 g/m³ (79 ppm) (20 °C) (Miller, 1979)**Mélange eutectique**

Solution aqueuse à 50 p. 100 (poids/ poids) (point de congélation à

-36,6 °C) (Kirk-Othmer, 1978)

Log₁₀ du coefficient de partage octanol/eau

-1,93 (Hansch et Leo, 1979)

Solubilité

Dans l'eau

Miscible dans toutes les proportions (Dow MSDS, 1978)

Dans d'autres substances communes

Miscible à l'éther diéthylique

(7,89 g/100 ml), aux alcools aliphatiques, aux aldéhydes et aux cétones (Olin PD, 1980); miscible à l'acide acétique, à l'acétone et à l'éthanol (CRC, 1980)

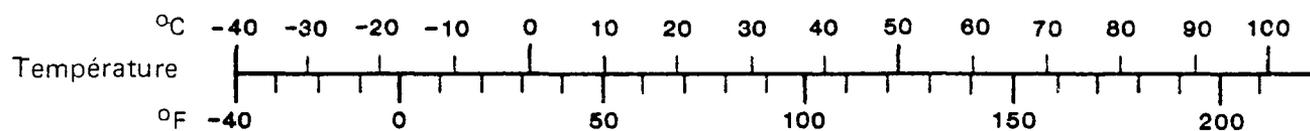
Facteur de conversion

pour les vapeurs

1 ppm = 2,74 mg/m³

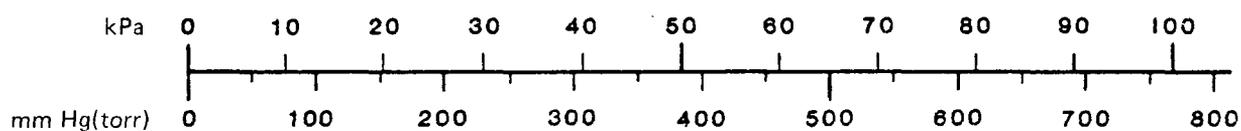
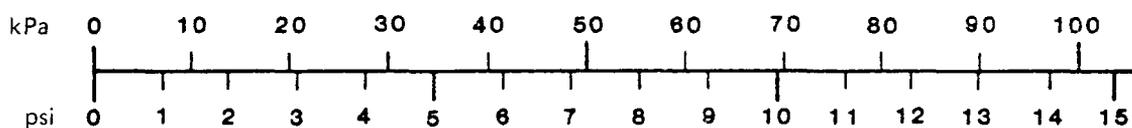
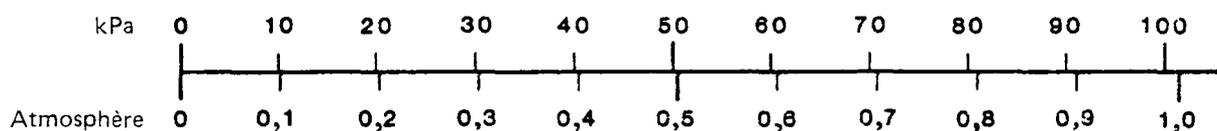
ÉTHYLÈNEGLYCOL

NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression

1 kPa = 1 000 Pa



Viscosité

Dynamique 1 Pa·s = 1 000 centipoises (cPo)

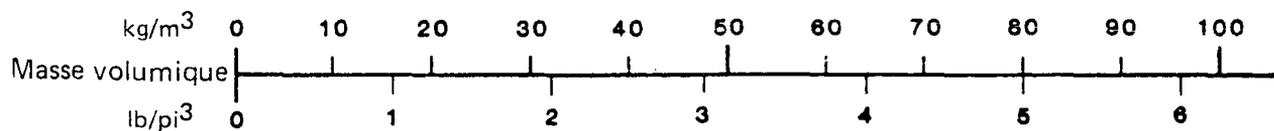
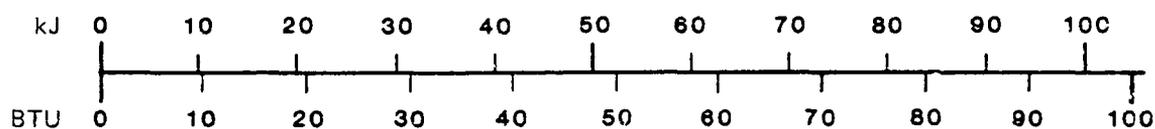
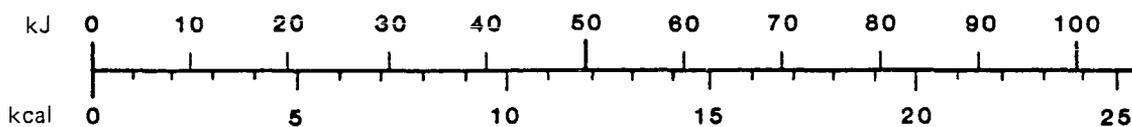
Cinématique 1 m²/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)

1 ppm \cong 1 mg/l

Énergie (chaleur)

1 kJ = 1 000 J



ÉTHYLÈNEGLYCOL

DIAGRAMME DE PHASE DU SYSTÈME HOCH₂CH₂OH . H₂O

Source: ISH, 1977

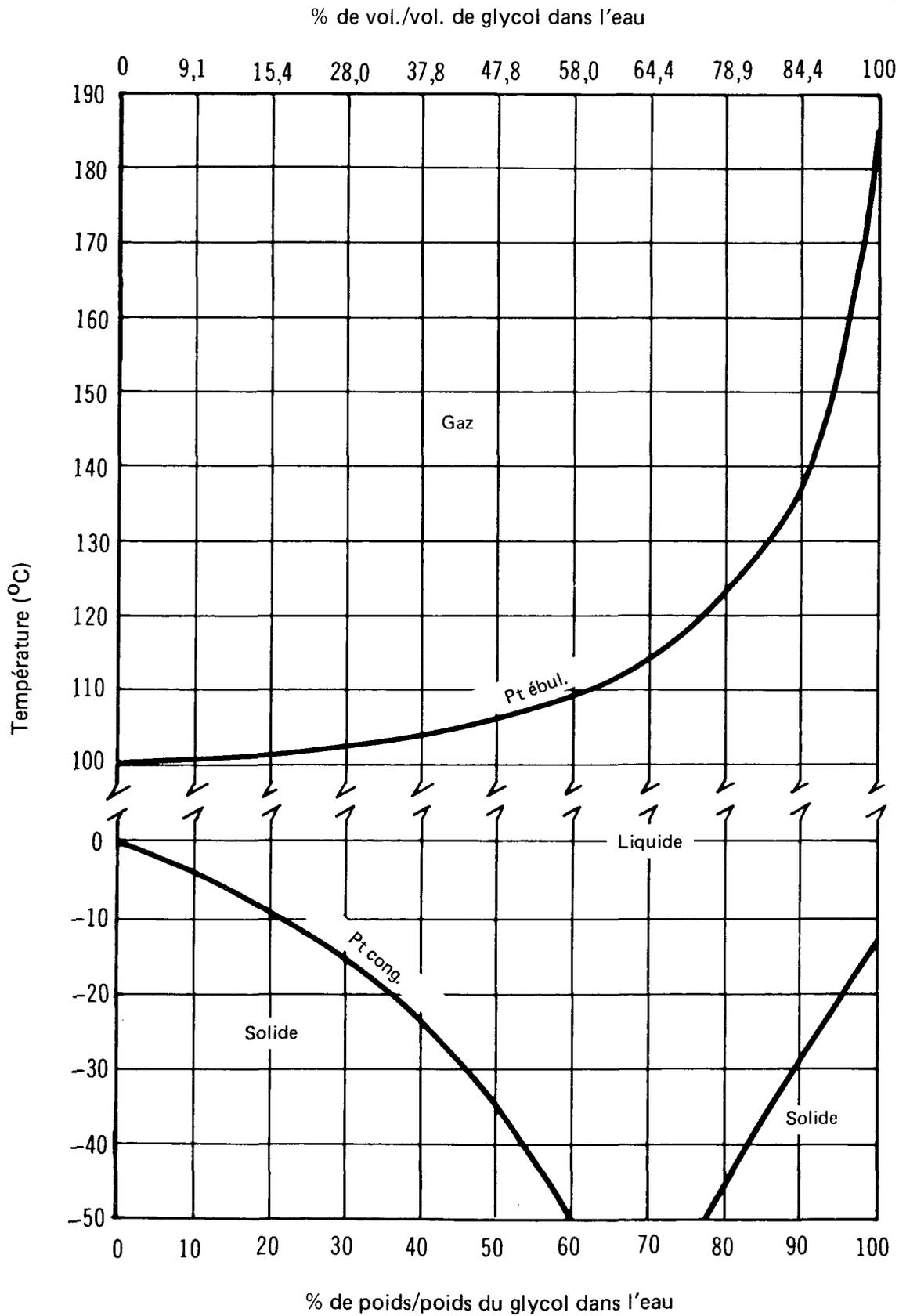


Figure 2

ÉTHYLÈNEGLYCOL

PRESSION DE VAPEUR
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: ISH, 1977

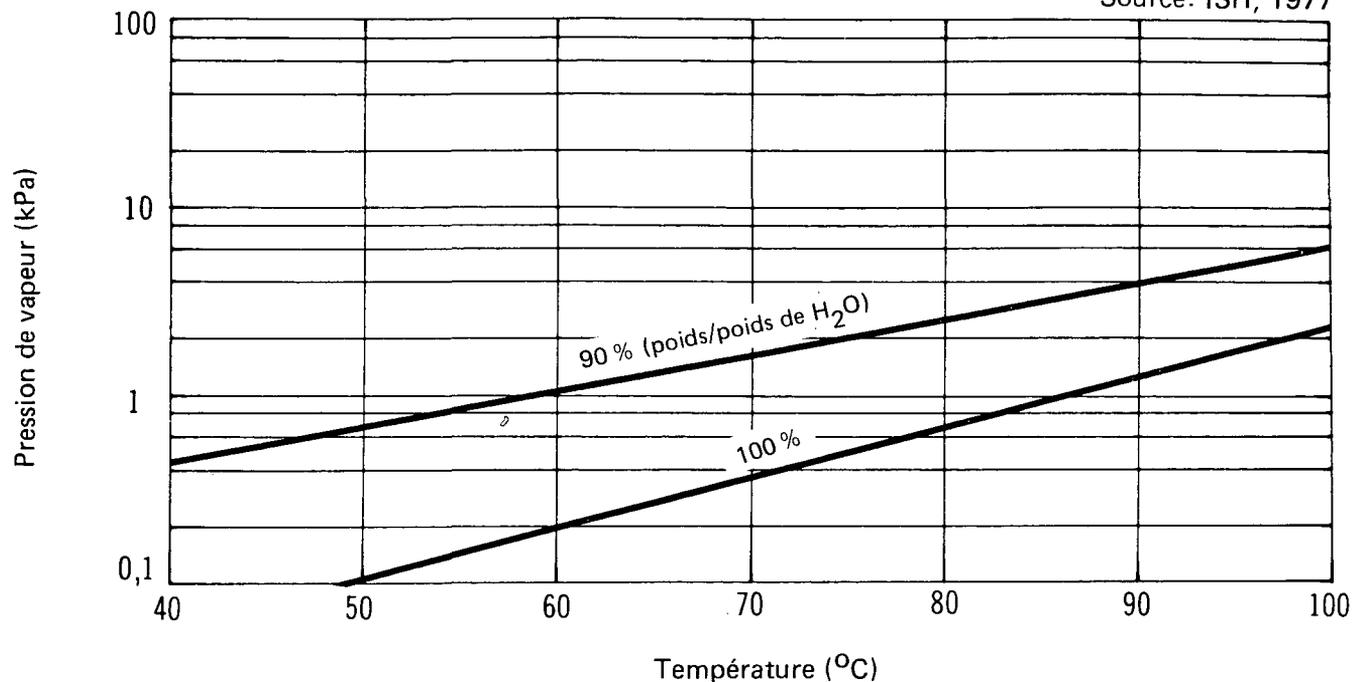
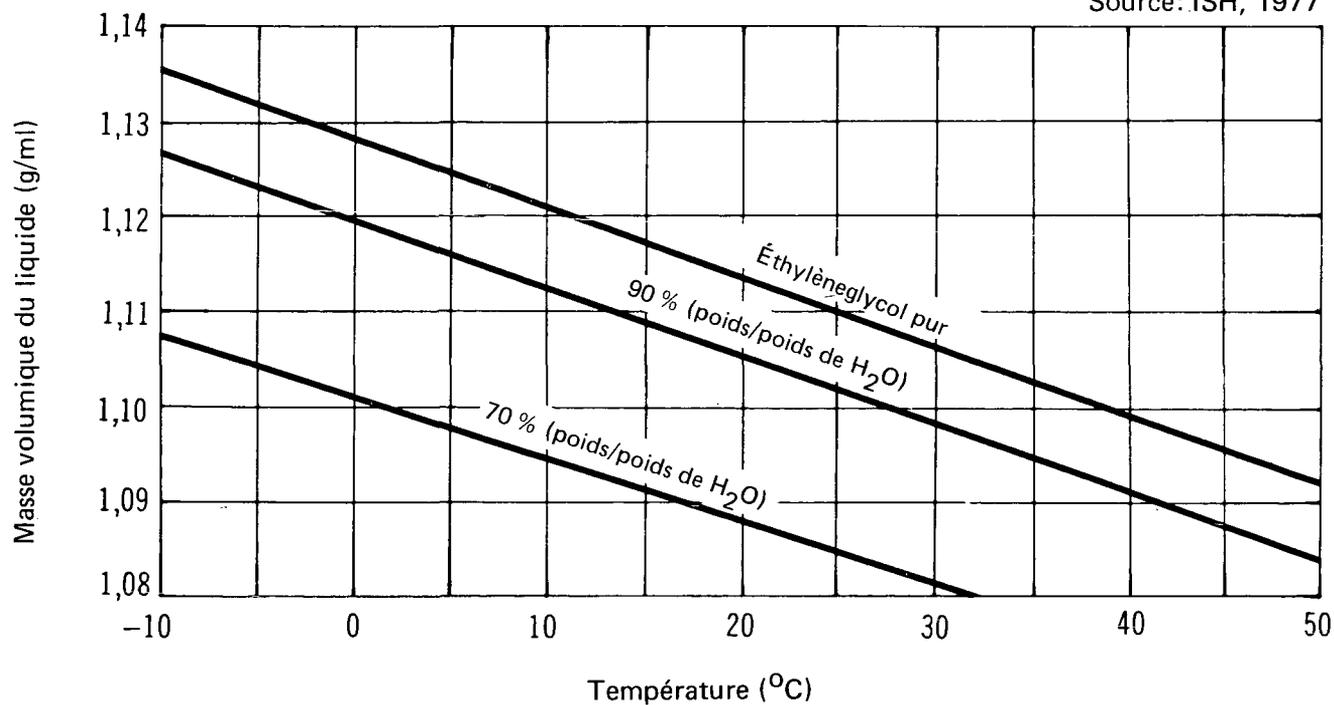


Figure 3

ÉTHYLÈNEGLYCOL

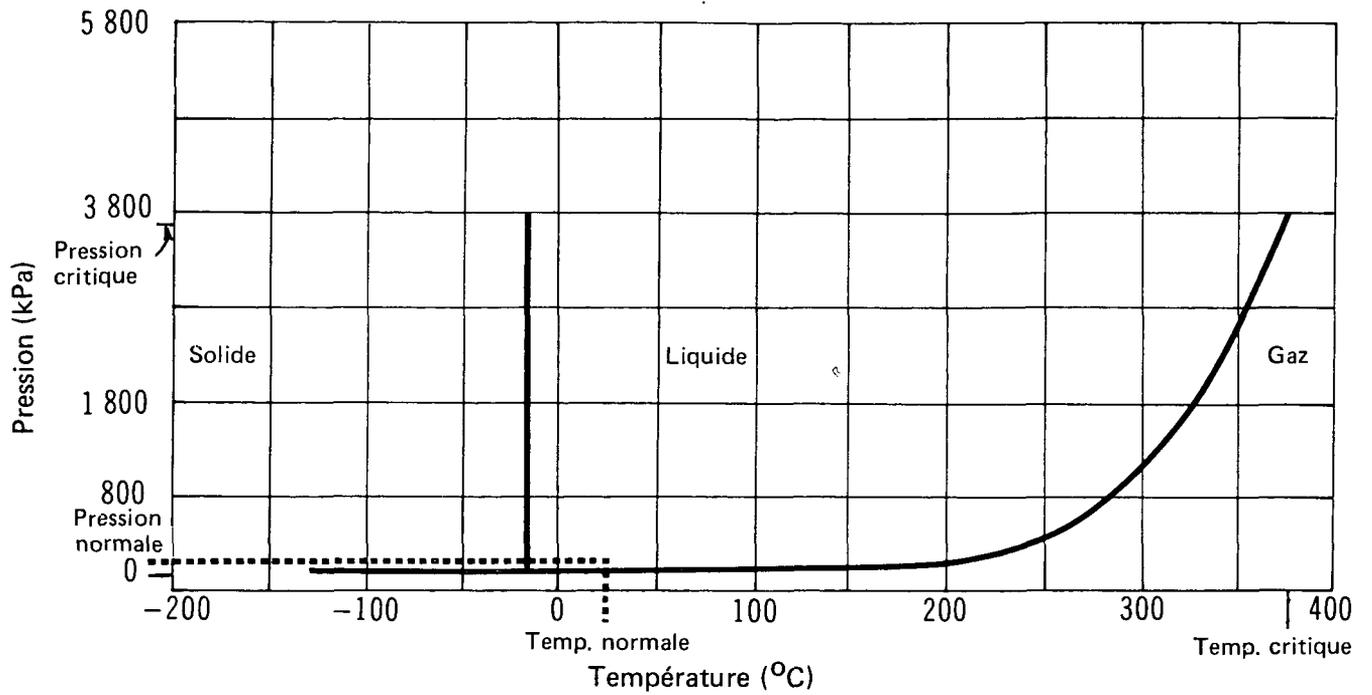
MASSE VOLUMIQUE
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: ISH, 1977



ÉTHYLÈNEGLYCOL

DIAGRAMME DE PHASE



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et teneurs du produit

Il existe toute une gamme de qualités d'éthylèneglycol. La plus commune est la qualité industrielle (également appelée technique ou commerciale); elle correspond à une teneur de 99 p. 100 en éthylèneglycol. Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques des qualités industrielle et polyester (Miller, 1979).

Caractéristique	Qualité industrielle	Qualité polyester
Teneur (en p. 100)	99,0	> 99,0
Acidité (en p. 100 d'acide acétique)	0,005	0,005
Eau (en p. 100 de pds/pds)	0,2	0,08
Cendres (en p. 100 de pds/pds)	0,005	0,005
Glycol diéthylénique (en p. 100)	0,5	0,08
Fer (ppm maximales)	s/o	0,07

Les dégivrants utilisés dans les aéroports contiennent beaucoup d'éthylèneglycol. Les caractéristiques de deux produits commerciaux types sont présentées ci-dessous (Jank, 1974).

Caractéristique	Dow	UCAR
Eau (en p. 100)	50	5
Éthylèneglycol (en p. 100)	32	56
Propylène-glycol (en p. 100)	16	38
Inhibiteur (en p. 100)	2	1
pH	8	8,7
DBO (mg/l)	362×10^3	712×10^{-3}

3.2 Fabricants situés au Canada

Le lecteur trouvera ci-dessous les adresses et les numéros de téléphone des sièges sociaux (Corpus, 1983; CBG, 1980; Scott, 1979). Il est à noter que ces adresses et numéros ne sont pas fournis dans le but que l'on s'en serve comme premier recours quand survient un déversement accidentel.

Dow Chemicals Canada Inc., Box 1012, Modeland Road, Sarnia (Ont.), N7T 7K7, (519) 339-3131
Union Carbide Canada Ltd., 123 Eglinton Avenue East, Toronto (Ont.), M4P 1J3, (416) 487-1311

3.3 Autres fournisseurs (Corpus, 1983; CBG, 1980; Scott, 1979)

International Chemical Canada Ltd., P.O. Box 385, Mississauga (Ont.), L6V 2L3, (416) 453-4234
May and Baker Canada Inc., 6557 Mississauga Road, Mississauga (Ont.), L5N 1A6, (416) 821-4450
Mitsui & Co. (Canada) Inc., Royal Bank Plaza, South Tower, Suite 3333, P.O. Box 53, Toronto (Ont.), M5J 2J2, (416) 865-0330

3.4 Centres de production et transport

L'éthylèneglycol fabriqué au Canada provient surtout de Fort Saskatchewan en Alberta (59 p. 100 de la production totale). Les autres centres de production sont situés à Montréal (28 p. 100) et à Sarnia (13 p. 100). Le produit est expédié par wagon et par camion presque partout au Canada.

3.5 Volume de production (Corpus, 1983)

Société, emplacement de l'usine	Capacité nominale: kilotonnes/an (1982)
Dow Chemical of Canada, Sarnia (Ont.)	45
Dow Chemical, Fort Saskatchewan (Alb.)	204
Union Carbide Canada, Montréal (Qc)	95
TOTAL	344
Production nationale (1982)	169
Importations (1982)	0
TOTAL des approvisionnements	169

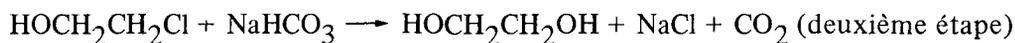
3.6 Développement de l'industrie

Union Carbide Canada construit une usine d'une capacité de production de 230 kt/an à Prentiss (Alb.). L'usine sera en activité sous peu (Corpus, 1983).

