Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

LES XYLÈNES

TP
248
.X9
X9414
1985

Canada

juin 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.

TP
248
.X9
X941
1985

collection
ENVIROGUIDE

CENTRE DE DOCUMENTATION CSL
100 McGILL, 2ième étage
MONTRÉAL (Québec) H2Y 2E7
Tel: (514) 283-2762
Fax: (514) 283-9451

LES XYLÈNES

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
JUIN 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

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

Édition française de
Xylenes
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 48-10/29-1985F
ISBN 0-662-93295-1
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

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 VIII
Liste des tableaux IX
Abréviations et symboles X
Définitions XII
Sigles XIII

1 **Résumé**

2 **Propriétés physiques et chimiques**

3 **Production, transport et commerce**
3.1 Qualités et teneurs des produits 13
3.2 Fabricants au Canada 13
3.3 Autres fournisseurs 14
3.4 Centres de production et transport 14
3.5 Volume de production 14
3.6 Fabrication industrielle 15
3.6.1 Information générale 15
3.6.2 Procédés de production 15
3.7 Principales utilisations au Canada 15
3.8 Principaux acheteurs au Canada 15

4 **Manutention du produit et compatibilité**
4.1 Citernes et autres récipients d'expédition 16
4.1.1 Transport en vrac 16
4.1.1.1 Wagons-citernes 16
4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers 16
4.1.2 Transport dans des emballages 20
4.2 Déchargement 20
4.2.1 Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes 20
4.2.2 Matériaux de fabrication des organes de déchargement et spécification 21
4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux 22

5 **Fuite et migration du produit**
5.1 Aperçu général 24
5.2 Fuite du produit 24
5.2.1 Introduction 24
5.2.2 Nomogrammes relatifs aux fuites 25
5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé 25
5.2.2.2 Débit de fuite en fonction du temps écoulé 25
5.2.3 Exemples de calcul 25
5.3 Diffusion dans l'atmosphère 25

5.3.1 Introduction 25
5.3.2 Nomogrammes de la diffusion du panache de vapeurs 27
5.3.2.1 Débit d'émission de vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température 27
5.3.2.2 Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent 31
5.3.2.3 Demi-largeur maximale du panache dangereux 35
5.3.2.4 Distance parcourue par le panache, en fonction du temps écoulé 35
5.3.3 Exemple de calcul 36
5.4 Comportement dans l'eau 38
5.4.1 Introduction 38
5.4.2 Nomogrammes 39
5.4.2.1 Rayon de la nappe en fonction du temps (eau calme, nappe non confinée) 39
5.4.2.2 Longueur de la zone touchée en fonction du rayon (équivalent) de la nappe (eau calme, nappe confinée) 39
5.4.2.3 Distance de dérive en fonction du temps (absence de vent) 39
5.4.2.4 Addition verctorielle du courant de surface et du vent 44
5.4.3 Exemples de calcul 44
5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol 46
5.5.1 Introduction 46
5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ 46
5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant 48
5.5.4 Types de sol 48
5.5.5 Nomogrammes de la migration 48
5.5.6 Exemple de calcul 53

6 Protection de l'environnement
6.1 Limites maximales admissibles 54
6.1.1 Qualité de l'eau 54
6.1.2 Qualité de l'air 54
6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques 54
6.2.1 Évaluation de la toxicité aux États-Unis 54
6.2.2 Mesure de la toxicité 54
6.3 Toxicité pour les animaux 57
6.4 Autre toxicité dans l'air et sur terre 57
6.5 Études sur le milieu aquatique 58
6.6 Dégradation du polluant 58
6.7 Teneurs dans l'atmosphère et sources d'émission 59
6.8 Devenir et effets à long terme 59

7 Protection de la santé
7.1 Normes d'exposition recommandées 60
7.2 Données sur les propriétés irritantes 61
7.2.1 Contact avec la peau 61
7.2.2 Contact avec les yeux 61
7.3 Données sur les propriétés organoleptiques 62
7.3.1 Odeur 62
7.4 Études sur les effets toxiques 62
7.4.1 Inhalation 62