3.7 Fabrication industrielle (Shreve, 1977; Kirk-Othmer, 1980)

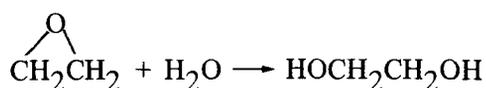
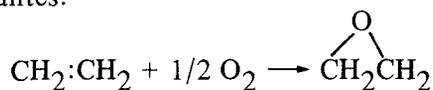
3.7.1 Information générale. – Deux méthodes sont employées pour produire de l'éthylèneglycol. La première recourt à la chlorhydrine d'éthylène comme intermédiaire; la seconde, plus récente, utilise la réaction de l'éthylène avec l'oxygène et l'eau.

3.7.2 Procédé de fabrication. – La production d'éthylèneglycol à partir de la chlorhydrine d'éthylène consiste à combiner la chlorhydrine et le bicarbonate de sodium comme suit:



À la fin de la première étape, l'éthylène et le chlorure sont mélangés dans l'eau, à une température de 10 à 49 °C. On obtient une solution de chlorhydrine concentrée à 35 à 40 p. 100, qui est mise en contact avec du bicarbonate de sodium à la deuxième étape. La solution de glycol est concentrée par distillation.

On peut également obtenir de l'oxyde d'éthylène en chauffant la chlorhydrine en présence de soude caustique ou de chaux éteinte. Le produit obtenu peut être transformé en glycol par hydratation en présence d'un acide faible. Cette méthode de production comporte les réactions suivantes:



L'éthylène, l'oxygène et le gaz de recyclage sont acheminés vers un réacteur tubulaire qui contient un catalyseur à base d'argent (ou d'acide sulfurique) et qui fonctionne à une température de 200 à 300 °C. L'oxyde d'éthylène est récupéré par absorption dans l'eau. Le liquide est mis en contact avec de l'eau en présence d'acide à une température de 50 à 100 °C. On extrait ensuite le glycol de l'effluent obtenu.

3.8 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983)

L'éthylèneglycol est utilisé dans la fabrication d'antigels, de téréphtalate de polyéthylène, d'esters glycoliques, de solvants, de siccatifs, d'explosifs et de pellicules celluloses, dans la production de fibres de polyester et dans le traitement des gaz. En 1982, 81 p. 100 de la production canadienne ont été vendus sous forme d'éthylèneglycol, 11 p. 100 ont été exportés et le reste a été utilisé directement pour la production de polyglycols, d'éthoxylantes, etc. La moitié de l'éthylèneglycol vendu servirait à la fabrication d'antigels.

3.9 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983; CGB, 1980)

Air Canada, la plupart des grandes villes canadiennes	Harrisons & Crosfield, Toronto, Ontario
A & K Petro-Chem, Weston, Ontario	Hart Chemical, Guelph, Ontario
Alcools de commerce Ltée (Les), Montréal, Québec	Hudson Bay Oil & Gas, Kaybob, Alberta
Alkanyl Chemicals, Mississauga, Ontario	Inmont Canada, Toronto, Ontario
Amoco Canada Petroleum, Mississauga, Ontario	International Chemical, Brampton, Québec
Apco Industries, Toronto, Ontario	Iron Ore du Canada, Sept-Îles, Québec
Arliss Chemical, Montréal, Québec	Kert Chemical, Toronto, Ontario
Ashland Chemical/Solvents, Mississauga, Ontario	Laurentide Chemicals, Shawinigan, Québec
Bate Chemical, Toronto, Ontario	Lawrason's Chemicals, London, Ontario
BLC Canada, Cornwall, Ontario	Lester Ink & Chemicals, Thornhill, Ontario
Becton Dickenson Canada, Mississauga, Ontario	Millhaven Fibres, Millhaven, Ontario
British American Chemicals, Vancouver (C.-B.)	Moore, Benjamin, Toronto, Ontario
Canada Colors & Chemicals, Toronto, Ontario	Niagara Protective Coatings, Niagara Falls, Ontario
Canada Printing Ink, Toronto, Ontario	Northumberland Chemicals, Parkdale (Î.-P.-É.)
Canadian Pacific Airlines, la plupart des grandes villes canadiennes	Peinture internationale Ltée, Montréal, Québec
Canadian Alcolac, Valleyfield, Québec	Peinture Nationale, Québec, Québec
Celanese Canada, Sarnia, Ontario; Edmonton, Alberta	PPG Industries Canada, Toronto, Ontario
Chevron Standard, Kaybob, Alberta	Qualcor Inc., Montréal, Québec
Chinook Chemical, Sarnia, Ontario	Recochem, Montréal, Québec
C-I-L, McMasterville, Québec	Shefford Chemicals, Granby, Québec
C-I-L Paints, Toronto, Ontario	Shell Canada, Toronto, Ontario
Ciscochem, Brampton, Ontario	Shell Canada, Waterton, Ontario
Cote Chemicals, Montréal, Québec	Sherwin-Williams, Montréal, Québec
E. Crossfield, Windfall, Alberta	Sinclair & Valentine, Downsview, Ontario
Dominion Cisco Industries, Toronto, Ontario	Stanchem, Montréal, Québec
Domtar (CDC), Longford Mills, Ontario	St. Lawrence Starch, Mississauga, Ontario
Du Pont Canada, Shawinigan, Québec	Stormont Chemicals, Mississauga, Ontario
General Printing Ink, Weston, Ontario	Texaco Chemicals, Don Mills, Ontario
Glidden (SCM), Toronto, Ontario	Trans Chemicals, Calgary, Alberta
Griffith Laboratories, Scarborough, Ontario	Turbo Resources, Calgary, Alberta
Gulf Canada, Nevis, Alberta	Van Waters & Rogers, Vancouver (C.-B.)
Hall-Chem Inc., Montréal, Québec	Warren Packaging, Toronto, Ontario
	Western Solvents, Toronto, Ontario

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. — Le transport en vrac se fait au moyen de wagons-citernes et de véhicules-citernes routiers.

4.1.1.1 Wagons-citernes. — Comme le transport de l'éthylèneglycol n'est pas régi par les règlements de la CCT et du DOT, comme le produit est combustible et que sa pression de vapeur est faible, plusieurs modèles de wagon-citerne sont utilisés (tableau 2).

Tableau 2
Spécifications CCT/DOT relatives aux wagons-citernes

Spécification	Description du wagon-citerne
103W	Citerne en acier soudé par fusion, avec dôme. Isolée ou non isolée. Service général. Capacité minimale du dôme: 2 p. 100. Soupapes de sécurité (414 kPa) (60 lb/po ²). Orifice de purge ou de rinçage par le bas (facultatif).
111A60W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal: 2 p. 100. Avec jauge. Essai de pressuration: 414 kPa (60 lb/po ²).
111A60F1	Citerne en acier soudé à la forge, sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal: 2 p. 100. Avec jauge. Essai de pressuration: 414 kPa (60 lb/po ²).
111A100W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal: 2 p. 100. Avec jauge. Orifice de purge ou de rinçage par bas (facultatif). Essai de pressuration: 690 kPa (100 lb/po ²).

La figure 5 montre le wagon-citerne 111A60W1, le plus souvent utilisé pour transporter l'éthylèneglycol, et le tableau 3 indique les caractéristiques correspondantes. Le wagon peut être déchargé au moyen d'une pompe ou sous l'action de la pesanteur par un orifice de 152 mm (6 po) de diamètre muni d'un robinet à boisseau conique (TDGC, 1980). L'orifice de déchargement peut être muni d'un manchon à vapeur. On peut également décharger ces wagons par le haut au moyen d'une pompe (Dow TED, 1978). Dans ce cas, le liquide est pompé par une canalisation qui va du fond du réservoir jusqu'à la plate-forme supérieure de manoeuvre, où elle se termine par un robinet de raccord de déchargement.

Une soupape de sécurité réglée à 414 kPa (60 lb/po²) doit être montée à la partie supérieure du wagon (TCM, 1979). Le wagon peut également être muni d'une jauge à tige ou à ruban. Le raccord de déchargement du haut du wagon-citerne doit être protégé par un manchon de protection.

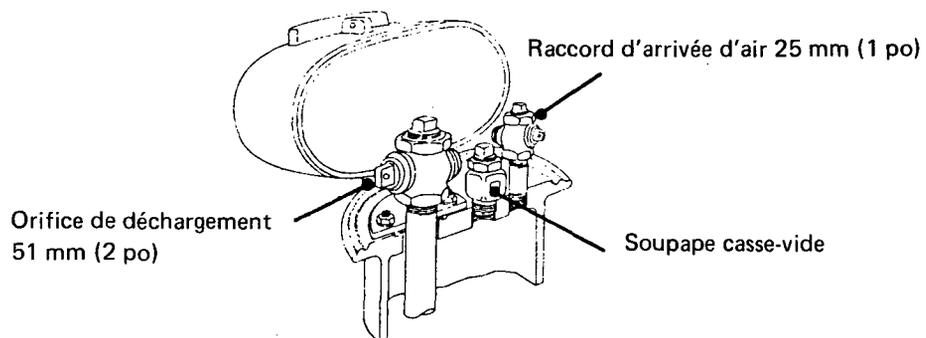
4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers. — L'éthylèneglycol est transporté dans des véhicules-citernes routiers qui ne sont pas classés *sous pression* (Dow TED, 1978). La pression nominale, dans les citernes, ne dépasse pas 14 kPa (2 psi). Ces citernes sont semblables aux citernes décrites dans le cas des wagons. Elles sont déchargées sous l'action de la pesanteur ou à l'aide d'une pompe. Elles sont construites en acier inoxydable et en aluminium. Le matériel et les procédés de déchargement sont semblables à ceux des wagons-citernes (voir ci-après).

Figure 5

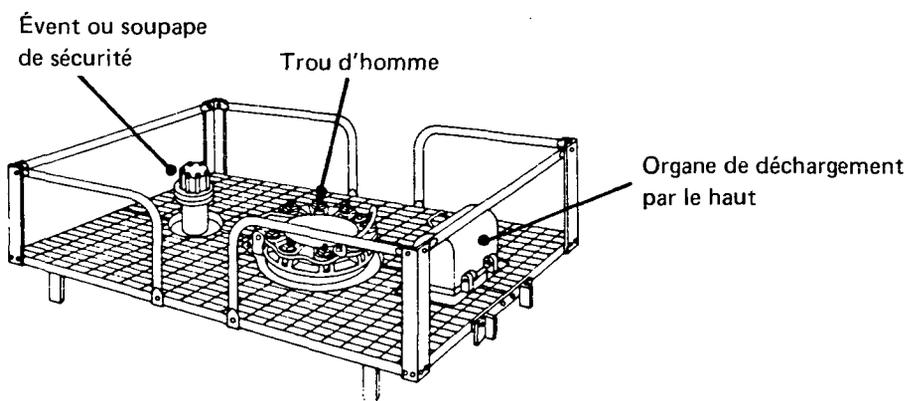
ÉTHYLÈNEGLYCOL

WAGON-CITERNE DE SPÉCIFICATION 111A60W1

(Sources: TCM, 1979; RTDCR, 1974)



Détail des organes de déchargement par le haut



Détail de la plate-forme de dôme

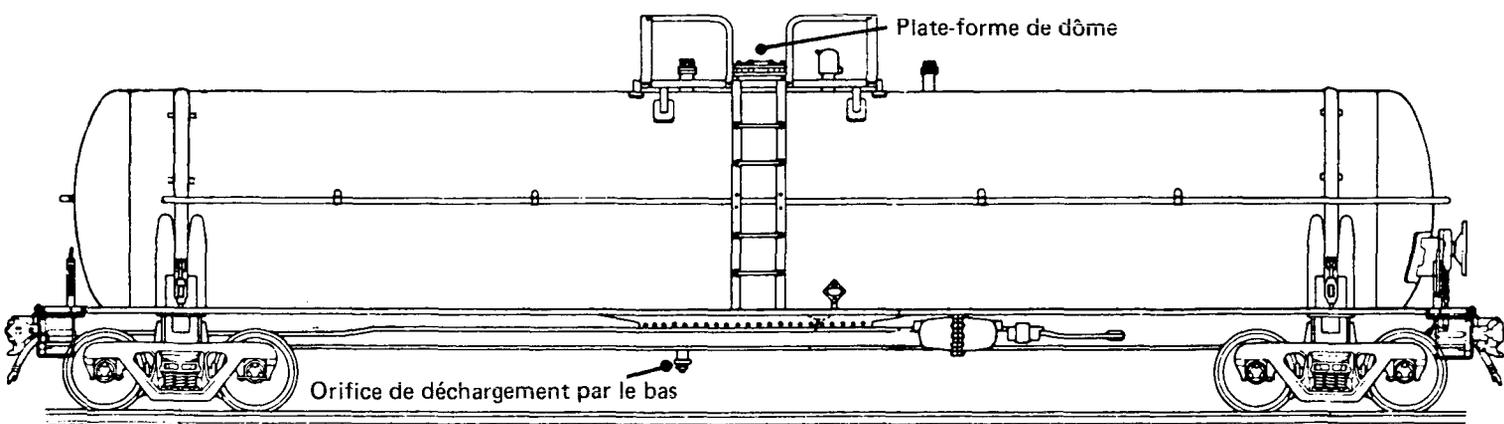


Illustration du wagon-citerne

Tableau 3
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale du wagon-citerne (gal imp.)		
	16 700	17 200	20 000
Structure			
Capacité nominale	75 700 l (16 700 gal)	78 000 l (17 200 gal)	90 900 l (20 000 gal)
Tare (poids à vide)	33 900 kg (74 700 lb)	33 900 kg (74 700 lb)	38 900 kg (85 800 lb)
Masse brute maximale	119 000 kg (263 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 00 kg (263 000 lb)
Citerne			
Matériau	Acier	Acier	Acier
Épaisseur	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)	11,1 mm (7/16 po)
Diamètre intérieur	2,60 m (102 po)	2,62 m (103 po)	2,74 (108 po)
Pression d'épreuve	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression d'éclatement	1 640 kPa (240 psi)	1 640 kPa (240 psi)	1 640 kPa (240 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	17 m (57 pi)	17 m (57 pi)	18 m (60 pi)
Longueur avec pylônes de choc	16 m (53 pi)	16 m (53 pi)	17 m (57 pi)
Longueur entre les pivots de bogie	13 m (42 pi)	13 m (42 pi)	14 m (45 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)	2-3 m (8-10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)	1,5-2 m (5-6 pi)
Déchargement par le haut			
Raccord de déchargement	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)
Orifice de remplissage/trou d'homme	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)	203-356 mm (8-14 po)
Raccord d'arrivée d'air	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)	25-51 mm (1-2 po)
Déchargement par le bas			
Orifice de déchargement par le bas	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)	102-152 mm (4-6 po)
Dispositifs de sécurité	Évent ou soupape de sécurité		
Dôme	Aucun		
Isolation	Facultative		

4.1.2 Transport en emballages. – L'éthylèneglycol est transporté en fûts. Différents matériaux peuvent être utilisés pour la fabrication de ces fûts (voir tableau 4). L'éthylèneglycol est également transporté dans des bouteilles en plastique ou dans des boîtes métalliques (bidons) de toutes sortes.

Tableau 4
Caractéristiques des fûts

Type de fût	Norme	Description	Figure
Acier	1A1	Dessus non amovible, réutilisable	6
	1A1A	1A1 avec rebords renforcés	6
	1A1B	1A1 avec brides de fermeture soudées	6
	1A1D	1A1 avec revêtement (autre que le plomb)	
	1A2	Dessus amovible, réutilisable	6
	1A3	Dessus non amovible, non réutilisable	6
Monel*	TC5M	Dessus non amovible	6
Aluminium	1B1	Dessus non amovible	6
	1B2	Dessus amovible	6
Fûts en acier avec doublure en plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier en forme de fût Doublure en plastique Capacité maximale de 225 l	
Fûts en carton avec doublure en plastique	6HG1	Extérieur en carton, de fabrication convolute (plusieurs épaisseurs enroulées concentriquement). Doublure en plastique en forme de fût. Capacité maximale de 225 l.	

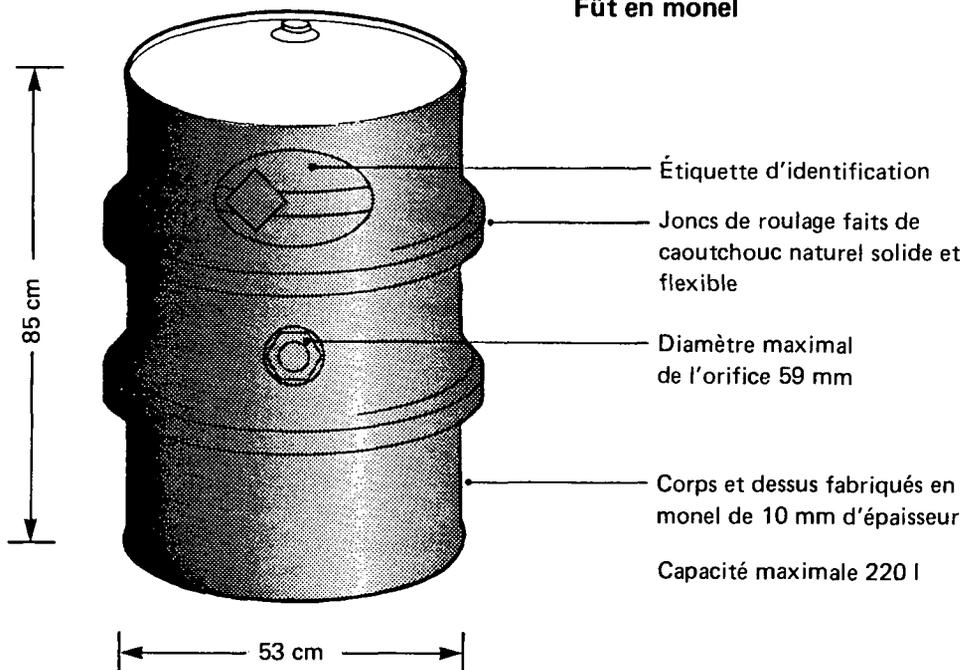
* Voir section 4.3.

4.2 Déchargement

4.2.1 Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes. – Avant de procéder au déchargement, il importe de prendre les précautions suivantes (MCA, 1960):

- vérifier que le réservoir de stockage à évent peut recevoir le contenu du wagon-citerne;
- si le déchargement se fait la nuit, les dispositifs d'éclairage doivent être antidéflagrants;
- les employés ne doivent en aucun cas pénétrer dans le wagon-citerne;
- les freins doivent être serrés et les roues, calées; les dérailleurs doivent être en place et les écriteaux d'avertissement, installés;

Fût en monel



Fût en acier

Revêtement intérieur en plomb, minimum de 2,4 mm selon la norme 1A1C

Étiquette d'identification

Diamètre maximal de l'orifice 70 mm

Corps et dessus fabriqués en acier laminé

Capacité maximale 250 l

Masse nette maximale 400 kg

Fût en aluminium

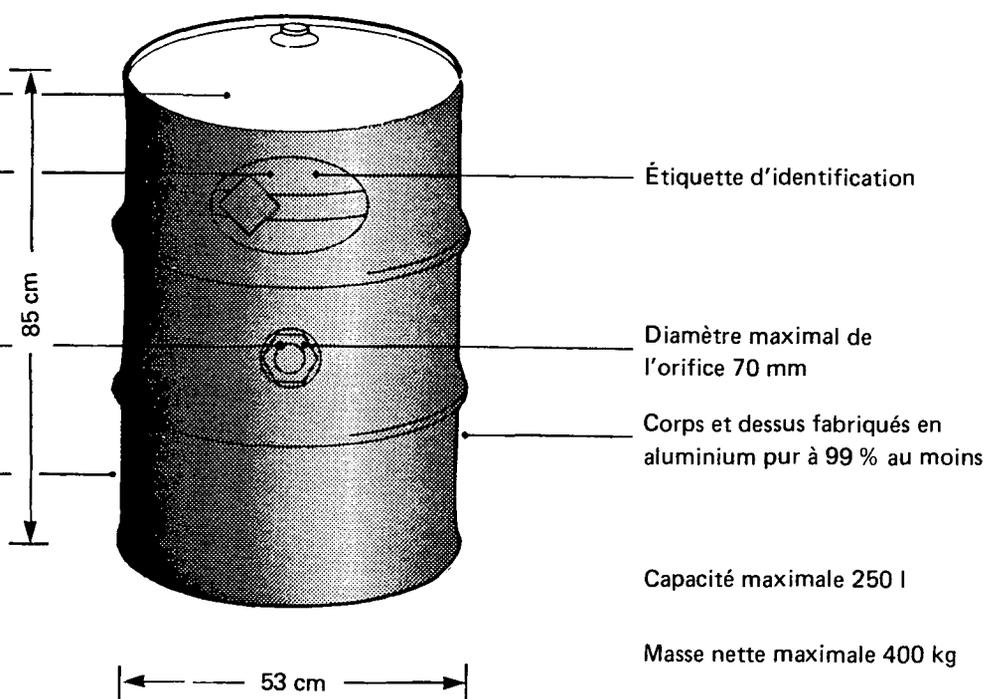
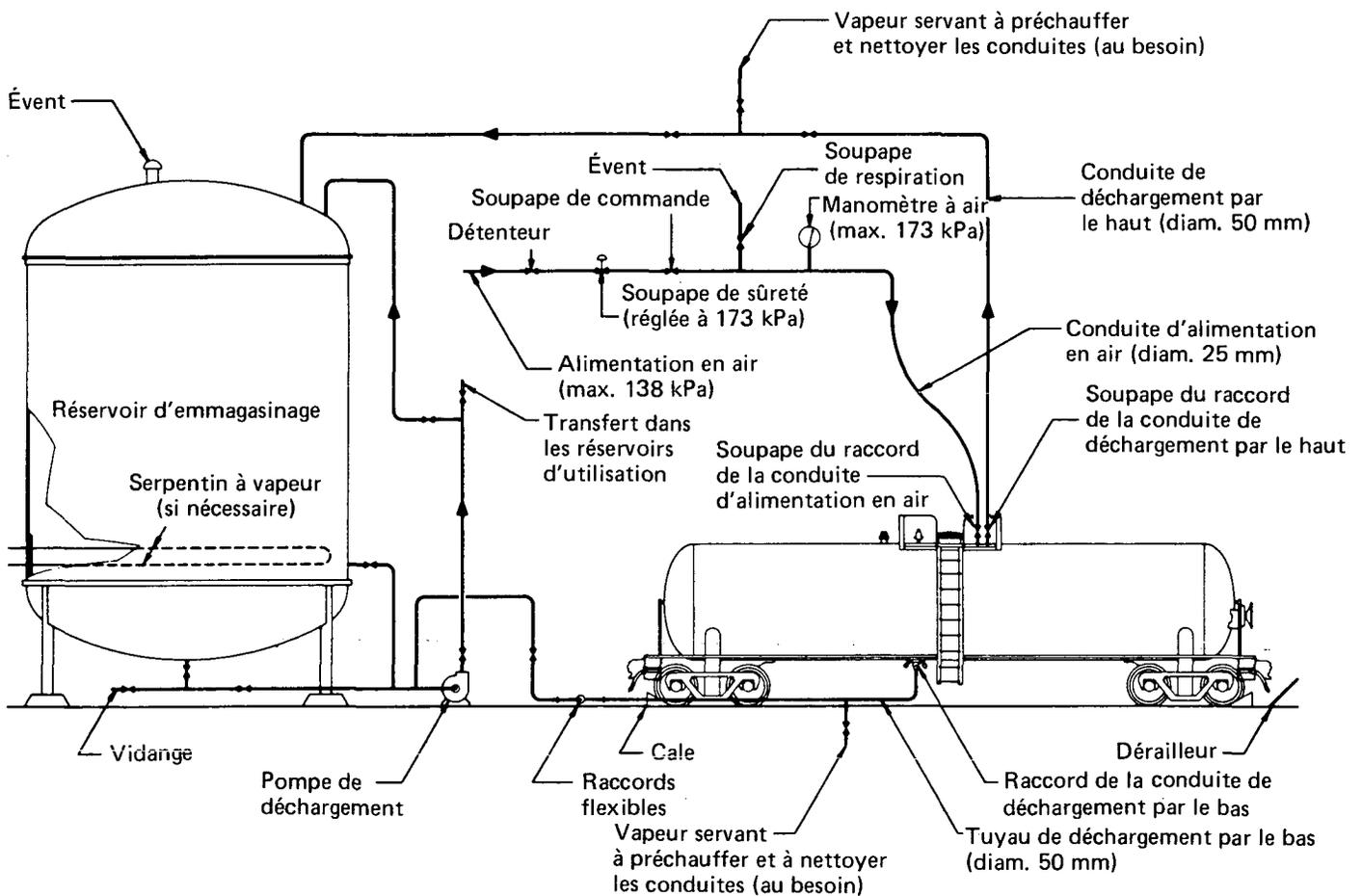


Figure 7

ÉTHYLÈNEGLYCOL

DÉCHARGEMENT D'UN WAGON-CITERNE



Note. — Les méthodes de déchargement par le haut et par le bas sont décrites dans le texte.

- un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité doit exister au point de déchargement;
- les outils utilisés au cours du déchargement ne doivent pas produire d'étincelles;
- le wagon-citerne doit être pourvu d'une mise à la terre.

Deux modes de déchargement sont utilisés pour l'éthylèneglycol, soit le déchargement par le haut et le déchargement par le bas.

Pour le déchargement par le haut, suivre les étapes suivantes (Dow TED, 1978):

- après avoir retiré le manchon de protection de l'organe de déchargement situé sur le dessus du wagon, raccorder la tubulure de déchargement de 51 mm (2 po);
- raccorder la conduite à air comprimé et réduire la pression à 138 kPa (20 lb/po²);
- ouvrir la soupape d'amenée d'air puis la soupape de raccord pour décharger le wagon-citerne;
- une fois le wagon-citerne vide, fermer la soupape d'amenée d'air. Ouvrir la soupape d'évent de la conduite d'air;
- pour fermer le wagon, suivre les étapes ci-dessus, mais dans l'ordre inverse.

Pour le déchargement par le bas, procéder par l'action de la pesanteur ou par pompage de la façon suivante (Dow TED, 1978):

- par temps froid, diriger de la vapeur sur le raccord de déchargement du fond (figure 7);
- après avoir raccordé le tuyau de déchargement à l'orifice inférieur de 152 mm (6 po) de diamètre, ouvrir le robinet intérieur du fond de la citerne en tournant la manette de la tige du robinet située à la partie supérieure du wagon;
- décharger le wagon-citerne par l'action de la pesanteur ou par pompage.

4.2.2 Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécifications. — Les matériaux de fabrication des divers éléments des organes de déchargement, de même que les spécifications correspondantes, dont il sera question dans la présente section, sont ceux qui prévalent généralement. D'autres matériaux peuvent être utilisés dans des emplois particuliers (tableau 5). Les éléments d'un système de déchargement type comprennent les conduites et leurs accessoires, les raccords souples, les robinets, des joints d'étanchéité et les pompes.

Pour l'éthylèneglycol, il est recommandé d'utiliser des tuyaux et des accessoires en acier au carbone conformes à l'annexe 40 de la norme ASTM A106. Il faut utiliser des joints à brides soudées de préférence aux tuyaux et raccords filetés qui ont très rapidement tendance à fuir.

Le diamètre de l'orifice de déchargement doit être de 51 mm (2 po), soit la norme pour les accessoires des wagons-citernes. Les tuyaux d'un diamètre inférieur à 25 mm (1 po) ne sont pas recommandés. Tous les tuyaux extérieurs doivent se vidanger automatiquement. Des tuyaux et raccords à garniture de saran peuvent également convenir (DCRG, 1978).

Des tuyaux en néoprène peuvent constituer les sections souples de la tuyauterie de déchargement (Dow TED, 1978). Des joints de dilatation flexibles de type à soufflets munis de brides en fer ductile ASA et des joints de dilatation en résine de tétrafluoroéthylène peuvent aussi être utilisés (Dow PPS, 1972).

On recommande les robinets à diaphragme en fonte ou en acier moulé garnis de polyéther chloré ou de chlorure de polyvinylidène (Dow PPS, 1972). Dans les plages normales de températures, les joints d'étanchéité peuvent être en viton ou en néoprène (DCRG, 1978).

Une pompe centrifuge ou une pompe volumétrique à «extrémité humide» en acier inoxydable 316 donnent de bons résultats (Dow TED, 1978). Il faut prévoir un dispositif de vidange de façon à pouvoir effectuer les réparations sans danger.

La pompe doit être munie de brides aux orifices d'aspiration et de vidange; il est déconseillé d'employer les raccordements vissés qui sont plus sujets aux fuites.

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

La compatibilité entre l'éthylèneglycol et certains matériaux de fabrication est indiquée au tableau 5. Le système d'évaluation est décrit brièvement ci-dessous. Les abréviations sont expliquées au tableau 6.

Recommandé: Le matériau donnera un rendement satisfaisant pour l'utilisation indiquée.

Avec réserves: Le matériau montrera des signes de détérioration pour l'utilisation indiquée; peut convenir pour utilisation intermittente ou de courte durée.

Déconseillé: L'application indiquée causera une grave détérioration du matériau; son utilisation est donc déconseillé.

Tableau 5
Compatibilité entre le produit et certains matériaux de fabrication

Utilisation	Produit chimique		Recommandé	Réserves	Déconseillé	
	Teneur (s)	Temp. (°C)				
1. Conduites et raccords	Toutes	23	Polyéthylène*		Polyéthylène Polystyrène-butadiène-acrylonitrile (NWPP, 1978)	
		107	Polystyrène-butadiène-acrylonitrile* (DPPED, 1967)			
		60	PP (DCRG, 1978)			
		107	PVC 1, PVC 2 (DPPED, 1967)			
		135	Polyéther chloré			
		79	PVDF (DCRG, 1978)			
2. Robinetterie	Toutes	100	SS 316 (JSSV, 1979)			
3. Pompes	Toutes	82	Plastique renforcé de fibres de verre avec caoutchouc fluoré pour joint torique, SS, acier au carbone (Dow TED, 1978)			
4. Réservoir de stockage	Toutes		SS, acier inoxydable, aluminium (Dow TED, 1978)			
5. Autres	Toutes	21	PVDF (TPS, 1978)			
		22			PVC, CPVC (TPS, 1978)	
		23		PP (TPS, 1978)		
		49			PP (TPS, 1978)	
		66			PVDF (TPS, 1978)	
		20	SS 302, SS 304, SS 316 SS 430 (ASS)	SS 410 (ASS)		
		99	20	Polyoxyméthylène, caoutchouc fluoré, uPVC, polyéthylène, PP, caoutchouc naturel, caoutchouc d'isobutylène-isoprène, caoutchouc d'éthylène-propylène, caoutchouc de polychloroprène (GF)	Polyéthylène chlorosulfoné (GF)	Caoutchouc de butadiène-acrylonitrile (GF)

Utilisation	Produit chimique		Recommandé	Réserves	Déconseillé
	Teneur (s)	Temp. (°C)			
	99	60	Polyéthylène, PP, polyoxyméthylène, caoutchouc d'isobutylène-isoprène, caoutchouc d'éthylène-propylène, caoutchouc de polychloroprène, caoutchouc fluoré (GF)	uPVC, caoutchouc naturel, polyéthylène chlorosulfoné	Caoutchouc de butadiène-acrylonitrile
	Toutes	60 82 85 121	PVC (TPS, 1978) PP (TPS, 1978) CPVC (TPS, 1978) PVDF (TPS, 1978) caoutchouc naturel*, caoutchouc de styrène-butadiène, caoutchouc d'isobutylène-isoprène, polyéthylène chlorosulfoné, silicone, caoutchouc d'éthylène-propylène (GPP)		
	100	24 à 79	Verre (CDS, 1967)		

* Matériau ayant reçu une moins bonne évaluation, pour une utilisation semblable, dans un autre ouvrage de référence.

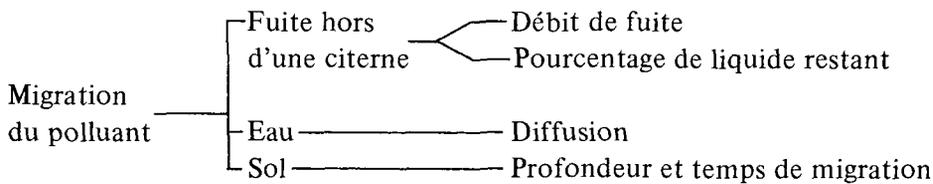
Tableau 6
Abréviations de noms de matériaux de fabrication

ABS	Polystyrène-butadiène-acrylonitrile
CPVC	Chlorure de polyvinyle chloré
PP	Polypropylène
PVC	Chlorure de polyvinyle
PVDC	Polychlorure de vinylidène
PVDF	Polyfluorure de vinylidène
SS	Acier inoxydable
uPVC	Chlorure de polyvinyle non plastifié

5 FUIITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

Déversé dans l'eau, l'éthylèneglycol coule au fond et se mélange à l'eau. Il n'y a aucune vaporisation. Déversé sur le sol, l'éthylèneglycol se répand à la surface puis s'enfonce à une vitesse qui varie selon le type de sol et la teneur en eau de ce dernier. La migration du produit vers la nappe phréatique peut amener des problèmes en ce qui concerne l'environnement. Par ailleurs, il n'y a aucun danger de diffusion dans l'air puisque le produit n'est pas volatil.



À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations prudentes des paramètres critiques dans le but d'établir des prévisions qui reflètent le plus fidèlement possible les pires scénarios. En suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes pour chaque milieu. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits chimiques dans les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. — L'éthylèneglycol est ordinairement transporté par wagon-citerne, à la pression atmosphérique. Les modèles de wagons-citernes varient beaucoup, de sorte que nous avons dû en choisir un en particulier pour établir les nomogrammes de fuite. Le modèle choisi a un diamètre de 2,75 m, une longueur de 13,4 m, et il peut contenir environ 80 000 l. Si la paroi perce dans le bas de la citerne remplie, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide, à mesure que le temps s'écoulera. Comme les citernes ne sont pas sous pression et comme le produit est peu volatil, aucun nomogramme n'a été élaboré sur la fuite éventuelle de vapeurs par un orifice qui serait situé sur le dessus de la citerne.

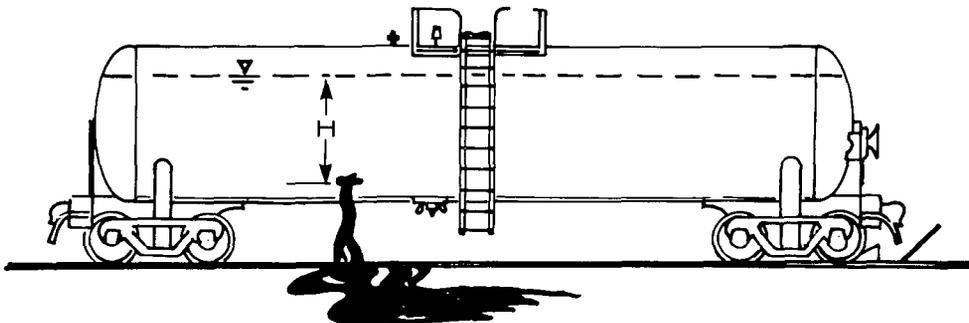


Figure 8 WAGON-CITERNE PERCÉ AU-DESSOUS DU NIVEAU DU LIQUIDE

Figure 9

ÉTHYLÈNEGLYCOL

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT
EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

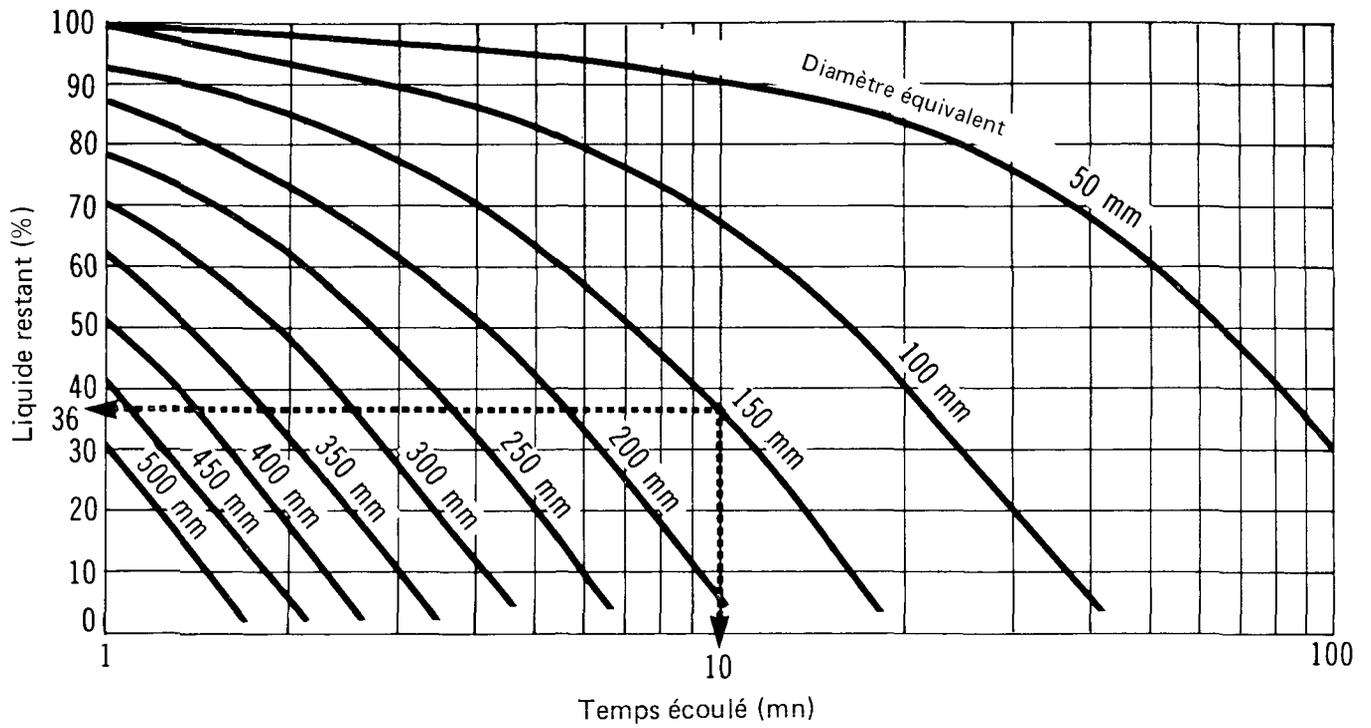
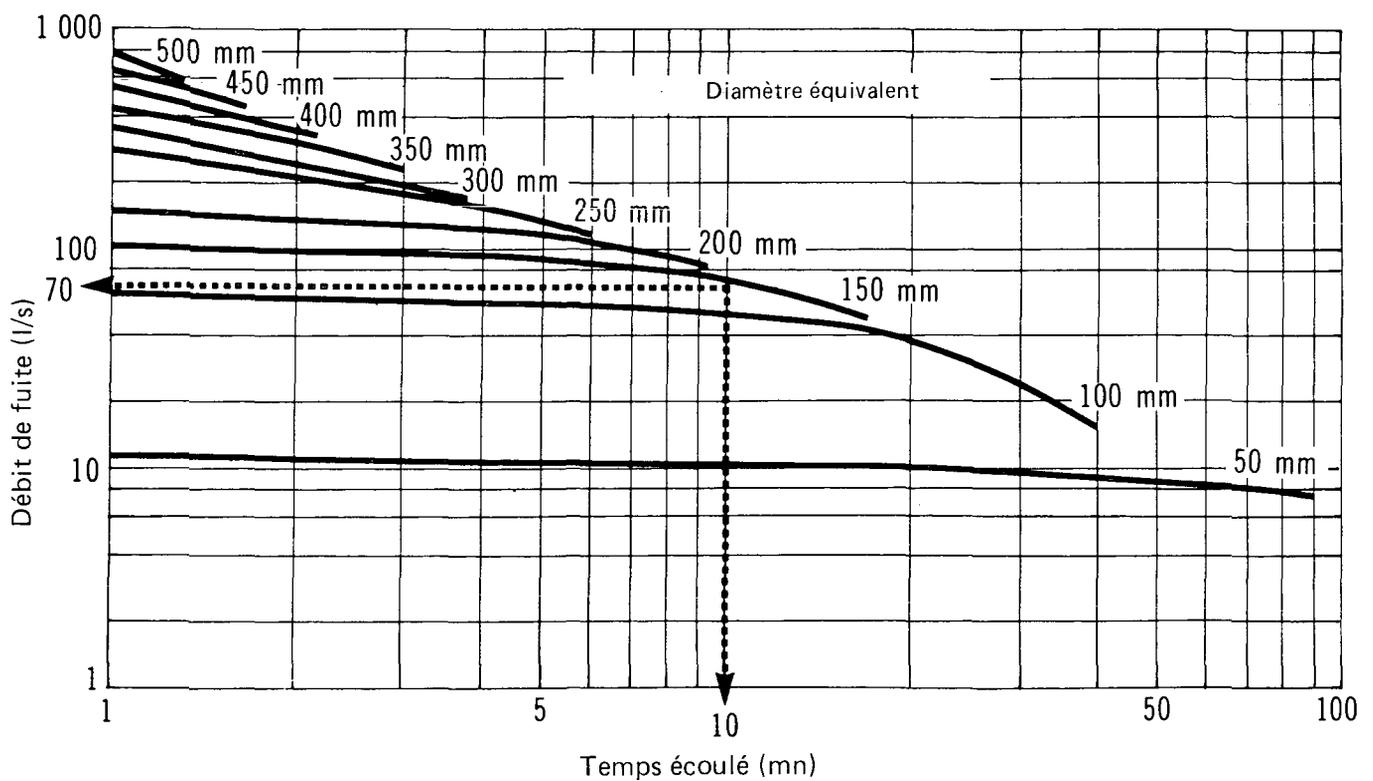


Figure 10

ÉTHYLÈNEGLYCOL

DÉBIT DE FUITE
EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



5.2.2 Nomogrammes des fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps. — La figure 9 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne en fonction du temps écoulé depuis le moment du bris et en fonction d'un certain nombre de diamètres de l'orifice. Ces diamètres sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne type a 2,75 mètres de diamètre et 13,4 mètres de longueur, qu'il contient 80 000 litres de liquide et qu'il est plein au moment du bris. Le volume de liquide restant, après un temps écoulé donné t , n'est pas seulement fonction du débit de fuite, mais aussi de la taille et de la forme du wagon-citerne.