7.4.2 Ingestion 65
7.4.3 Administration par voie intrapéritonéale 65
7.4.4 Administration par voie sous-cutanée 65
7.4.5 Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité 65
7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication 66
7.5.1 Inhalation (symptômes et conséquences) 66
7.5.2 Ingestion (symptômes et conséquences) 67
7.5.3 Contact avec la peau (symptômes) 67
7.5.4 Contact avec les yeux (symptômes) 67

8 Compatibilité chimique
8.1 Compatibilité entre les *o*-, *m*- et *p*-xylènes et divers produits chimiques 68
8.2 Compatibilité entre le *p*-xylène et certains produits chimiques 69

9 Mesures d'intervention et de sécurité
9.1 Mesures recommandées 70
9.1.1 Danger d'incendie 70
9.1.2 Moyens d'extinction 70
9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversement 70
9.1.3.1 Information générale 70
9.1.3.2 Déversement sur le sol 70
9.1.3.3 Déversement dans l'eau 71
9.1.4 Nettoyage et traitement 71
9.1.4.1 Déversement sur le sol 71
9.1.4.2 Déversement dans l'eau 71
9.1.4.3 Information générale 71
9.1.5 Élimination du polluant 71
9.1.6 Données relatives à la filtration sur charbon 71
9.1.7 Appareils et vêtements de protection 72
9.1.8 Précautions pour l'entreposage 73
9.2 Équipements, produits et techniques spécialisés d'intervention 73

10 Cas de déversement accidentel
10.1 Information générale 74
10.2 Déraillement de wagons-citernes 74

11 Identification et dosage des polluants
11.1 Dosage du polluant présent dans l'air 75
11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse 75
11.2 Identification du polluant présent dans l'air 75
11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau 76
11.3.1 Spectroscopie infrarouge 76
11.4 Identification du polluant présent dans l'eau 76
11.5 Dosage du polluant présent dans le sol 76
11.5.1 Gravimétrie 76
11.6 Identification du polluant présent dans le sol 76

12 Références et bibliographie
12.1 Références 77
12.2 Bibliographie 83

LISTE DES FIGURES

1 Pression de vapeur en fonction de la température 9
2 Masse volumique du liquide en fonction de la température 10
3 Tension superficielle du liquide 10
4 Viscosité de la vapeur en fonction de la température 11
5 Viscosité du liquide en fonction de la température 11
6 Diagramme de phases 12
7 Wagon-citerne de spécification 111A60W1 17
8 Fûts types 19
9 Perforation au-dessus du niveau du liquide 25
10 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé 26
11 Débit de fuite en fonction du temps écoulé 26
12 Formation d'un panache de vapeurs 28
13 Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse 29
14 Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe 30
15 Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent 32
16 Conversion en g/m^3 de la TLV® 33
17 Conversion en g/m^3 du pourcentage volumique de la limite inférieure d'inflammabilité 34
18 Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé 34
19 Zone dangereuse maximale sous un vent invariable 40
20 Zone dangereuse maximale sous un vent variable 40
21 Rayon de la nappe de polluant en fonction du temps (plan d'eau, nappe non confinée) 41
22 Longueur de la zone touchée en fonction du rayon de la nappe de polluant (plan d'eau, nappe confinée) 43
23 Distance de dérive en fonction du temps (aucun vent) 43
24 Addition vectorielle du courant de surface et du vent 45
25 Migration dans le sous-sol 47
26 Plan d'utilisation des nomogrammes 49
27 Migration dans du sable grossier 50
28 Migration dans du sable limoneux 51
29 Migration dans un till argileux 52

LISTE DES TABLEAUX

1 Nomogrammes de conversion 8
2 Wagons-citernes de spécifications 111A60W1, 111A60F1 et 111A100W1 16
3 Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1 18
4 Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport des xylènes 20
5 Compatibilité entre le produit et certains matériaux de fabrication 22
6 Abréviations de noms de matériaux 23
7 Catégories météorologiques (de stabilité) 31
8 Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs de xylènes à 20 °C 35

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

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

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

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

1 RÉSUMÉ

Xylènes ($C_6H_4(CH_3)_2$)
Les xylènes se présentent comme des liquides incolores, dégageant une odeur douce, de type benzénique.