5.2.2.2 Débit de fuite du liquide en fonction du temps écoulé. — La figure 10 permet d'évaluer à tout instant le débit de fuite après un temps écoulé donné t , en fonction de diamètres équivalents donnés. Le nomogramme ne vaut que pour un wagon-citerne dont le contenu initial est de 80 000 litres.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Il y a eu bris d'un wagon-citerne type (diamètre de 2,75 m et longueur de 13,4 m) rempli. L'orifice est situé dans le bas de la citerne. Son diamètre équivalent est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 l représente le volume de liquide restant après 10 minutes? Solution (voir figure 9): si $t = 10$ mn et $D = 150$ mm, le volume de liquide restant représente 36 p. 100 (soit 28 800 l) du volume initial.

PROBLÈME B

Les données du problème B étant les mêmes que celles du problème A, quel est le débit instantané après 10 minutes d'écoulement? Solution (voir figure 10): si $t = 10$ mn et $D = 150$ mm, le débit instantané $q = 70$ l/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

Comme l'éthylèneglycol n'est pas volatil, en pratique, dans des conditions prévisibles de déversement accidentel, il n'y a aucun danger de diffusion dans l'atmosphère.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. — Lorsque l'éthylèneglycol est déversé dans l'eau, il s'enfonce et se mélange avec celle-ci. Il y a dilution. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations de diffusion classique, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les cours d'eau, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent; alors que dans les plans d'eau (étendues d'eau calme), il s'effectue par diffusion moléculaire.

Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'un cours d'eau en aval du lieu de déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute section donnée de l'écoulement (section mouillée). En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu du déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à

travers le canal. Le modèle s'applique aux cours d'eau dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le guide d'introduction de la collection.)

En ce qui a trait à la diffusion moléculaire dans une étendue d'eau calme, aucun modèle n'a été élaboré. Les auteurs ont établi des nomogrammes permettant de délimiter la zone dangereuse et de calculer la teneur moyenne dans cette zone en fonction de la masse de liquide déversé, indépendamment du temps écoulé.

5.4.2 Nomogrammes de diffusion du polluant. – Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer les teneurs en polluant dans les cours d'eau non soumis aux marées et dans les lacs au repos (et autres plans d'eau).

A. – Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 12 Distance en fonction du temps (pour une plage de vitesses moyennes de l'écoulement)

Figure 13 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (pour une plage de profondeurs du canal) (hauteurs d'eau)

Figure 14 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (pour une plage de vitesses moyennes de l'écoulement)

Figure 15 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente (pour différentes valeurs de temps écoulé)

Figure 16 Delta* en fonction de alpha (pour différentes masses de liquide déversé)

Figure 17 Teneur maximale en fonction de delta (pour des sections mouillées de différentes surfaces)

B. – Lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 18 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (pour différentes profondeurs du lac) (hauteurs d'eau)

Figure 19 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (pour différentes masses de liquide déversé)

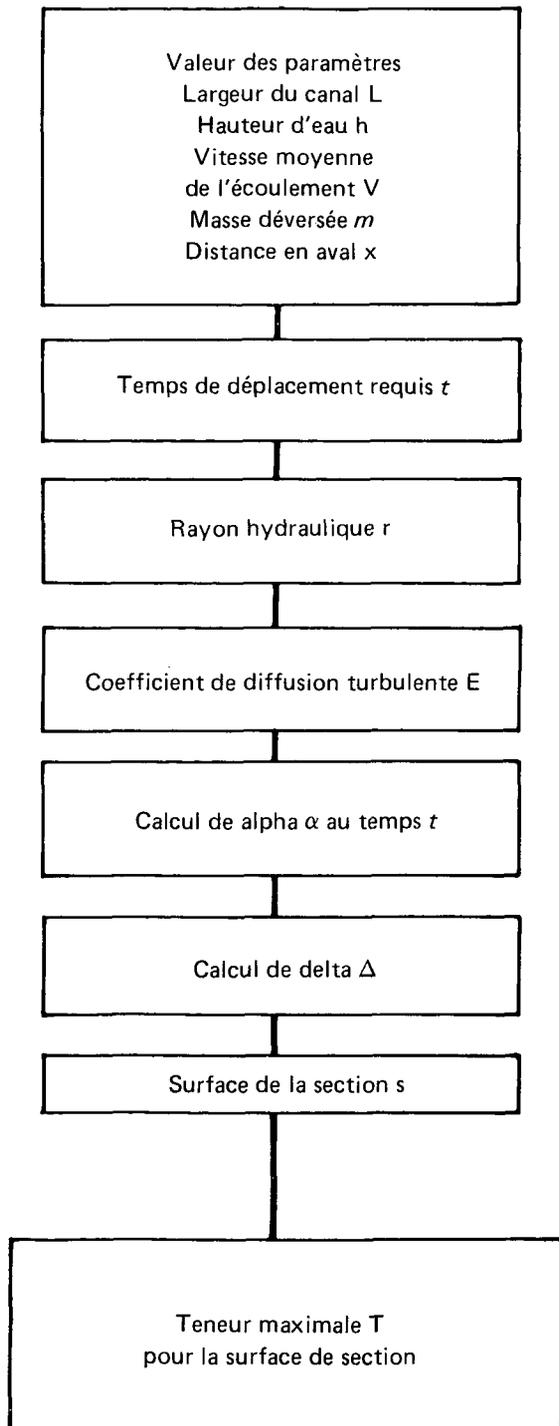
La figure 11 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées

Figure 12 Distance en fonction du temps. – Le graphique montre les relations entre la vitesse moyenne de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse moyenne de l'écoulement V donnée, le temps t que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance x donnée en aval du lieu du déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de ce graphique.

Figure 13 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal. – Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte un canal rectangulaire théorique de largeur L , ayant une hauteur d'eau h . Le rayon hydraulique r doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente E . Le rayon hydraulique lui-même correspond

*Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion: leur utilité est de faciliter le calcul des teneurs en aval du lieu du déversement.



Étape 1

Par observation ou évaluation

L = _____ m

h = _____ m

V = _____ m/s

m = _____ tonnes

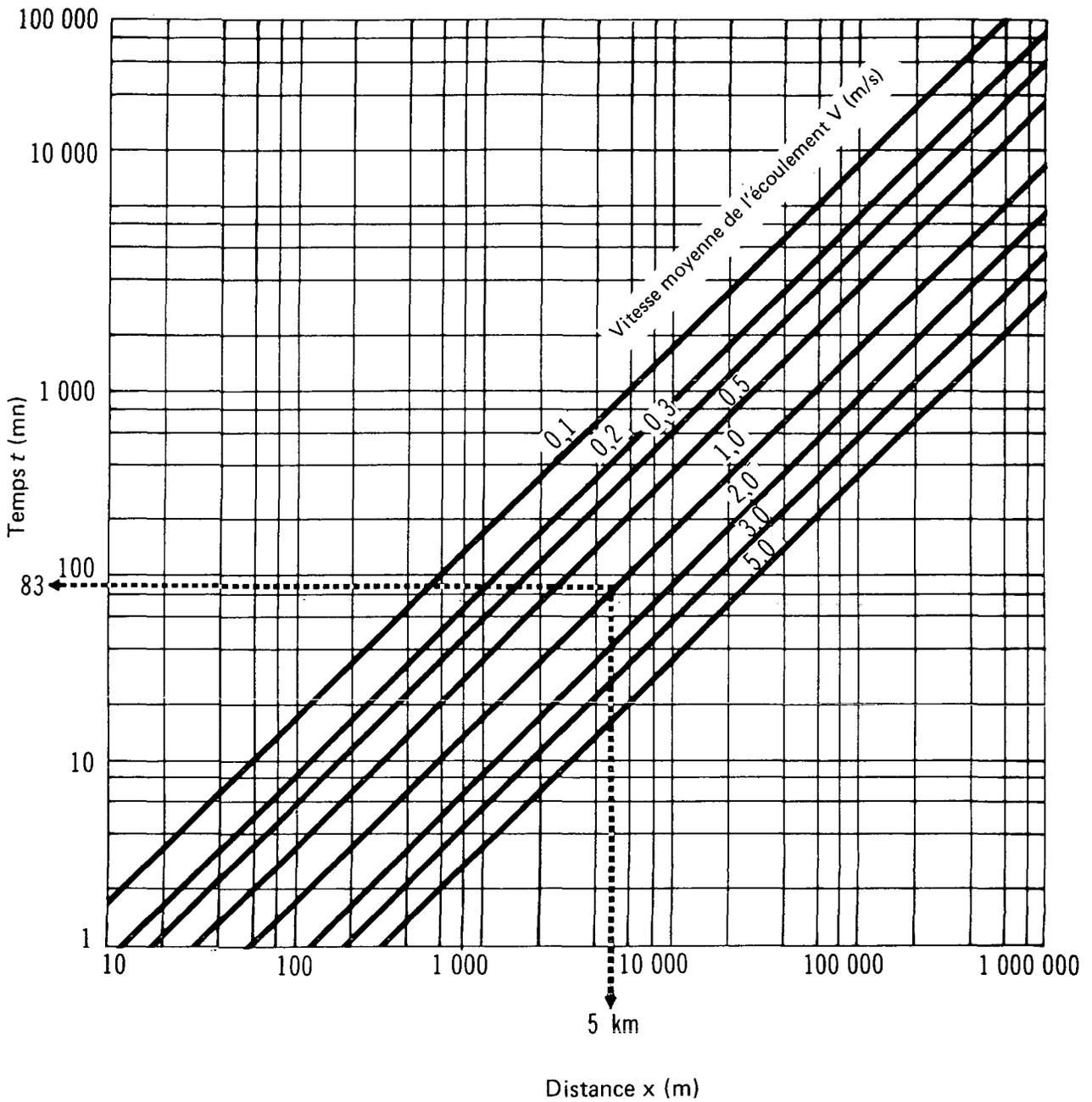
x = _____ m

Étape 2 $t =$ _____ mn (fig. 12)Étape 3 $r =$ _____ m (fig. 13)Étape 4 $E =$ _____ m^2/s (fig. 14)Étape 5 $\alpha =$ _____ (fig. 15)Étape 6 $\Delta =$ _____ (fig. 16)Étape 7 $s = L \times h =$ _____ m^2 Étape 8 $T =$ _____ ppm (fig. 17)

Figure 12

ÉTHYLÈNEGLYCOL

DISTANCE
EN FONCTION DU TEMPS



au rapport de la surface de la section s mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé B . La figure 13 permet de déterminer le rayon hydraulique d'un canal à partir de la largeur de ce dernier et de la hauteur d'eau.

Figure 14 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique. — Les données connues sur le rayon hydraulique r et sur la vitesse moyenne de l'écoulement V permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente E .

Figure 15 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente. — Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion α ; ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente E et du temps t requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

Figure 16 Delta en fonction de alpha. — Un second facteur de conversion, delta Δ , est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

Figure 17 Teneur maximale en fonction de delta. — Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée s , le lecteur trouve rapidement la teneur. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles dans l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 18 Volume d'eau en fonction du rayon. — L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide miscible (dans l'eau), de densité équivalente à celle de l'eau, est représentée par un cylindre théorique de rayon r et de longueur égale à la hauteur d'eau h à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 18. Le rayon r équivaut à la distance x entre le lieu du déversement et le point en aval où la teneur est mesurée.

Figure 19 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau. — Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon la masse de liquide déversé. Il est pris pour acquis que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées. — Vingt tonnes d'éthylèneglycol ont été déversées dans une rivière. La hauteur d'eau h est de 5 m et la largeur L , de 50 m. La vitesse moyenne de l'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

Étape 1 Déterminer les paramètres.

$L = 50$ m; $h = 5$ m; $V = 1$ m/s; $x = 5\,000$ m;
 $m = 20$ tonnes d'éthylèneglycol.

Étape 2 Déterminer le temps requis pour atteindre le point donné.

Comme $x = 5\,000$ m et $V = 1$ m/s, $t = 83$ mn (fig. 12).

Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique.

Comme $L = 50$ m et $h = 5$ m, $r = 4,2$ m (fig. 13).

Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente.

Comme $r = 4,2$ m et $V = 1$ m/s, $E = 69$ m²/s (fig. 14).

- Étape 5 Déterminer alpha.
Comme $E = 69 \text{ m}^2/\text{s}$ et $t = 83 \text{ mn}$, $\alpha = 2\,000$ (fig. 15).
- Étape 6 Déterminer delta.
Comme $\alpha = 2\,000$ et $m = 20$ tonnes, $\Delta = 10$ (fig. 16).
- Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée.
 $s = L \times h = 50 \times 5 = 250 \text{ m}^2$.
- Étape 8 Déterminer la teneur maximale au point donné.
Comme $\Delta = 10$ et $s = 250 \text{ m}^2$, $T = 40$ ppm (fig. 29).

5.4.3.2 Teneur en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau. – Vingt tonnes d'éthylèneglycol ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1 000 m du lieu du déversement. Entre ce lieu et le point donné, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible en ce point?

- Étape 1 Déterminer les paramètres.
 $h = 5 \text{ m}$; $r = 1\,000 \text{ m}$; $m = 20$ tonnes.
- Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion.
Comme $r = 1\,000 \text{ m}$ et $h = 5 \text{ m}$, $\text{vol.} = 1,5 \times 10^7 \text{ m}^3$ environ (fig. 18).
- Étape 3 Déterminer la teneur moyenne.
Comme $\text{vol.} = 1,5 \times 10^7 \text{ m}^3$ et $m = 20$ tonnes, $T = 1,5$ ppm (fig. 19).

5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. – Les lois de la migration des fluides dans le sol, ainsi que leur application dans le cadre de la collection «Enviroguide», sont exposées dans le guide d'introduction de la collection. Les éléments dont il faut tenir compte dans le cas du déversement et de la migration de l'éthylèneglycol sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

L'éthylèneglycol est transporté à l'état liquide, pur ou dilué dans l'eau à des teneurs diverses. Répandu sur le sol, l'éthylèneglycol pur ne pénètre que lentement, en raison de sa forte viscosité. En revanche, le produit dilué, transporté ainsi ou résultant du contact avec l'eau présente sur place, pénètre dans le sol plus rapidement. Si le sol de surface est saturé en eau au moment de l'accident, comme cela peut se produire à la suite de précipitations, le produit ruissellera ou formera des flaques.

Dans la présente section, les auteurs ont attribué au sol une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ. Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant: il s'agit donc d'un scénario parmi les pires.

Au cours de sa migration, l'éthylèneglycol peut réagir par adsorption avec certains matériaux constitutifs du sol. Il peut aussi y avoir une certaine biodégradation. Néanmoins, une proportion considérable du liquide déversé poursuivra son mouvement descendant jusqu'à la nappe phréatique. En fait, l'analyse présentée dans les paragraphes qui suivent ne tient compte d'aucun facteur de retardement.

Lorsque le polluant atteint la nappe phréatique, il continue sa migration dans la direction de l'écoulement de l'eau de la nappe. Il forme une poche de solution polluée, au sein de laquelle les phénomènes de diffusion et de dilution contribuent à une certaine baisse de la teneur en polluant (fig. 20).

5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ. – Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du polluant dans la zone non saturée, jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide». Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. – Le coefficient de perméabilité K_0 (ou conductivité hydraulique) mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'un fluide donné. K_0 , qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)
 ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)
 μ = viscosité absolue du fluide ($Pa \cdot s$)
 g = accélération de la pesanteur = $9,81 m/s^2$

Le tableau ci-dessous distingue trois fluides: éthylèneglycol pur; éthylèneglycol dilué dans l'eau à raison de 10 p. 100 de poids/poids; eau. Les valeurs établies pour l'eau correspondent au point extrême de dilution.

Paramètre	Éthylèneglycol		Eau (20 °C)
	Pur (20 °C)	10 % de pds/pds (20 °C)	
Masse volumique (kg/m^3)	1 113	1 011	998
Viscosité absolue ($Pa \cdot s$)	$19,9 \times 10^{-3}$	$1,28 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité (m/s)	$(0,05 \times 10^7)k$	$(0,78 \times 10^7)k$	$(0,98 \times 10^7)k$

5.5.4 Types de sol. – Le guide d'introduction de la collection «Enviroguide» décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous présente les valeurs établies pour les propriétés qui influent sur la migration des fluides.

Propriété	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogrammes de la migration. – Un nomogramme de la migration de l'éthylèneglycol dans la couche de sol non saturée (c.-à-d. à capacité au champ) située au-dessus de la nappe phréatique a été préparé pour chaque type de sol mentionné. Chaque nomogramme montre la hauteur totale de migration h_m en fonction du temps de migration pour un volume donné de fluide déversé au sein d'une colonne de sol d'une superficie donnée. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considéré comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 21 le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 22 à 24. À noter que la droite représentant la profondeur atteinte par l'eau indique la profondeur (ou hauteur) maximale atteinte par l'éthylèneglycol dilué à l'extrême par l'eau de précipitation ou de crue.

5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes d'éthylèneglycol se sont répandues sur un sol constitué de sable grossier. L'aire touchée a un rayon de 8,6 m. La température atteint 20 °C. Calculer la hauteur de migration atteinte par le fluide, 150 minutes après le moment de l'accident.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

Masse de fluide déversée = 20 000 kg (20 tonnes)

Température = 20 °C

Rayon de l'aire touchée = 8,6 m

Type de sol = sable grossier

Profondeur de la surface de saturation = 13 m

Temps écoulé depuis le moment du déversement = 150 mn

Étape 2 Calculer l'aire touchée par le fluide.

Aire = $\pi r^2 = 232 \text{ m}^2$

Étape 3 Évaluer la hauteur de migration après 150 mn.

Hauteur de migration = 4,9 m

(La surface de saturation n'est pas atteinte.)