Synonymes
Diméthylbenzènes, xylols (appellation commerciale), mélanges d'hydrocarbures aromatiques:
o-xylène, *o*-xylol, diméthyl-1,2 benzène, orthoxylène;
m-xylène, *m*-xylol, diméthyl-1,3 benzène, métaxylène;
p-xylène, *p*-xylol, diméthyl-1,4 benzène, paraxylène.

Numéros d'identification
UN 1307; CAS 108-38-3 (*m*), 95-47-6 (*o*), 106-42-3 (*p*); OHM-TADS 7216951 (*p*), 7216952 (*o*), 7216953 (*m*); STCC 4909350 ou 4909351

Qualités et teneurs
Mélanges de xylènes (qualité solvant): plus de 84 p. 100 de *o*-, *m*- et *p*-xylènes; mélange à faible teneur en *o*-xylène; mélange à 90 p. 100 de *o*-, *p*- xylènes.

Dangers immédiats
Incendie. – Les xylènes sont inflammables. Un retour de flamme peut se produire le long d'une traînée de vapeurs. S'il y a contact entre les vapeurs de xylènes et l'air, il peut y avoir formation de mélanges explosifs.
Effet sur l'homme. – Les xylènes sont moyennement toxiques lorsqu'il y a inhalation.
Effet sur l'environnement. – Les xylènes sont nocifs pour la vie aquatique, même à de faibles teneurs.

Données relatives aux propriétés physiques

	o-xylène	*m*-xylène	*p*-xylène
État (15 °C; 1 atm)	Liquide	Liquide	Liquide
Point d'ébullition	144,4 °C	139,1 °C	138,35 °C
Point de fusion	-25,18 °C	-47,87 °C	13,26 °C
Inflammabilité	Inflammable	Inflammable	Inflammable
Point d'éclair	32 °C	27 °C	27 °C
Pression de vapeur	1,3 kPa (32 °C)	1,3 kPa (28 °C)	1,3 kPa (27 °C)
Masse volumique (25 °C)	0,8802 g/ml	0,8642 g/ml	0,8610 g/ml
Solubilité (dans l'eau) (22 °C)	0,0228 g/100 ml	0,0187 g/100 ml	0,0191 g/100 ml
Comportement (dans l'eau)	Flotte, sans produire de réaction.		
Comportement (dans l'air)	Les vapeurs sont plus lourdes que l'air, et forment avec l'air des mélanges explosifs.		
Seuil olfactif	0,3 à 5 ppm		

Dangers pour l'environnement
Les xylènes sont toxiques pour les espèces aquatiques à des teneurs supérieures à 2 mg/l. Ils constituent un danger pour les oiseaux aquatiques et les animaux. Leur biodégradation est lente.

Dangers pour l'homme

Teneur maximale admissible (TLV®) établie par l'ACGIH: 100 ppm (435 mg/m^3). Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) établie par le NIOSH: 10 000 ppm.

Effets en cas d'inhalation. – L'inhalation provoque des maux de tête, de la somnolence, des lésions, des nausées, une irritation des voies nasales et de la gorge et des difficultés respiratoires. Si la teneur est forte, il y a danger d'irritation des muqueuses, de dépression du système nerveux central et même de décès.

Effets en cas de contact. – Le contact avec l'épiderme provoque irritation, sécheresse, érythème et dermatite. Le contact avec les yeux provoque des irritations et peut être à l'origine de lésions réversibles de la cornée.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux où s'est produit l'accident. Signaler: «Produit inflammable». Appeler les pompiers. Prévenir le fabricant. Éliminer les causes possibles d'inflammation; interrompre la circulation automobile et le fonctionnement des appareils. Arrêter l'écoulement et confiner la nappe de liquide si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le liquide et l'inhalation des vapeurs. Se tenir face au vent, la nappe derrière soi. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

• En cas d'incendie

Ne pas tenter d'éteindre les flammes s'il n'est pas possible d'arrêter l'écoulement. Utiliser de la mousse, des poudres sèches, de la neige carbonique, un jet d'eau ou de l'eau pulvérisée si l'on décide d'éteindre les flammes. Refroidir avec de l'eau les récipients exposés aux flammes. Se tenir éloigné des extrémités des citernes. Les récipients peuvent exploser au cours de l'incendie.

Mesures d'intervention d'urgence

• Xylènes répandus sur le sol

Construire des barrages pour confiner la nappe ou la diriger vers des surfaces de retenue imperméables. Enlever le produit au moyen de pompes ou d'appareils aspirateurs. Absorber ce qui reste à l'aide de sciure de bois, de sable ou de sorbants synthétiques; ramasser le tout à la pelle et le placer dans des récipients qui peuvent être fermés.

• Xylènes déversés dans l'eau

Confiner la nappe au moyen de barrages ou d'obstacles naturels. Utiliser des appareils d'écrémage pour enlever le produit, puis appliquer des sorbants pour éliminer les dernières traces.

• Xylènes à l'état de vapeurs

Utiliser un jet d'eau pour disperser les vapeurs. Confiner l'eau de ruissellement afin de pouvoir l'épurer ou l'éliminer par la suite.

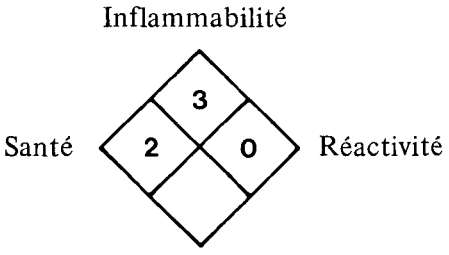
Niveau de gravité du risque selon la NAS (étatsunienne)

(Catégorie)	(Niveau)
Incendie	3
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	1
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	1
Intoxications	2
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	1
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	3
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	2

Réactivité

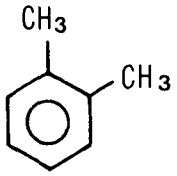
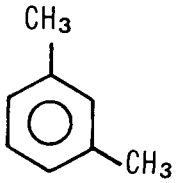
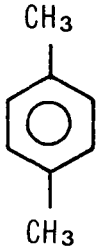
Autres produits chimiques 1
Eau 0
Réaction spontanée 0

Évaluation du risque selon la NFPA (étatsunienne)



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

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

	o-xylène	*m*-xylène	*p*-xylène
Formules développées			
Aspect	Liquides incolores (Verschueren, 1984)		
État à l'expédition	Liquide	Liquide	Liquide
État d'agrégation (15 °C; 1 atm)	Liquide	Liquide	Liquide
Variables d'état			
Point de fusion	-25,18 °C (CRC, 1980)	-47,87 °C (CRC, 1980)	13,26 °C (CRC, 1980)
Point d'ébullition	144,4 °C (CRC, 1980)	139,1 °C (CRC, 1980)	138,35 °C (CRC, 1980)
Pression de vapeur	1,3 kPa (32 °C) (CRC, 1980)	1,3 kPa (28 °C) (CRC, 1980)	1,3 kPa (27 °C) (CRC, 1980)
Masse volumique et densités			
Masse volumique (25 °C)	0,8802 g/ml (Kirk-Othmer, 1984)	0,8642 g/ml (Kirk-Othmer, 1984)	0,8610 g/ml (Kirk-Othmer, 1984)
Densité relative du liquide (eau = 1) (20 °C/4 °C)	0,8802 (CRC, 1980)	0,8642 (CRC, 1980)	0,8611 (CRC, 1980)
Densité relative de la vapeur (air = 1)	3,7 (Verschueren, 1984)	3,66 (Verschueren, 1984)	3,7 (Verschueren, 1984)
Propriétés relatives à la combustion			
Inflammabilité	Liquides inflammables (NFPA, 1978)		
Point d'éclair	32 °C (NFPA, 1978)	27 °C (NFPA, 1978)	27 °C (NPA, 1978)
Température d'inflammation spontanée	464 °C (NFPA, 1978)	528 °C (NFPA, 1978)	529 °C (NFPA,1978)
Vitesse de combustion	5,8 mm/mn (CHRIS, 1978)	5,8 mm/mn (CHRIS, 1978)	5,8 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité (vol./vol.)	6 p. 100 (NFPA, 1978)	7 p. 100 (NFPA, 1978)	7 p. 100 (NFPA, 1978)
Limite inférieure d'inflammabilité	1,0 p. 100 (NFPA, 1978)	1,1 p. 100 (NFPA, 1978)	1,1 p. 100 (NFPA, 1978)
Chaleur de combustion (20 °C)	4568 kJ/mol (CRC, 1980)	4554 kJ/mol (CRC, 1980)	4557 kJ/mol (CRC, 1980)