ÉTHYLÈNEGLYCOL

RAYON HYDRAULIQUE
EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

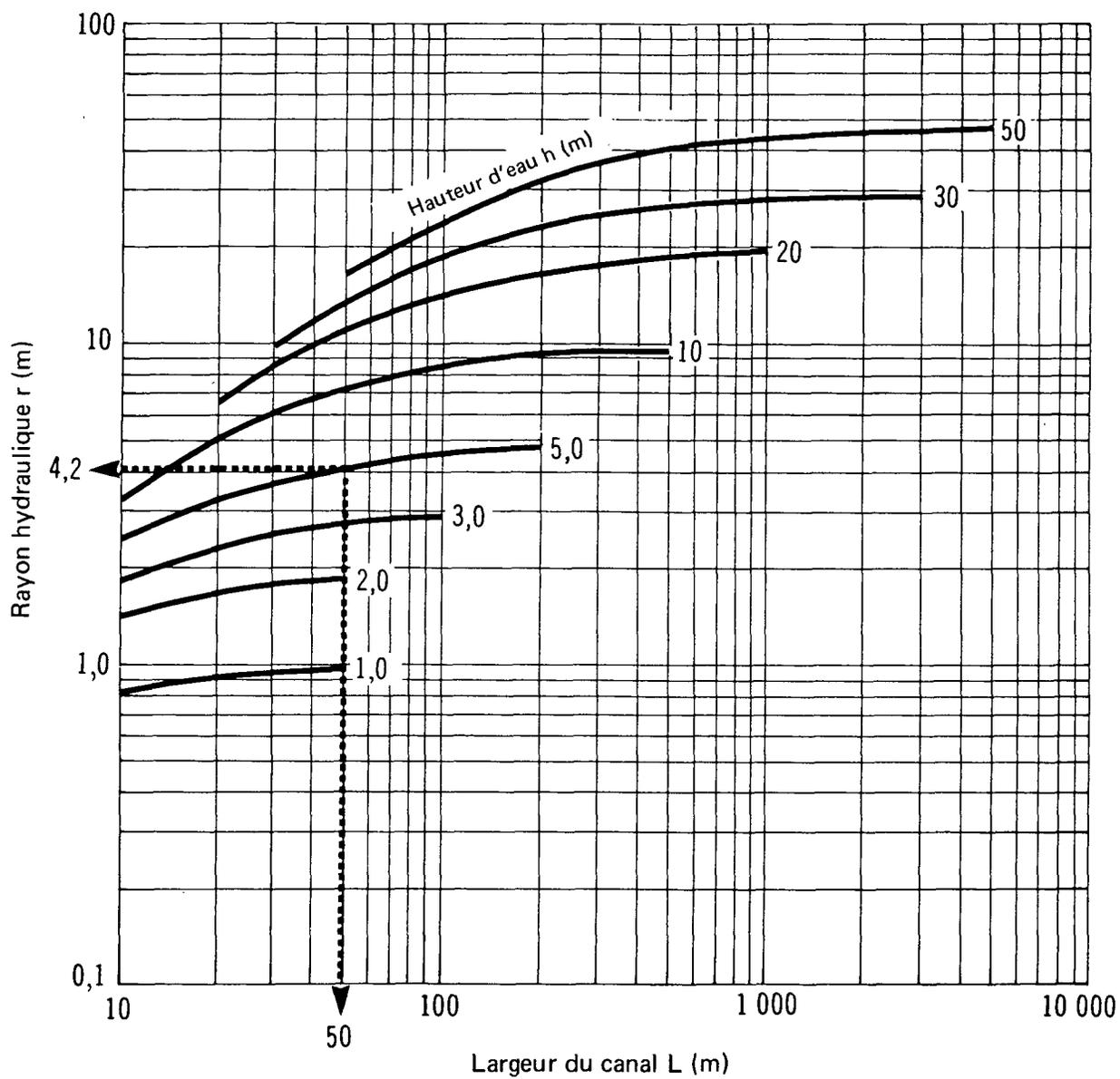
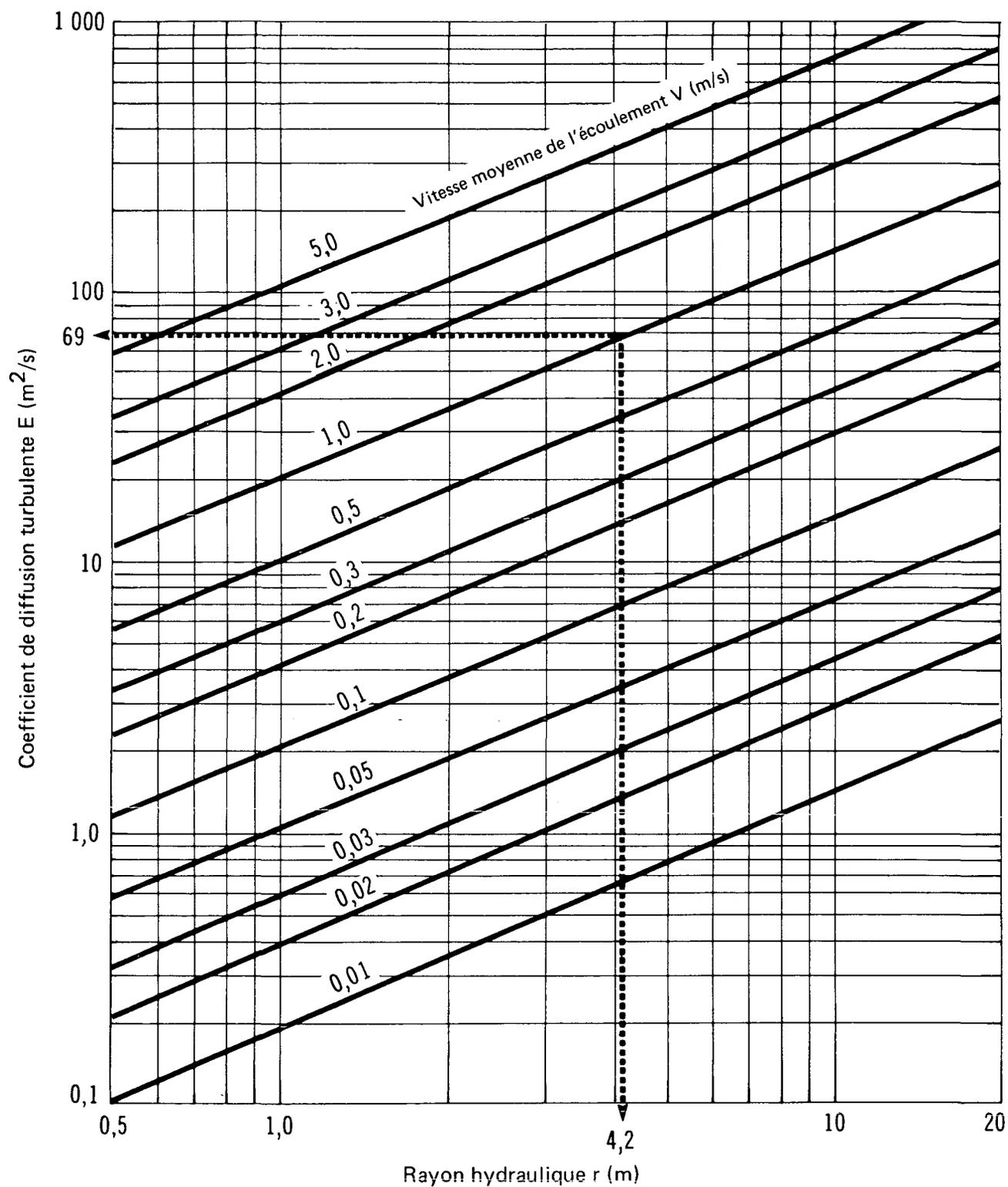


Figure 14

ÉTHYLÈNEGLYCOL

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

ÉTHYLÈNEGLYCOL

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

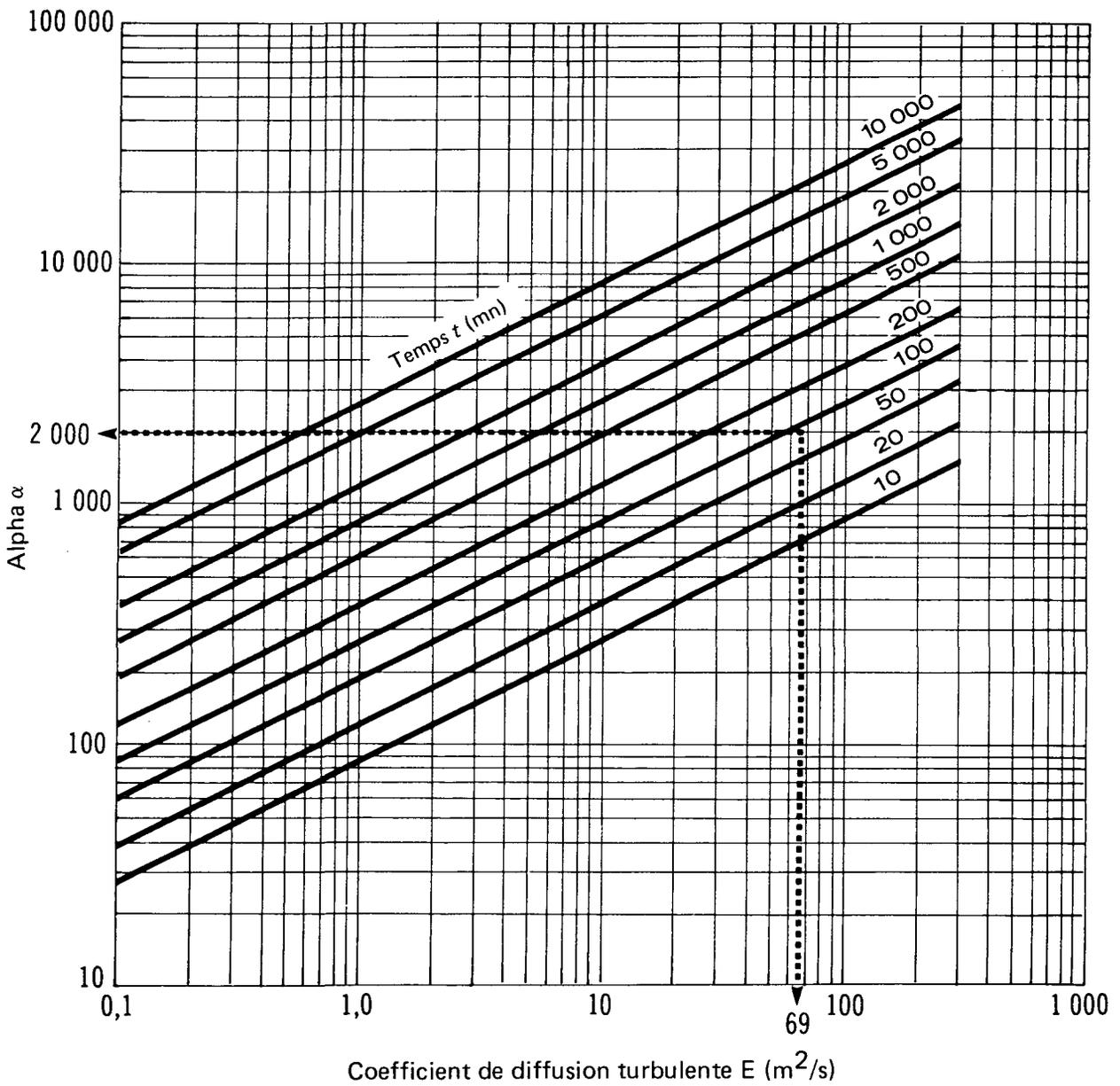
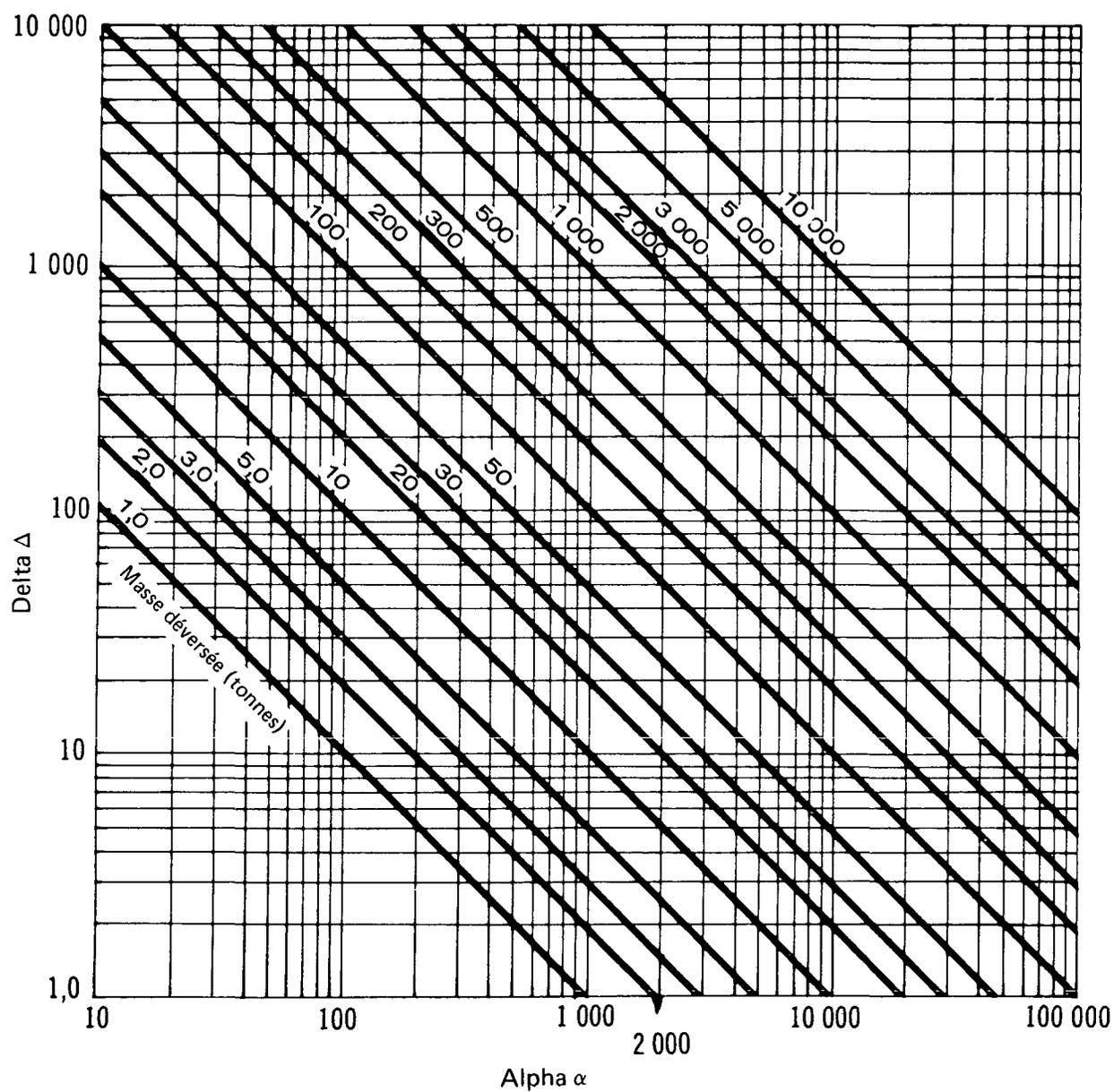


Figure 16

ÉTHYLÈNEGLYCOL

DELTA
EN FONCTION DE ALPHA

ÉTHYLÈNEGLYCOL

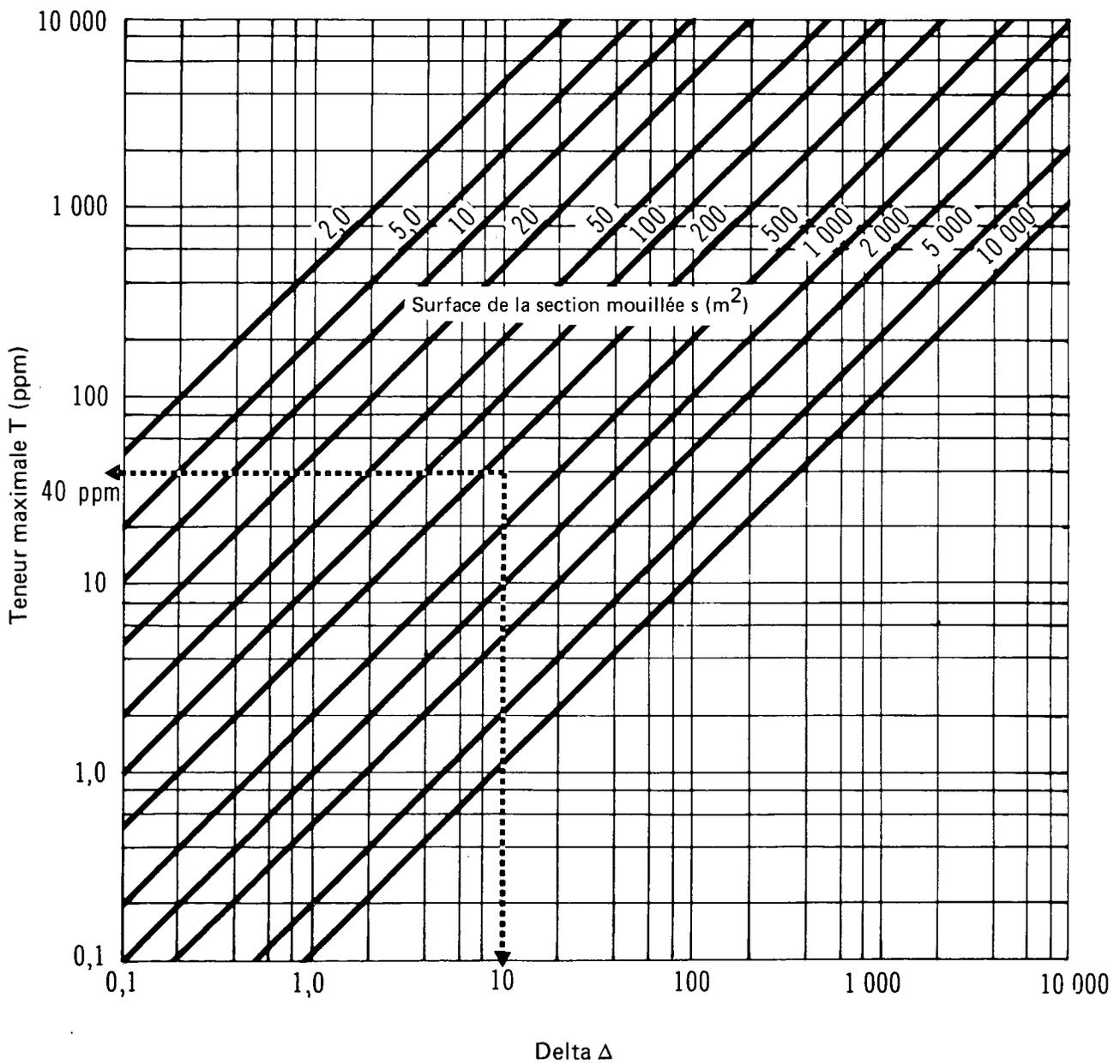
TENEUR MAXIMALE
EN FONCTION DE DELTA

Figure 18

ÉTHYLÈNEGLYCOL

VOLUME D'EAU
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE DE LA ZONE DANGEREUSE