	o-xylène	*m*-xylène	*p*-xylène
Produits de la combustion	Dioxyde de carbone et eau (CRC, 1980)		
Risque de retour de flamme	Les vapeurs peuvent parcourir une distance considérable jusqu'à une source d'allumage et provoquer un retour de flamme (NFPA, 1978).		
Explosibilité	Les vapeurs forment avec l'air des mélanges explosifs (NFPA, 1978).		
Risque d'allumage électrique	Peuvent s'enflammer à la suite d'une décharge d'électricité statique.		
Autres propriétés			
Masse moléculaire de la substance	106,167 (Kirk-Othmer, 1984)	106,167 (Kirk-Othmer, 1984)	106,167 (Kirk-Othmer, 1984)
Composition caractéristique de la qualité commerciale	95 p. 100 du mélange de xylènes est composé des isomères méta et para (CCD, 1977).		
Indice de réfraction (20 °C)	1,5055 (CRC, 1980)	1,4972 (CRC, 1980)	1,4958 (CRC, 1980)
Viscosité (20 °C)	0,809 mPa . s (Ullmann, 1983)	0,617 mPa . s (Ullmann, 1983)	0,644 mPa . s (Ullmann, 1983)
Tension interfaciale avec l'eau (20 °C)	32,5 mN/m (Kirk-Othmer, 1984)	31,23 mN/m (Kirk-Othmer, 1984)	28,27 mN/m (Kirk-Othmer, 1984)
Chaleur latente de fusion (au point de fusion)	13,6 kJ/mol (CRC, 1980)	11,6 kJ/mol (CRC, 1980)	17,1 kJ/mol (CRC, 1980)
Chaleur latente de sublimation (25 °C)	43,4 kJ/mol (Lange's Handbook, 1979)	42,7 kJ/mol (Lange's Handbook, 1979)	42,4 kJ/mol (Lange's Handbook, 1979)
Chaleur latente de vaporisation (25 °C)	43,4 kJ/mol (Kirk-Othmer, 1984)	42,0 kJ/mol (Kirk-Othmer, 1984)	42,0 kJ/mol (Kirk-Othmer, 1984)
Chaleur de formation (25 °C)	-25,5 kJ/mol (Sussex, 1977)	-25,4 kJ/mol (Sussex, 1977)	-24,4 kJ/mol (Sussex, 1977)
Entropie de formation	246,5 J/mol (Kirk-Othmer, 1984)	252,2 J/mol (Kirk-Othmer, 1984)	274,4 J/mol (Kirk-Othmer, 1984)
Potentiel d'ionisation	8,56 eV (Rosenstock, 1977)	8,56 eV (Rosenstock, 1977)	8,44 eV (Rosenstock, 1977)
Capacité thermique massique à pression constante (J/mol . °C) (25 °C)	181,66 (Kirk-Othmer, 1984)	183,44 (Kirk-Othmer, 1984)	181,66 (Kirk-Othmer, 1984)
à volume constant (J/mol . °C)	169 (30 °C) (Perry, 1973; CHRIS, 1978)	158 (0 °C) (Perry, 1973; CHRIS, 1978)	170 (25 °C) (Perry, 1973; CHRIS, 1978)

	o-xylène	*m*-xylène	*p*-xylène
Pression critique	3730 kPa (Kirk-Othmer, 1984)	3535 kPa (Kirk-Othmer, 1984)	3511 kPa (Kirk-Othmer, 1984)
Température critique	357,15 °C (Kirk-Othmer 1984)	343,90 °C (Kirk-Othmer, 1984)	343,05 °C (Kirk-Othmer, 1984)
Coefficient de dilatation (20 °C)	0,960 x 10^{-3}/°C (Hancock, 1982)	0,993 x 10^{-3}/°C (Hancock, 1982)	1,002 x 10^{-3}/°C (Hancock, 1982)
Conductivité thermique (0 °C)	0,15 W/(m . K) (PPH, 1984)	0,138 W/(m . K) (PPH, 1984)	0,142 W/(m . K) (PPH, 1984)
Constante diélectrique (25 °C)	2,568 (Kirk-Othmer, 1984)	2,367 (Kirk-Othmer, 1984)	2,27 (Kirk-Othmer, 1984)
Moment dipolaire (C . m) (= D ÷ 3,336 x 10^{-30})	0,51 (Kirk-Othmer, 1984)	0,30 (Kirk-Othmer, 1984)	0 (Kirk-Othmer, 1984)
Vitesse d'évaporation	0,40 g/(m^2 . s) (20 °C; vent = 4,5 m/s dans coll. «Enviroguide»)		
Teneur saturante (20 °C)	29 g/m^3 (Verschueren, 1984)	35 g/m^3 (Verschueren, 1984)	38 g/m^3 (Verschueren, 1984)
Constante de la loi de Henry			
- eau distillée	0,219	0,314	0,314
- eau de mer	0,289 (NRC, 1981)	0,433 (NRC, 1981)	0,442 (NRC, 1981)
Log 10 du coefficient de partage octanol/eau	2,77 (Chiou et Schmedding, 1982)	3,20	3,15
Solubilité			
dans l'eau			
- (22 °C)	0,0228 g/100 ml (Miller, 1976)	0,0187 g/100 ml (Miller, 1976)	0,0191 g/100 ml (Miller, 1976)
- de mer	0,01296 g/100 ml (NRC, 1981)	0,0106 g/100 ml (NRC, 1981)	0,01109 g/100 ml (NRC, 1981)
dans d'autres substances	Solubles dans l'éthanol, le diéthyléther, l'acétone et le benzène (CRC, 1980).		
Azéotropes (mélanges à point d'ébullition constant)			

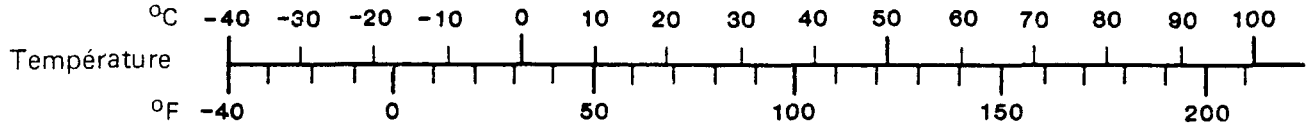
	%	Pt ébul. (°C)	%	Pt ébul. (°C)	%	Pt ébul. (°C)
Acide acétique	22	116,2	27,5	115,35	29	115,0
Alcool butylique	23	117,1	27	115,0	29	116,2
Glycol	84	140,0	85	135,8	85	135,2
Acide propionique	57	135,4	64,5	132,65	66	132,5
	(Hancock, 1982)		(Hancock, 1982)		(Hancock, 1982)	

Eau			40	94,5		
n-hexanol					5	64,0
Éthylèneglycol	7	135,7				
Méthanol	Tous à 13-18 %, Pt ébul. = 138 - 143 °C (Ullmann, 1975)					