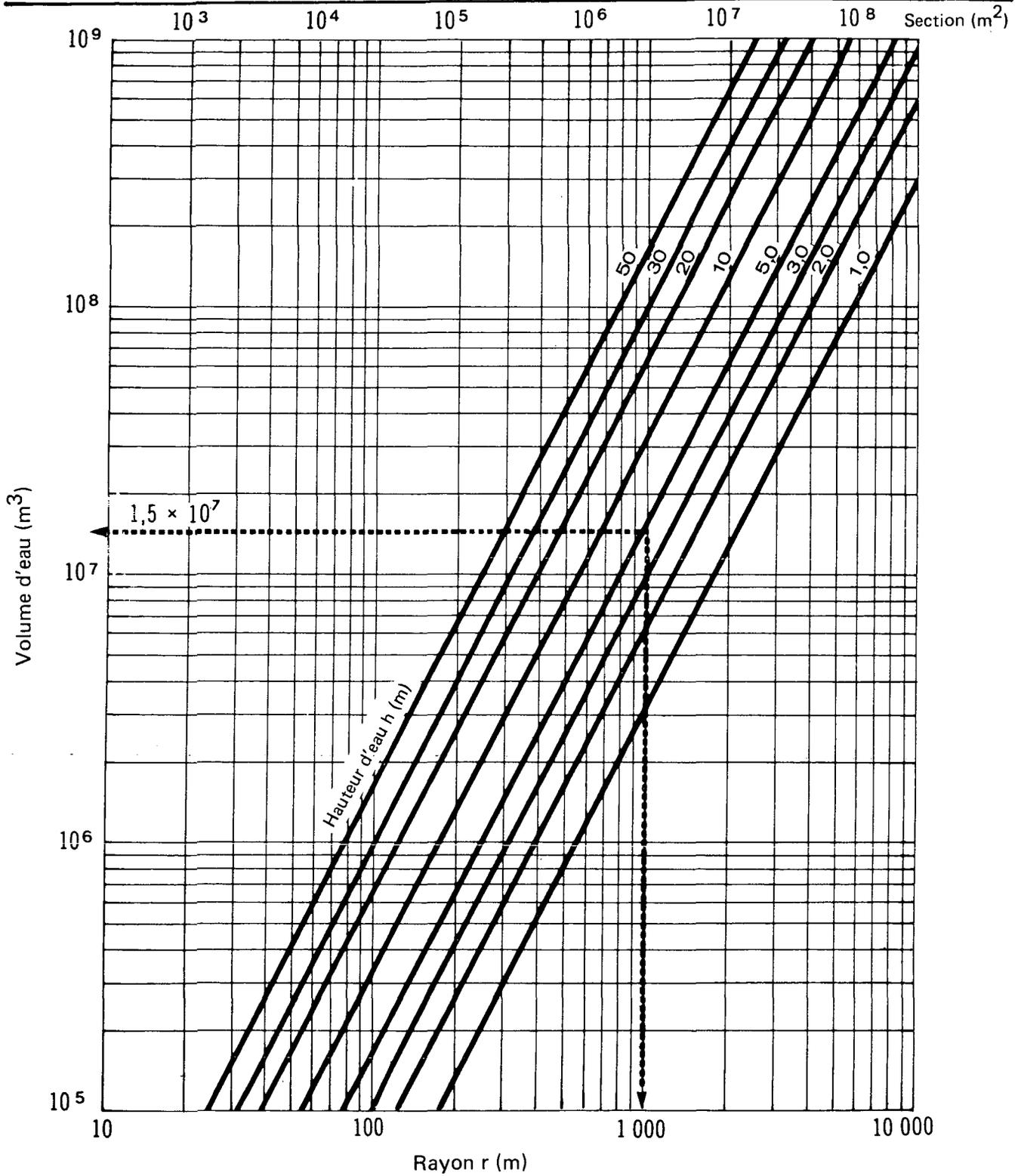


Figure 19

ÉTHYLÈNEGLYCOL

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU DE LA ZONE DANGEREUSE

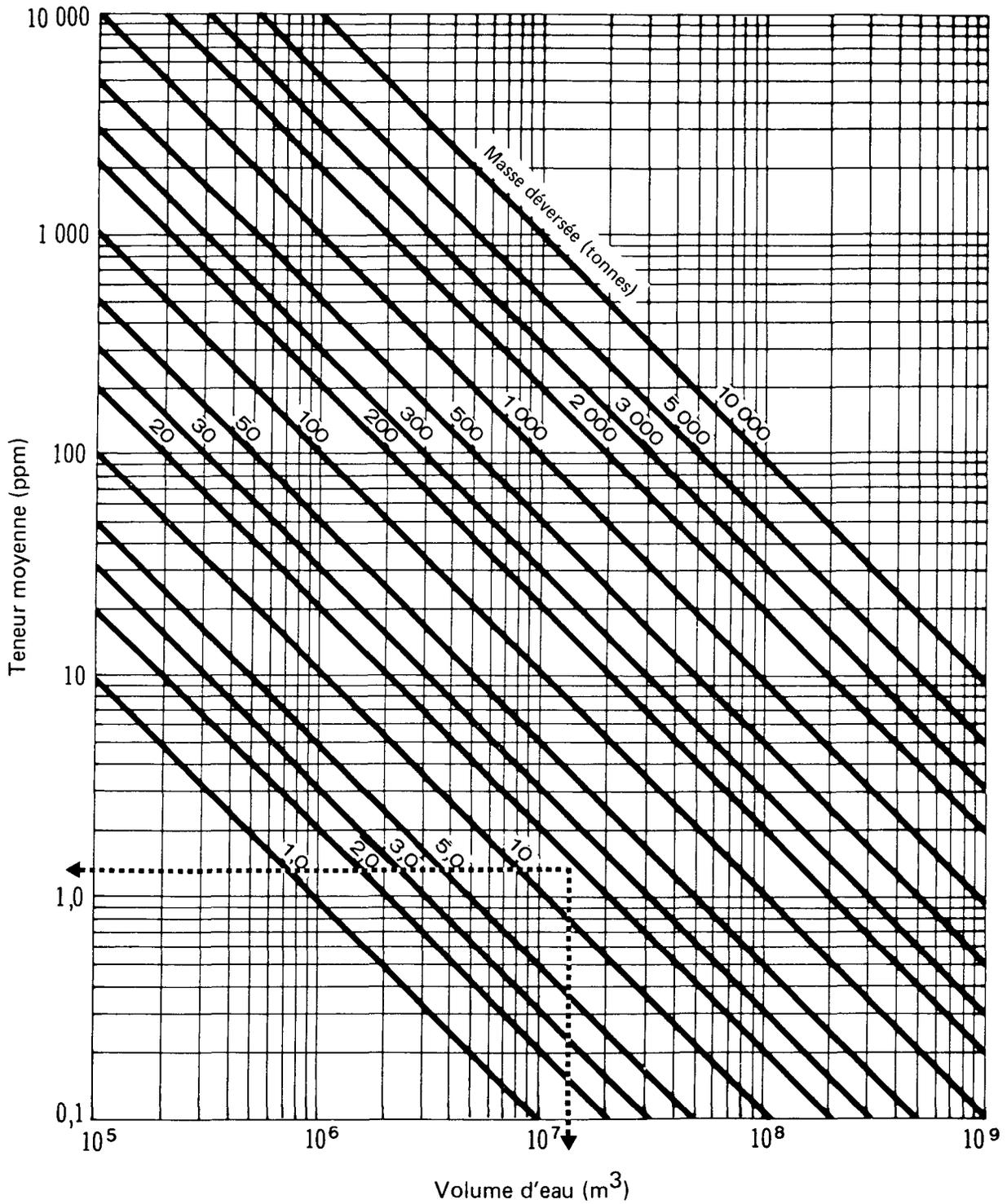
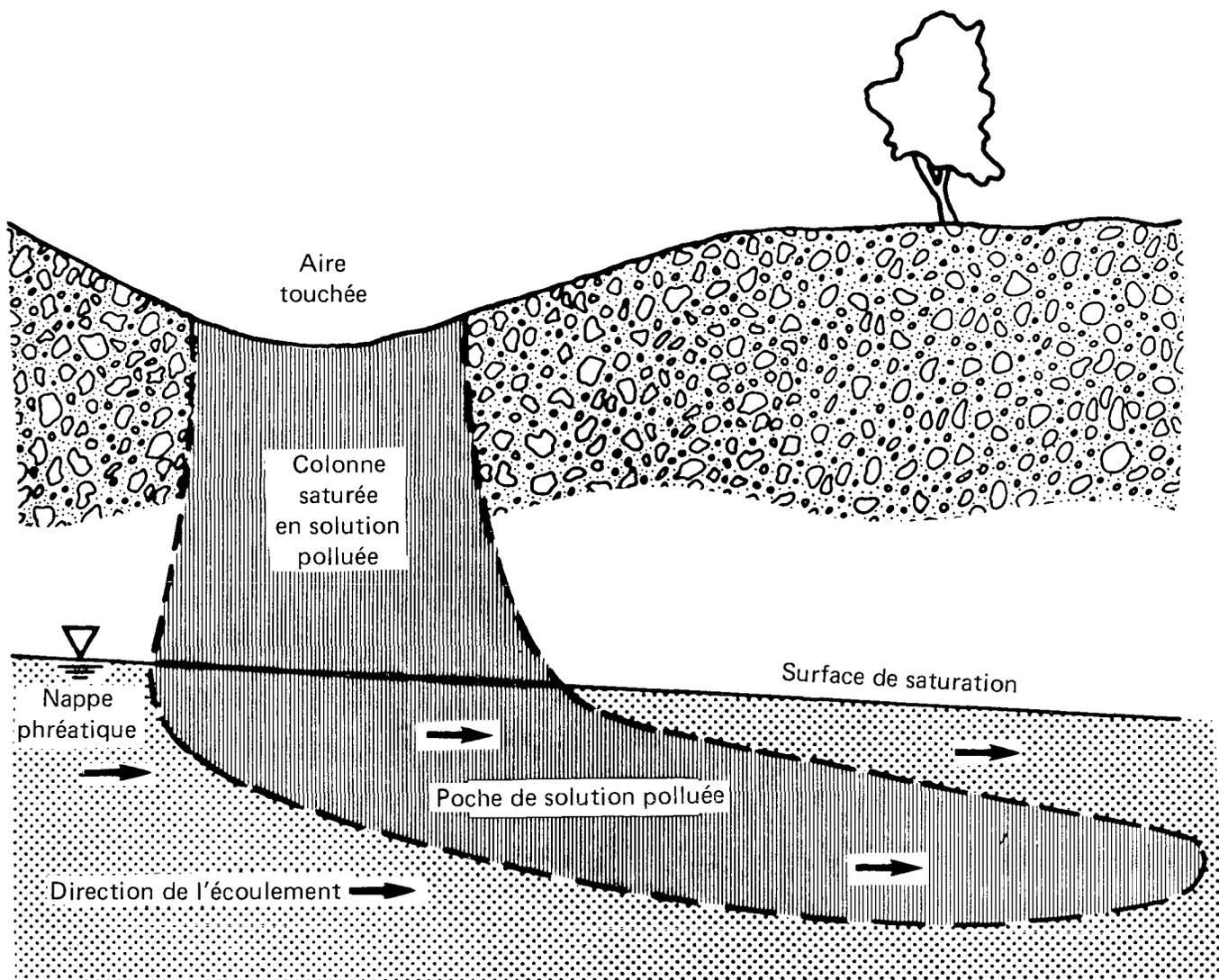


Figure 20

ÉTHYLÈNEGLYCOL

MIGRATION DANS LE SOUS-SOL



Sol: sable grossier

Porosité = 0,35, Perméabilité intrinsèque = 10^{-9} m^2 , Capacité au champ = 0,075

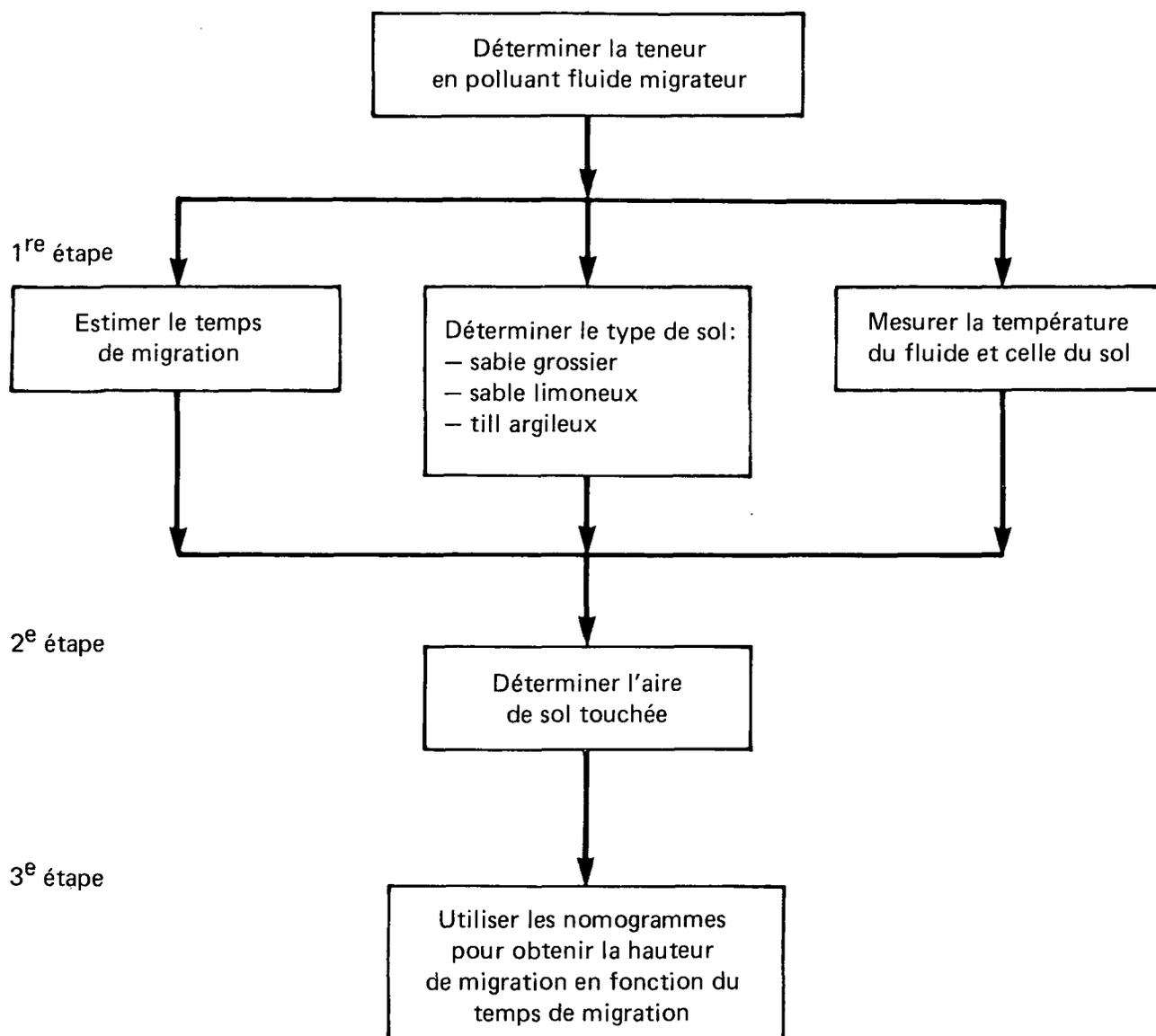
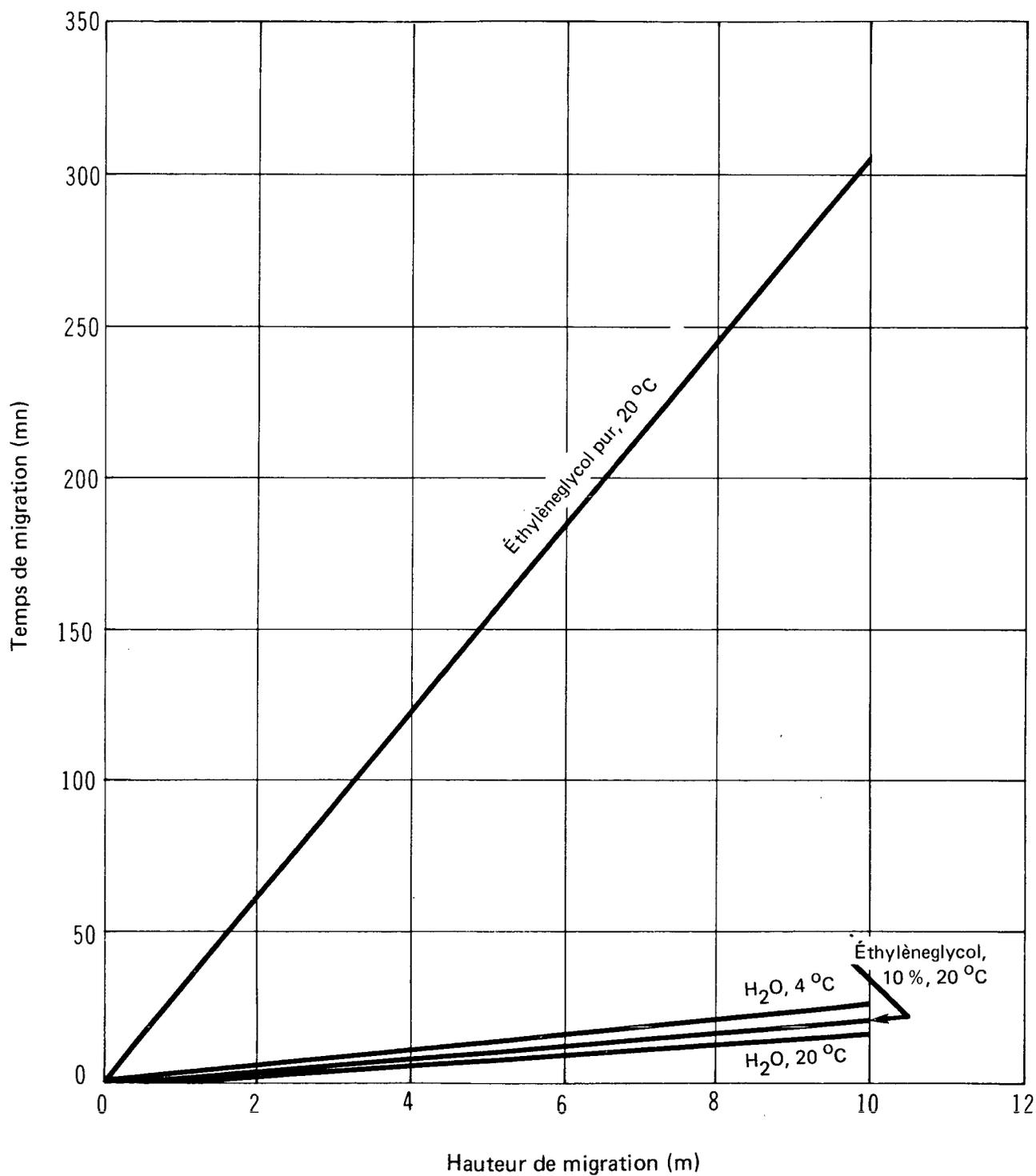


Figure 22

ÉTHYLÈNEGLYCOL

MIGRATION DANS DU SABLE GROSSIER



ÉTHYLÈNEGLYCOL

MIGRATION DANS DU SABLE LIMONEUX

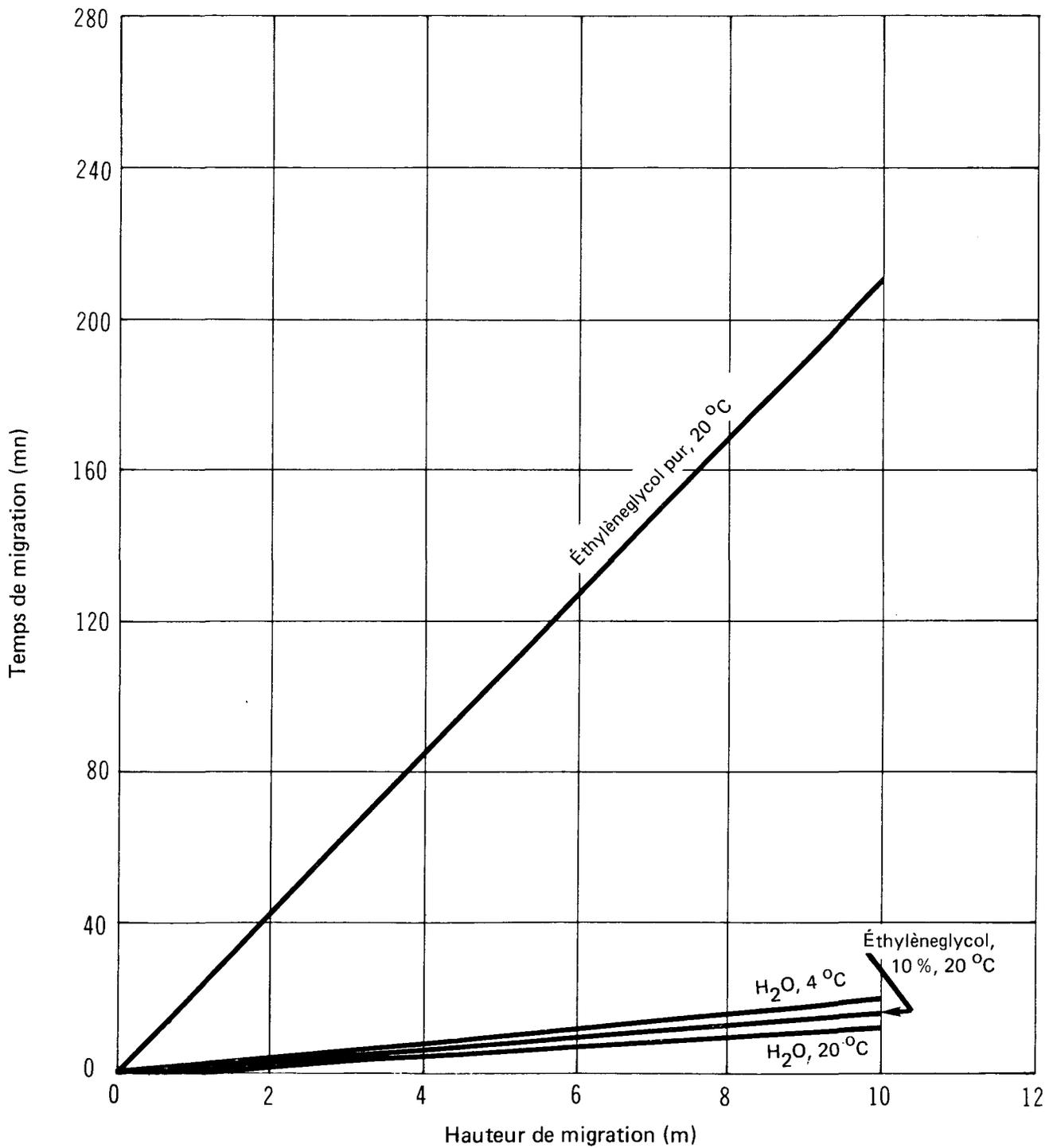
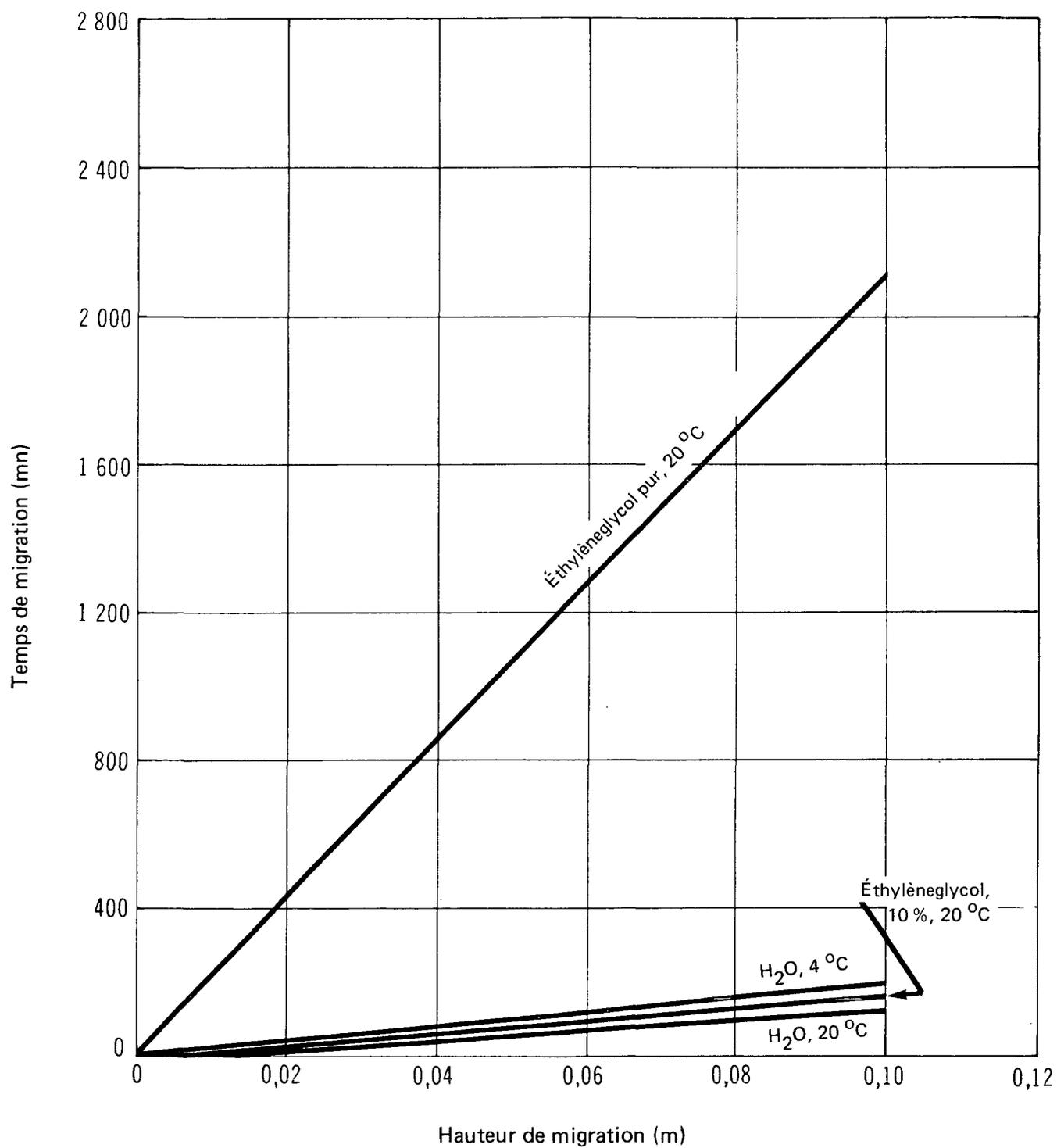


Figure 24

ÉTHYLÈNEGLYCOL

MIGRATION DANS DU TILL ARGILEUX



6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. — Le Canada n'a ni imposé ni recommandé de limite en ce qui concerne la teneur de l'eau en éthylèneglycol. Aux États-Unis, l'EPA propose comme objectif une teneur admissible maximale de 140 µg/l, en prenant en considération les effets sur la santé (Noyes, 1981).

6.1.2 Qualité de l'air. — Le Canada n'a pas imposé de limite en ce qui concerne la teneur de l'air en éthylèneglycol. La République fédérale allemande a fixé à 300 mg/m³ la teneur maximale admissible en éthylèneglycol des gaz de cheminée pour une vitesse d'échappement des gaz de 6 kg/h (Miller, 1979).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux U.S.A. — La tolérance moyenne pour 96 heures (TLm 96) a été fixée, pour l'éthylèneglycol, à une teneur variant entre 100 et 1 000 ppm (RTECS, 1979).

6.2.2 Mesure de la toxicité

Toxicité pour les poissons

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Eau	Source
2 000 à 3 000			Mort		Serkowitz, 1973
49 300	168	Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>)	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
< 5 000	24	Poisson doré	Teneur létale 50	20 °C «statique»	JWPCF, 1980
18 500	96	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50		Jonk, 1974
41 000	96	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50	12 °C	Johnson, 1980

Toxicité pour les invertébrés

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Eau	Source
> 20 000	24	Crevette (<i>Artemia salina</i>)	TLm	«statique»	Price, 1974
> 100	48	Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>)	Teneur létale 50	Salée, aérée	Portman, 1970

Toxicité pour les micro-organismes

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Eau	Source
> 10 000		Algue verte (<i>Scenedesmus quadricauda</i>) Protozoaire (<i>Entosiphon sulcatum</i>) Bactérie (<i>Pseudomonasputida</i>)	Ralentissement de la multiplication cellulaire chez toutes les espèces		Verschuereen, 1984
250		Bactérie (<i>Pseudomonas</i>)	Toxique		Verschuereen, 1984
180 000		Algue (<i>Chlorella pyrenoidosa</i>)	Toxique		Verschuereen, 1984

6.3 Toxicité pour les mammifères

Une dose de 2 à 10 ml/kg prise par voie orale est toxique pour les bovins (Crowell, 1979).

6.4 Toxicité pour l'avifaune

L'ingestion d'antigel a intoxiqué des canards. Des doses de 1,1 à 17,8 mg/kg, prises par voie orale, ont entraîné un accroissement de la teneur en glycol des tissus et une diminution du temps de survie (Stowe, 1981).

6.5 Toxicité pour les végétaux

Des segments de coléoptiles d'avoine (*Avena sativa*) ont été exposés à des solutions aqueuses d'éthylèneglycol de 0,5 à 3 p. 100: il s'en est suivi un ralentissement de croissance (Miller, 1979). Par ailleurs, l'application d'éthylèneglycol sur des microsporocystes du maïs (spores du maïs) a provoqué un comportement chromosomique aberrant (Miller, 1979).

6.6 Dégradation du polluant

À des teneurs supérieures à 1 000 mg/l, le taux d'élimination de la DCO diminue (Breszkiewicz, 1979). Dans une étude, il a été observé que l'éthylèneglycol (2 ou 10 mg/l) s'est complètement biodégradé en trois jours dans quatre types de cours d'eau ayant une température de 20 °C (Miller, 1979). Introduit dans des boues activées, l'éthylèneglycol a été éliminé à 97 p. 100 en moins de 120 heures (Miller, 1979). Une autre étude a révélé que la bio-oxydation de l'éthylèneglycol (jusqu'à 10 mg/l) est de 34 p. 100 en 5 jours, 86 p. 100 en 10 jours, 92 p. 100 en 15 jours et 100 p. 100 en 20 jours lorsque le milieu d'ensemencement est constitué d'eaux usées domestiques comparativement à 20, 60, 65 et 77 p. 100 respectivement pour les mêmes périodes lorsque le milieu d'ensemencement est constitué d'eau salée synthétique (Miller, 1979).

Demande biochimique en oxygène

DBO kg/kg	% théorique de DBO	Jours	Milieu d'ensemencement	Eau	Source
	34	5	Boues d'égout	Eau douce	Price, 1974
	100	20	—	—	Price, 1974
	20	5	—	Eau salée	Price, 1974
	77	20	—	—	Price, 1974
> 1	96	6	Bactéries pures		Ryerman, 1966
< 1	21,8	5	Boues activées		Gerhold, 1966
> 1	40,2	1	—		Gerhold, 1966
	12,5	5	Boues d'égout		Gloyna, 1963
	78	20	—		Henkelekian, 1955
0,16 à 0,68		5	—		
0,93 à 1,1		10	—		Henkelekian, 1955

6.7 Devenir et effets à long terme

L'éthylèneglycol se dégrade complètement en l'espace de 20 à 40 jours (Miller, 1979). Aucune bioconcentration et donc aucune bioamplification n'ont été signalées (OHM-TADS, 1981).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

L'éthylèneglycol est un liquide hygroscopique sirupeux, un peu sucré au goût et presque inodore. En raison de ses propriétés physiques, il est utilisé comme antigél et liquide pour freins hydrauliques et systèmes de refroidissement. Il est également employé à d'autres fins dans l'industrie, notamment comme humectant, dans la production de plastiques, comme solvant pour colorants et comme adoucisseur pour le cellophane. Étant donné sa faible tension de vapeur, il ne produit presque pas de vapeurs à la température ambiante; toutefois, à des températures élevées, l'exposition aux vapeurs d'éthylèneglycol a des effets nocifs (Doc. TLV, 1981).

L'éthylèneglycol peut causer des lésions locales mineures; ses principaux effets nocifs sont à caractère systémique, et toute absorption sous-cutanée peut entraîner une intoxication (USDHEW, 1977). Les cas d'ingestion accidentelle ont permis d'amasser de l'information sur les effets nocifs de ce produit chez l'homme.

Des essais pratiqués sur des bactéries et des algues ont montré que le produit est mutagène (Verschueren, 1984). À la demande conjointe de la Food and Drug Administration et du National Cancer Institute (NCI), l'éthylèneglycol a fait l'objet de tests biologiques visant à déterminer son pouvoir cancérigène (USDHEW, 1980). Aucun résultat n'a encore été publié. L'éthylèneglycol a été incorporé dans l'inventaire des TSCA de l'EPA.

Les données toxicologiques résumées ci-dessous ont été extraites de sources dignes de confiance. Il est à noter que certaines données s'appliquent à des expositions prolongées à de faibles teneurs en éthylèneglycol, de sorte qu'elles peuvent ne pas s'appliquer parfaitement dans les cas de déversement.

7.1 Normes d'exposition recommandées

Les normes d'exposition ont été fixées afin de réduire l'irritation des voies respiratoires provoquée par les vapeurs ou les aérosols d'éthylèneglycol (Doc. TLV, 1981). La suppression de la limite d'exposition aux particules fait partie de la liste de changements prévus par l'ACGIH en 1983. Au Canada, les directives émises par les États provinciaux se conforment à celles de l'ACGIH, sauf exception.

Teneurs maximales admissibles

Norme	Origine	Teneur admissible	Source
<i>Moyenne pondérée en fonction du temps</i>			
TLV [®] - C (vapeurs)	ACGIH	50 ppm (125 mg/m ³)	TLV, 1983
Concentration moyenne (aérosol)	Québec	10 mg/m ³	Québec, 1979
Concentration moyenne (vapeurs)	Québec	250 mg/m ³	Québec, 1979
TWAEC	Ontario	Aucune limite	Ontario, 1981
Teneur maximale admissible proposée	URSS	5 mg/m ³	Filatova, 1981

Nome	Origine	Teneur admissible	Source
Exposition de courte durée			
STEL (15 mn) (particules)	ACGIH	20 mg/m ³	TLV, 1983
Plafond (vapeurs) Concentration maximale (aérosol)	ACGIH Québec	50 ppm (125 mg/m ³) 20 mg/m ³	TLV, 1983 Québec, 1979
Concentration maximale (vapeurs)	Québec	325 mg/m ³	Québec, 1979
Autres aspects de la toxicité pour l'homme			
IDLH	NIOSH	1 000 ppm	NIOSH Guide, 1978
Dose toxique minimale (enfants)		7 400 mg/kg	RTECS, 1979
Dose létale minimale		1 637 mg/kg	DPIMR, 1981
Dose létale		1,4 ml/kg	Doull, 1980
Dose létale		100 ml	DPIMR, 1981

Indice de toxicité par inhalation. – L'indice de toxicité par inhalation (I.T.I.) représente une mesure de la capacité d'une substance à produire un effet nocif à la suite d'une inhalation. On le calcule de la façon suivante: I.T.I. = $1\ 315,12$ (pression de vapeur en mm de Hg/TLV[®], en ppm) à 25 °C, I.T.I. = $1\ 315,12 (7,5 \times 10^{-2}/50 \text{ ppm})$ à 25 °C, I.T.I. = 2.

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Source
● CHEZ L'HOMME Non précisée	L'éthylèneglycol à l'état liquide ou solide est à peu près inoffensif pour la peau	CHRIS, 1978
● CHEZ LE LAPIN 555 mg	Irritation légère (peau nue)	DPIMR, 1981

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
● CHEZ L'HOMME Non précisée	À de faibles teneurs, les vapeurs n'irritent pas les yeux	CHRIS, 1978
● CHEZ LE LAPIN 12 mg/m ³ (3 j) 1 440 mg (6 h) 111 mg	Irritation modérée à grave Irritation modérée Irritation	Doull, 1980 RTECS, 1979 DPIMR, 1981
● CHEZ LE RAT 12 mg/m ³ (24 h)	Opacité de la cornée et cécité	Doull, 1980

7.3 Seuil de perception des propriétés organoleptiques

7.3.1 Odeur. – L'éthylèneglycol est inodore (Doc. TLV, 1981).

7.3.2 Goût. – L'éthylèneglycol a un goût légèrement sucré (USDHEW, 1977).

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation (effets)

Exposition	Effets	Source
A. – Exposition de courte durée		
<ul style="list-style-type: none"> ● CHEZ L'HOMME 10 000 mg/m³ Non précisée 	Irritation Très toxique sous forme de particules. L'exposition directe entraîne des maux de tête, des nausées, des vertiges et affecte les reins.	DPIMR, 1981 DPIMR, 1981
<ul style="list-style-type: none"> ● CHEZ LE RAT ET LE COBAYE 256 mg/m³ (12 j) (teneur saturante à 25 °C) 	Mort d'un rat sur quinze et d'un cobaye sur trois.	Miller, 1979
B. – Exposition de longue durée		
<ul style="list-style-type: none"> ● CHEZ L'HOMME Teneur moyenne de 12 ppm (30 mg/m³), 20 à 22 h/j pendant 4 semaines 	L'éthylèneglycol en aérosol irrite la gorge et cause de légers maux de tête et des maux de dos, mais dans l'ensemble l'exposition a été bien tolérée. Les plaintes ont été plus nombreuses lorsque la teneur a été portée à 140 mg/m ³ pendant une partie de la journée. Des teneurs supérieures ou égales à 80 ppm ont causé une sensation de brûlure dans la gorge et des toux. Les cas d'irritation sont devenus communs à des teneurs de 60 ppm.	Doc. TLV, 1981

7.4.2 Ingestion (effets)

Exposition	Effets	Source
<ul style="list-style-type: none"> ● CHEZ L'HOMME 7 400 mg/kg 	Dose toxique minimale par voie orale pour les enfants causant des effets toxiques systémiques.	DPIMR, 1981
<ul style="list-style-type: none"> 1 400 à 1 600 mg/kg 710 mg/kg 1,4 ml/kg (1 550 mg/kg) 	Dose létale	Miller, 1979
<ul style="list-style-type: none"> ● CHEZ LE CHIEN 7 g/kg 	Dose létale minimale par voie orale	DPIMR, 1981
	Dose létale par voie orale	Doull, 1980
	Dose létale minimale	Doull, 1980

Exposition	Effets	Source
● CHEZ LE CHAT		
2 000 mg/kg	Dose létale 50	DPIMR, 1981
1 g/kg	Dose létale minimale	Doull, 1980
● CHEZ LE LAPIN		
9 g/kg	Dose létale minimale	Doull, 1980
● CHEZ LE COBAYE		
6 100 à 8 100 mg/kg	Dose létale 50 moyenne	Miller, 1979
6 610 mg/kg	Dose létale 50	RTECS, 1979
7,35 ml/kg	Dose létale 50	Verschueren, 1984
● CHEZ LE RAT		
8 540 mg/kg	Dose létale 50	DPIMR, 1981
6 100 à 8 540 mg/kg	Dose létale 50 moyenne	Miller, 1979
5 840 mg/kg	Dose létale 50	RTECS, 1979
5,50 ml/kg	Dose létale 50	Verschueren, 1984
● CHEZ LA SOURIS		
8 300 à 15 300 mg/kg	Dose létale 50 moyenne	Miller, 1979
7 500 mg/kg	Dose létale 50	DPIMR, 1981
13,7 g/kg	Dose létale 50	Verschueren, 1984

7.4.3 Contact avec la peau (effets)

Exposition	Effets	Source
● CHEZ L'HOMME		
4 mois	Un ouvrier a souffert de dermatite eczémateuse après avoir été en contact avec une solution à 25 p. 100.	Miller, 1979
● CHEZ LE LAPIN		
19 530 mg/kg	Dose létale 50	DPIMR, 1981

7.4.4 Contact par voie sous-cutanée

Exposition	Effets	Source
● CHEZ LE CHAT		
2 000 mg/kg	Dose létale minimale	RTECS, 1979
● CHEZ LE COBAYE		
5 000 mg/kg	Dose létale minimale	DPIMR, 1981
● CHEZ LE RAT		
6 400 mg/kg	Dose létale 50	Miller, 1979
(intrapéritonéale)		
5 300 mg/kg	Dose létale 50	DPIMR, 1981
● CHEZ LA SOURIS		
6 700 mg/kg	Dose létale 50	Miller, 1979
5 600 mg/kg	Dose létale 50	Miller, 1979
(intrapéritonéale)		
4 400 mg/kg	Dose létale 50	Miller, 1979
(intraveineuse)		

7.4.5 Mutagénicité, tératogénicité, carcinogénicité

Exposition	Effets	Source
● CHEZ LA SOURIS		
26 mg (dose unique)	Aucune incidence accrue des tumeurs	Miller, 1979
1 à 10 mg (doses uniques)	Aucune incidence accrue des tumeurs chez un groupe de 400 sujets	Miller, 1979
● CHEZ LE RAT		
30 à 100 mg/kg (dose hebdomadaire unique pendant 1 an)	Aucune incidence accrue des tumeurs	Miller, 1979
● CHEZ <i>SALMONELLA TYPHIMURIUM</i>		
Non précisée	Aucune mutation reverse, aucun signe de mutagénicité	Miller, 1979

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

Aucune source n'est indiquée dans le cas de symptômes de nature courante, signalés dans la plupart des ouvrages de référence. En revanche, les symptômes ou troubles de nature particulière ou inhabituelle sont suivis d'une mention de source.

Des recherches (Miller, 1979) sur l'intoxication par l'éthylèneglycol ont révélé l'existence d'un syndrome en trois phases (Miller, 1979): 1) dépression du système nerveux central en 0,5 à 12 heures se manifestant par des nausées, des vomissements et dans les cas extrêmes un coma parfois mortel; 2) insuffisance cardio-pulmonaire si la victime survit à la première phase; cela se produit généralement 12 à 18 heures après l'ingestion et se manifeste par une insuffisance cardio-pulmonaire menant au coma et à la mort; 3) insuffisance rénale si la victime survit à la deuxième phase.

7.5.1 Inhalation (symptômes)

1. Anorexie (Doull, 1980).
2. Oligurie (USDHEW, 1977).
3. Lymphocytose absolue (Doull, 1980).
4. Nystagmus.
5. Dépression du système nerveux central.
6. Dysfonctionnement des organes hématopoiétiques (USDHEW, 1977).
7. Évanouissement.
8. Oedème pulmonaire (GE, 1980).

7.5.2 Ingestion (symptômes)

1. Faiblesse.
2. Vertiges.
3. Douleur abdominale.
4. Nausées et vomissements.
5. Spasmes des globes oculaires (GE, 1980).
6. Tremblements et convulsions (ITII, 1981).
7. Aréflexie (ITII, 1981).
8. Stimulation du système nerveux central suivie d'une dépression.

9. Narcose (Goodman et Gilman, 1980).
10. Cyanose (ITII, 1981).
11. Oxalurie.
12. Albuminurie (ITII, 1981).
13. Hématurie (ITII, 1981).
14. Insuffisance rénale (Goodman et Gilman, 1980).
15. Insuffisance cardiaque (USDHEW, 1977).
16. Lésions cérébrales (USDHEW, 1977).
17. Coma (Goodman et Gilman, 1980).
18. Mort

7.5.3 Contact avec la peau (symptômes)

1. L'absorption d'éthylèneglycol par la peau peut entraîner une intoxication (USDHEW, 1977).

7.5.4 Contact avec les yeux (symptômes)

1. Irritation.
2. Conjonctivite (ITII, 1981).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre l'éthylèneglycol et divers produits chimiques

Produit chimique ou groupe de produits chimiques	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs inflammables	Formation de vapeurs toxiques d'une plus grande toxicité	Augmentation de la toxicité dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source
En général														
Feu		•												Sax, 1979
Chaleur		•											Combustible à des températures supérieures à 110 °C	Sax, 1979
Produits chimiques														
Acide chlorosulfonique	•							•					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Acide perchlorique			•		•								Décomposition de l'éthylèneglycol. Décomposition avec violence explosive en présence d'eau	Bretherick, 1979
Acide sulfurique	•							•					Avec H ₂ SO ₄ à 96 p. 100 dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Oléum	•							•					Dans un récipient fermé	NFPA, 1978
Pentasulfure de phosphore	•		•											Bretherick, 1979
Groupes de produits chimiques														
Isocyanates	•													EPA 600/2-80-076
Métaux alcalins et alcalino-terreux	•			•	•					•				EPA 600/2-80-076
Nitrures			•	•									Les nitrures peuvent exploser sous l'effet de la chaleur de réaction	EPA 600/2-80-076
Réducteurs	•	•	•											EPA 600/2-80-076

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les brefs exposés qui figurent dans la présente section sont repris des ouvrages sur lesquels a porté notre enquête bibliographique. Leur formulation originale a même été respectée afin d'éviter toute déformation de sens. Ce faisant, il devenait impossible d'empêcher que n'apparaissent d'éventuels désaccords entre les sources. D'autre part, le lecteur notera que la mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. — L'éthylèneglycol est un liquide combustible (Olin MSDS, 1979).

9.1.2 Moyens d'extinction. — Refroidir avec de l'eau pulvérisée les récipients menacés par les flammes (Dow ERIS, 1980).

Petit feu: utiliser de la poudre sèche ou de la neige carbonique.

Grand feu: utiliser de l'eau pulvérisée ou de la mousse anti-alcool (Dow ERIS, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.3.1 Information générale. — Little inc. a réalisé une étude des dangers et des risques que comporte le transport de l'éthylèneglycol aux États-Unis. Le tableau ci-dessous présente quelques données générales sur les déversements accidentels susceptibles de se produire.

	Camion	Wagon
Rayon de la nappe de liquide déversé	17 m	32 m
Rayon de la zone dangereuse	17 m	32 m
Superficie de la zone dangereuse	890 m ²	3 200 m ²
Nombre prévu de déversements ordinaires	0,94 par année	0,055
Intervalle de récurrence (grandes quantités)	71,4 années	

9.1.3.2 Déversement sur le sol. — Si la quantité déversée est petite, absorber le produit avec des absorbants secs, puis enlever à la pelle et déposer dans des récipients qui se ferment, en vue de l'élimination (Olin MSDS, 1979). La perlite et la vermiculite sont également recommandées comme sorbants à utiliser sur place (OHM-TADS, 1981).

Si la quantité déversée est considérable, tâcher de confiner le liquide en constituant des barrages physiques et/ou chimiques afin d'empêcher qu'il se répande trop (EPA 670/2-75-042). L'utilisation de suie industrielle (cendres volantes) ou de ciment est aussi recommandée pour l'absorption du liquide (EPA 670/2-75-042). Enfin, le liquide peut être enlevé à l'aide de pompes ou d'appareils à dépression.

9.1.3.3 Déversement dans l'eau. — Si possible, confiner le liquide déversé. Il est recommandé de répandre du charbon activé à raison de 10 p. 100 du volume d'éthylèneglycol, là où la teneur en éthylèneglycol atteint 10 mg/l ou plus. S'il est impossible d'enlever le liquide déversé, il faut envisager l'application d'un traitement bactérien sur place (Miller, 1979). S'il est impossible de retirer le produit déversé, le recours à la dilution peut s'avérer le meilleur moyen de protéger la faune et la flore aquatiques.

9.1.4 Nettoyage et traitement

9.1.4.1 Information générale. — Un traitement biologique permet d'éliminer 97 p. 100 de l'éthylèneglycol déversé dans l'eau (TSA, 1980). Plusieurs espèces peuvent décomposer ou cataboliser l'éthylèneglycol, notamment *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Sarcina* et *Xanthomonas* (Miller, 1979).