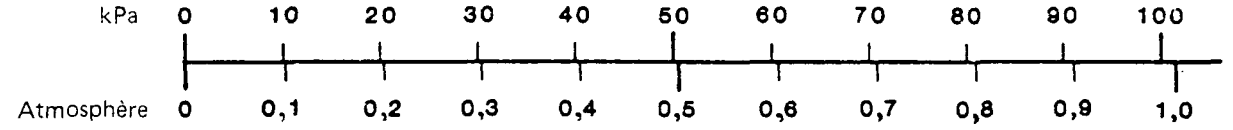
Facteur de conversion pour les vapeurs 1 ppm = 4,406 mg/m^3 (20 °C) (Verschueren, 1984)

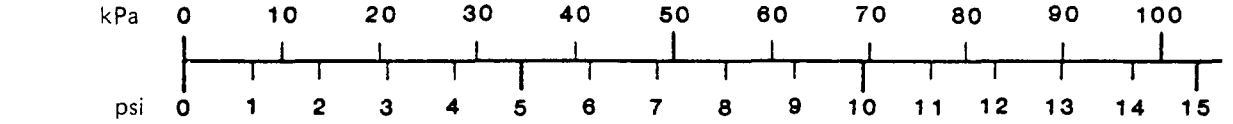
Tableau 1

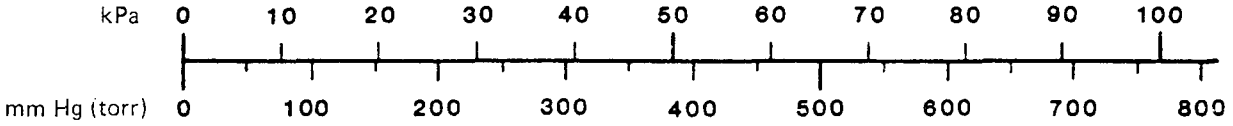
XYLÈNES — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression 1 kPa = 1 000 Pa







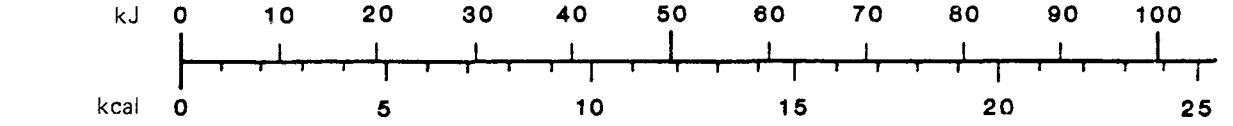
Viscosité

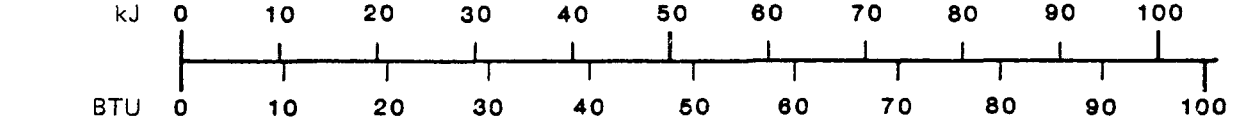
Dynamique 1 Pa·s = 1 000 centipoises (cPo)

Cinématique 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)
1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) 1 kJ = 1 000 J