9.1.5 Élimination du polluant. — L'éthylèneglycol recueilli sur les lieux d'un déversement ne doit jamais être rejeté dans les eaux de surface ou dans un égout. Si la quantité déversée est considérable, le produit peut être mélangé à un solvant plus inflammable et brûlé dans un incinérateur (GE, 1980). Une autre solution consiste à appliquer un traitement biologique, soit sur place, soit dans une station d'épuration des eaux usées.

9.1.6 Appareils et vêtements de protection. — Avant d'entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés ne sont connus, il faut se munir d'un appareil respiratoire autonome et revêtir une combinaison entièrement étanche aux produits chimiques (GE, 1980).

Si le produit déversé est de l'éthylèneglycol:

- L'équipe d'intervention doit porter des lunettes à coque(s) ou autres lunettes de sécurité, un appareil respiratoire autonome approuvé par NIOSH/OSHA, ainsi que des vêtements étanches;
- Il est recommandé que les bottes et les gants soient faits de caoutchouc ou de néoprène (GE, 1980);
- Il est à noter que les vêtements faits de caoutchouc butylique, de néoprène avec caoutchouc naturel, de nitrile à revêtement de PVC, de polyéthylène chloré, d'alcool polyvinylique, de caoutchouc de styrène-butadiène ou de viton n'offrent qu'une résistance d'une heure; en revanche, les vêtements faits de caoutchouc naturel, de néoprène, de nitrile, de polyéthylène, de polyuréthane ou de chlorure de polyvinyle offrent une résistance de plus d'une heure (Little, 1983);
- Des bains oculaires automatiques et des douches déluge d'accès facile doivent se trouver sur les lieux de l'intervention (GE, 1980).

9.1.7 Précautions pour l'entreposage. — On entreposera le produit dans des récipients en acier doux, en ne dérogeant à cette règle que si des impératifs de coloration le justifient. Le verre, l'aluminium, l'acier inoxydable ou un acier enduit de résine peuvent servir de matériaux de rechange. Les récipients seront fermés de façon hermétique pour protéger le produit contre l'humidité. Enfin, ils seront à l'écart de tout oxydant (GE, 1980).

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

10.1 Information générale

Le présent chapitre expose un cas d'accident. Il donne des renseignements qui permettent au lecteur de mieux comprendre le processus d'intervention et les mesures de lutte que requiert un déversement accidentel. Les cas rapportés ici ont été choisis en fonction de certains critères; il ne faudrait pas voir dans le nombre de cas décrits une indication relative à l'ampleur ou à la fréquence des déversements.

Lorsqu'il y aura une nouvelle édition du présent guide, les auteurs procéderont à une mise à jour qui permettra d'intégrer au présent chapitre toute nouvelle information pertinente qui rendra compte du progrès des techniques d'intervention.

10.2 Renversement d'un camion-citerne (PC AEWQD, 1982)

Un camion-citerne transportant 23 000 litres d'antigel ayant une teneur de 60 p. 100 en éthylèneglycol s'est renversé dans une tourbière bordant une route. Environ 60 p. 100 de son contenu ont fui. Un talus de terre a empêché une partie du liquide déversé d'atteindre un ruisseau situé non loin de là. Le liquide s'est néanmoins répandu sur une superficie d'environ 180 m³ (30 m de longueur sur 6 m de largeur).

Des équipes de nettoyage, arrivées quelques heures plus tard sur les lieux de l'accident, ont pompé quelque 11 000 l de liquide dans des camions-citernes à dépression. Elles ont ensuite creusé deux tranchées (6 m de longueur, 3 m de largeur et 0,5 m de profondeur) autour de l'aire polluée pour empêcher toute migration. Pendant 2 semaines, à tous les 3 jours le liquide recueilli était pompé. Une quantité considérable de sol pollué, soit l'équivalent de deux chargements, fut enlevée et camionnée à une décharge voisine. L'endroit fut restauré avec du sol apporté d'ailleurs, qui futensemencé.

À proximité de l'endroit, la végétation n'a subi que des dommages superficiels. Par ailleurs, des échantillons d'eau prélevés dans la rivière voisine, en amont et en aval du lieu de l'accident, n'ont pas indiqué d'accroissement de la teneur en carbone organique total.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyse d'échantillons d'air, d'eau et du sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis, de l'Environmental Protection Agency des États-Unis, de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1981). — Une plage de teneurs en éthylèneglycol comprises entre 4,2 et 327 mg/m³ (1,65 et 128,81 ppm) d'air peut être mesurée par chromatographie en phase gazeuse en utilisant un détecteur à flamme ionisante.

Un volume connu d'air est aspiré dans un échantillonneur à trois étages constitué d'un filtre en fibres de verre et de deux couches de gel de silice à granulométrie de 20/40. Les deux couches de gel de silice sont dans un tube de verre de 8 cm de longueur et de 8 mm de diamètre extérieur. La première couche contient 520 mg de gel de silice à granulométrie de 20/40 et la deuxième couche, 260 mg. Un bouchon de mousse d'uréthane est placé entre les deux couches. Il est recommandé d'utiliser un échantillon de 3 l à un débit de 200 ml/mn.

Le contenu du filtre en fibres de verre est désorbé dans 1 ml de propanol à 2 p. 100, contenu dans un tube en verre de 1 ml fermé à l'aide d'un bouchon en caoutchouc. Les couches de gel de silice sont transférées dans des flacons en verre de 1 ml contenant 2 p. 100 de propanol. On laisse désorber les échantillons pendant 5 minutes en les agitant légèrement.

Une partie aliquote de 1 l d'échantillon est injectée dans un chromatographe à gaz approprié muni d'un détecteur à flamme ionisante. L'éthylèneglycol est dosé à l'aide d'un intégrateur électronique approprié pour mesurer l'aire sous le pic par comparaison avec une courbe d'étalonnage. La colonne en verre a 1,9 m de longueur et 2 mm de diamètre intérieur, et elle est garnie de Carbowax 20 M sur Chromosorb 1 à granulométrie de 80/100.

Les conditions normales de fonctionnement d'un chromatographe à gaz sont les suivantes: débit du gaz vecteur hélium, 31 ml/mn; débit de l'hydrogène, 44 ml/mn; débit de l'air, 304 ml/m; température de la colonne, 165 °C; température de l'injecteur, 250 °C, et température du détecteur, 300 °C.

11.2 Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)

L'échantillon est prélevé comme il est indiqué à la section 11.1.1, puis désorbé à l'aide de fréon 113 (1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroéthane). Il est ensuite analysé au moyen d'un spectrophotomètre enregistreur infrarouge approprié en utilisant des cuves de 1 cm compatibles dans le proche infrarouge de 1 cm. L'apparition de bandes d'absorption caractéristiques (dans la gamme 3 200 à 2 700 cm^{-1}) indique la présence d'éthylèneglycol (NIOSH, 1981; AWWA, 1981).

11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Spectroscopie de l'infrarouge (AWWA, 1981). – Une gamme de 40 à 400 ppm d'éthylèneglycol dans l'eau peut être mesurée par spectrophotométrie infrarouge d'affinité.

Un échantillon représentatif de 2 l au minimum est prélevé dans un récipient approprié. L'échantillon est acidifié au pH 2 ou moins à l'aide d'acide chlorhydrique dilué. Un volume de 5 ml est suffisant. L'échantillon est ensuite transféré dans une ampoule à décantation, et 30 ml de fréon 113 (1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroéthane) sont ajoutés afin de rincer le récipient. Le solvant est versé dans une fiole jaugée de 100 ml. Deux autres extractions avec des portions de 30 ml de fréon 113 sont effectuées et combinées dans la fiole. Le volume est porté à 100 ml au moyen de fréon 113.

L'échantillon est analysé au moyen d'un spectrophotomètre infrarouge approprié dans la gamme 3 200 cm^{-1} à 2 700 cm^{-1} en utilisant des cuves de silice de 1 cm compatibles dans le proche infrarouge. La teneur de l'échantillon est mesurée d'après une courbe d'étalonnage.

11.4 Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)

L'échantillon est prélevé comme il est indiqué à la section 11.3.1. Il est analysé à l'aide d'un spectrophotomètre infrarouge approprié dans la gamme 3 200 cm^{-1} à 2 700 cm^{-1} en utilisant des cuves de silice compatibles dans le proche infrarouge. L'apparition de bandes d'absorption indique la présence d'éthylèneglycol (AWWA, 1981).

11.5 Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Spectroscopie de l'infrarouge (AWWA, 1981). – Il s'agit d'une technique qui permet de déceler des teneurs du sol en éthylèneglycol supérieures à 40 ppm. Environ 20 g de sol, pesés avec précision, sont prélevés dans un flacon en verre et séchés par addition de sulfate de magnésium. Du fréon 113 (1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroéthane) est utilisé pour extraire l'éthylèneglycol du sol. Trois extractions de 30 ml de fréon 113 sont combinées dans une fiole jaugée de 100 ml. Le volume est porté à 100 ml à l'aide de fréon 113. L'échantillon est analysé au moyen d'un spectrophotomètre infrarouge approprié pour la gamme 3 200 cm^{-1} à 2 700 cm^{-1} en utilisant des cuves de silice de 1 cm compatibles dans le proche infrarouge. La teneur en éthylèneglycol de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.6 Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)

L'échantillon est prélevé et extrait comme il est indiqué à la section 11.5.1, puis analysé à l'aide d'un spectrophotomètre infrarouge approprié dans la gamme 3 200 cm^{-1} à 2 700 cm^{-1} en utilisant des cuves de silice compatibles dans le proche infrarouge. L'apparition de bandes d'absorption caractéristiques indique la présence d'éthylèneglycol (AWWA, 1981).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE*

12.1 Références

ASS: Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 503B. (1981).

Breszkiewicz 1979: Breszkiewicz, E., Van Hoi, D., Matusiak, K., "Effect of Methyl Alcohol and Ethylene Glycol on the Work of Activated Sludge", Acta Microbiol. Pol., Vol. 28, No. 3, pp. 255-260. (1979).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

CG-D-16-77: Drake, E., et al., A Feasibility Study of Response Techniques for Discharges of Hazardous Chemicals that Disperse Through the Water Column, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-16-77. (July, 1976).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Ethylene Glycol", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (March, 1983).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Crowell 1979: Crowell, W.A., Whitlock, R.H., Stout, R.C., Tyler, D.E., "Ethylene Glycol Toxicosis in Cattle", Cornell Vet., Vol. 7, No. 3, pp. 272-279. (1979).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dillon 1982: M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

* Liste reproduite de l'édition anglaise.

Doull 1980: Doull, J., Klaassen, C.D., Amdur, M.O., Casarett's and Doull's Toxicology - The Basic Science of Poisons, Second Edition, Collier Macmillan Canada Inc., Toronto, Ontario. (1980).

Dow ERIS 1980: Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1980).

Dow MSDS 1978: Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (1978).

Dow PPS 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, MI, Brochure 178-102-72. (1972).

Dow TED 1978: Dow Chemical Canada Inc., Transportation Equipment Data, Sarnia, Ontario. (1978).

DPIMR 1981: Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 6, pp. 52-54. (July/August, 1981).

DPPED 1967: DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

EPA 600/2-80-076: Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. (April, 1980).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Filatova 1981: Filatova, V.S., Smitnova, E.S., Gronsberg, E. Sh., et al., "Derivation of the Maximum Allowable Concentration of Ethylene Glycol in the Air of Worksites", Sov. J. Ind. Hyg. (1981).

GE 1980: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (November, 1980).

Gerhold 1966: Gerhold, R.M., Maloney, G.W., "Structural Determinants in the Oxidation of Aliphatic Compounds by Activated Sludge", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 38, No. 4, pp. 562-579. (April, 1966).

GF: GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

Gloyna 1963: Gloyna, E.F., Maliner, J.F. Jr., "Petrochemical Waste Effects on Water", Water Sewage Works, R-273. (1963).

Goodman and Gilman 1980: Gilman, A.G., Goodman, L.S., Gilman, A. (ed.), Goodman and Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics, Sixth Edition, MacMillan, New York, NY. (1980).

GPP: Uniroyal, Guide to Polymer Properties, Uniroyal Inc., Mishawaka, IN. Not dated.

Hansch and Leo 1979: Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

Henkelekian 1955: Henkelekian, H., Rand, M.C., "Biochemical Oxygen Demand of Pure Organic Compounds", Sewage Ind. Wastes, pp. 27-29. (September, 1955).

ISH 1977: Mellan, I., Industrial Solvents Handbook, Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ. (1977).

ITII 1981: International Technical Information Institute, Toxic and Hazardous Industrial Chemicals Safety Manual for Handling and Disposal with Toxicity and Hazard Data, Japan. (1981).

Jank 1974: Jank, B.E., Guo, H.M., Cairns, V.W., "Activated Sludge Treatment of Airport Waste Water Containing De-icing Fluids", Water Res., Vol. 8, pp. 875-880. (1974).

Johnson 1980: Johnson, W.W., Finley, M.T., Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. (1980).

JSSV 1979: Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

JWPCF 1980: Journal of the Water Pollution Control Federation, Vol. 52, No. 6. (June, 1980).

Kirk-Othmer 1978: Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 3, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

Kirk-Othmer 1980: Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 11, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1980).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

Little 1983: Schwope, A.D., Costras, P.P., Jackson, J.O., Weitzman, D.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, A.D. Little Inc., Cambridge, MA, for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983).

Merck 1976: Windholz; M., Budavari, S., Stroumstos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).

Miller 1979: Miller, L.M., Investigation of Selected Potential Environmental Contaminants: Ethylene Glycol, Propylene Glycol and Butylene Glycol, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 80-109119. (1979).

MWPP 1978: Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

NIOSH 1981: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Vol. 7, Cincinnati, OH, P&CAM 338. (1981).

NIOSH Guide 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

Noyes 1981: Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Olin MSDS 1979: Olin Corporation, Material Safety Data Sheet, "Ethylene Glycol", Stamford, CT. (October 11, 1979).

Olin PD 1980: Olin Corporation, Organic Chemicals Product Data, Stamford, CT. (1980).

Ontario 1981: Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario. (May, 1981).

PC AEWQD 1982: Personal Communication, Alberta Environment, Water Quality Department, Edmonton, Alberta. (21 January 1982).

Perry 1973: Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Portman 1970: Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

Price 1974: Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.A., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Quebec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec. (Decembre, 1979).

RTDCR 1974: Regulation for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, Canadian Transport Commission, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Ryerman 1966: Ryerman, A.W., Prabhakava Rho, A.V.S., Buzzell, J.C. Jr., Behaviour of Organic Chemicals in the Aquatic Environment, Manufacturing Chemists Association, Washington, DC. (1966).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Serkowitz 1973: Serkowitz, J.B., Schinke, G.R., Valeri, V.R., Water Pollution Potential of Manufactured Products, U.S. Environmental Protection Agency, EPA R2-73-179d. (April, 1973).

Shreve 1977: Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Stowe 1981: Stowe, C.M., Barnes, D.M., Arendt, T.D., "Ethylene Glycol Intoxication in Ducks", Avian Dis., Vol. 25, No. 2, pp. 538-541. (1981).

Streeter 1971: Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV*s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

TPS 1978: GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

TSA 1980: Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA. (1980).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

USDHEW 1977: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

USDHEW 1980: U.S. Department of Health and Human Services, First Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC. (1980).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

12.2 Bibliographie

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV*s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH. (1983).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 503B. (1981).

Atlas Steel, Atlas Stainless Steels, Toronto, Ontario. Not dated.

Breszkiewicz, E., Van Hoi, D., Matusiak, K., "Effect of Methyl Alcohol and Ethylene Glycol on the Work of Activated Sludge", Acta Microbiol. Pol., Vol. 28, No. 3, pp. 255-260. (1979).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec. (Décembre, 1979).

Canadian Transport Commission, Regulation for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada Ottawa, Ontario. (1974).

Corpus Information Services Ltd., "Ethylene Glycol", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (March, 1983).

Crowell, W.A., Whitlock, R.H., Stout, R.C., Tyler, D.E., "Ethylene Glycol Toxicosis in Cattle", Cornell Vet., Vol. 7, No. 3, pp. 272-279. (1979).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1979).

M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1982).

DOM-X, DOM-X Plastic Pipe Engineering Data, Toronto, Ontario. (1967).

Doull, J., Klaassen, C.D., Amdur, M.O., Casarett's and Doull's Toxicology -The Basic Science of Poisons, Second Edition, Collier Macmillan Canada Inc., Toronto, Ontario. (1980).

Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1980).

Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (1978).

Dow Chemical Canada Inc., Transportation Equipment Data, Sarnia, Ontario. (1978).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI. (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, MI, Brochure 178-102-72. (1972).

Drake, E., et al., A Feasibility Study of Response Techniques for Discharges of Hazardous Chemicals that Disperse Through the Water Column, U.S. Coast Guard, Washington, DC. CG-D-16-77. (July, 1976).

Filatova, V.S., Smitnova, E.S., Gronsberg, E. Sh., et al., "Derivation of the Maximum Allowable Concentration of Ethylene Glycol in the Air of Worksites", Sov. J. Ind. Hyg. (1981).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, NY. (November, 1980).

Gerhold, R.M., Maloney, G.W., "Structural Determinants in the Oxidation of Aliphatic Compounds by Activated Sludge", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 38, No. 4, pp. 562-579. (April, 1966).

GF Plastic Systems Inc., GF Plastic Systems, Santa Ana, CA. Not dated.

Gilman, A.G., Goodman, L.S., Gilman, A. (ed.), Goodman and Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics, Sixth Edition, MacMillan, New York, NY. (1980).

Gloyna, E.F., Maliner, J.F. Jr., "Petrochemical Waste Effects on Water", Water Sewage Works, R-273. (1963).

Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 3, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1978).

Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 11, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1980).

GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, CA. (1978).

Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

Hatayama, H.K., Chen, J.J., deVera, E.R., Stephens, R.D., Storm, D.L., A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. (April, 1980).

Henkelekian H., Rand, M.C., "Biochemical Oxygen Demand of Pure Organic Compounds", Sewage Ind. Wastes, pp. 27-29. (September, 1955).

International Technical Information Institute, Toxic and Hazardous Industrial Chemicals Safety Manual for Handling and Disposal with Toxicity and Hazard Data, Japan. (1981).

Jank, B.E., Guo, H.M., Cairns, V.W., "Activated Sludge Treatment of Airport Waste Water Containing De-icing Fluids", Water Res., Vol. 8, pp. 875-880. (1974).

Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, NY. (1979).

Johnson, W.W., Finley, M.T., Handbook of Acute Toxicity of Chemicals to Fish and Aquatic Invertebrates, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. (1980).

Journal of the Water Pollution Control Federation, Vol. 52, No. 6. (June, 1980).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Mellan, I., Industrial Solvents Handbook, Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ. (1977).

Miller, L.M., Investigation of Selected Potential Environmental Contaminants: Ethylene Glycol, Propylene Glycol and Butylene Glycol, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 80-109119. (1979).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Vol. 7, Cincinnati, OH. P&CAM 338. (1981).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Olin Corporation, Material Safety Data Sheet, "Ethylene Glycol", Stamford, CT. (October 11, 1979).

Olin Corporation, Organic Chemicals Product Data, Stamford, CT. (1980).

Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario. (May, 1981).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Perry, R.H., Chilton, C.H. (ed.), Chemical Engineer's Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1973).

Personal Communication, Alberta Environment, Water Quality Department, Edmonton, Alberta. (21 January 1982).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Portman, J.E., The Toxicity of 120 Substances to Marine Organisms, Shellfish Information Leaflet, Fisheries Experimental Station, Conway, N. Wales; Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (September, 1970).

Price, K.S., Waggy, G.T., Conway, R.A., "Brine Shrimp Bioassay and Seawater BOD of Petrochemicals", Journal Water Pollut. Control Fed., Vol. 46, No. 1. (January, 1974).

Rehau, Mechan-O-Joint Water Pressure Pipe and Fittings, Montreal, Quebec. (1978).

Ryerman, A.W., Prabhakara Rho, A.V.S., Buzzell, J.C. Jr., Behaviour of Organic Chemicals in the Aquatic Environment, Manufacturing Chemists Association, Washington, DC. (1966).

Sax, N.I. (ed.), Dangerous Properties of Industrial Materials Report, Vol. 1, No. 6, pp. 52-54. (July/August, 1981).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Fifth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1979).

Schwoppe, A.D., Costras, P.P., Jackson, J.O., Weitzman, D.J., Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, A.D. Little Inc., Cambridge, MA, for the U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. (1983)

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Serkowitz, J.B., Schinke, G.R., Valeri, V.R., Water Pollution Potential of Manufactured Products, U.S. Environmental Protection Agency, EPA R2-73-179d. (April, 1973).

Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Shuckrov, A.J., Pajak, A.P., Osheka, J.W., Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA. (1980).

Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Stowe, C.M., Barnes, D.M., Arendt, T.D., "Ethylene Glycol Intoxication in Ducks", Avian Dis., Vol. 25, No. 2, pp. 538-541. (1981).

Streeter, V.L., Fluid Mechanics, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1971).

Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada. (June, 1980).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

Uniroyal, Guide to Polymer Properties, Uniroyal Inc., Mishawaka, IN. Not dated.

U.S. Department of Health and Human Services, First Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Occupational Diseases. A Guide to Their Recognition, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH) No. 77-181. (1977).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC. (1978).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).