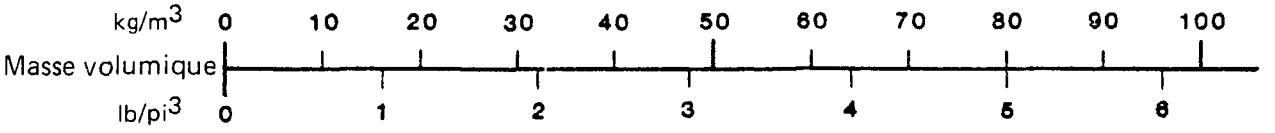


Figure 1

PRESSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1975

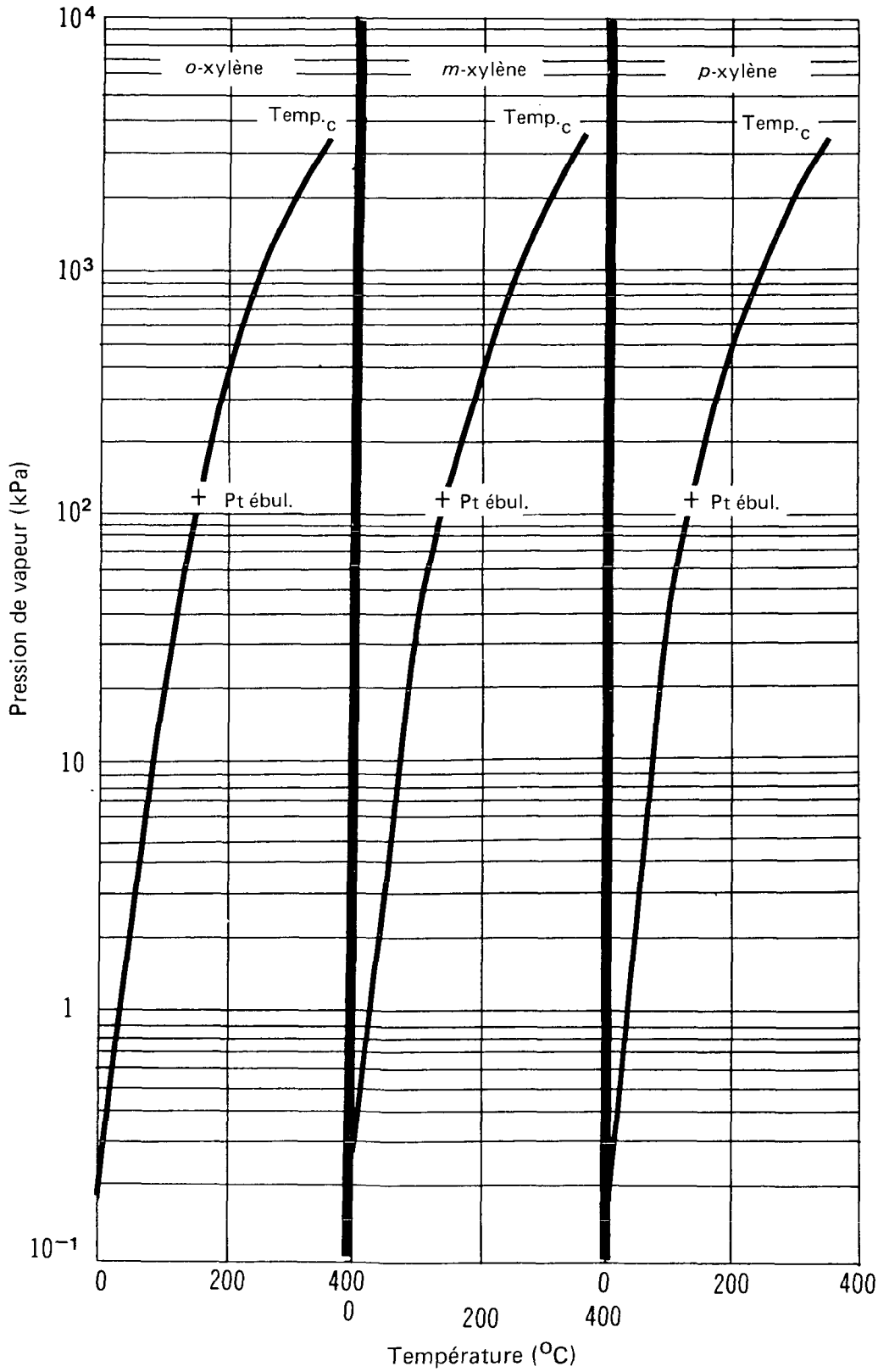


Figure 2

XYLÈNES

MASSE VOLUMIQUE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1975

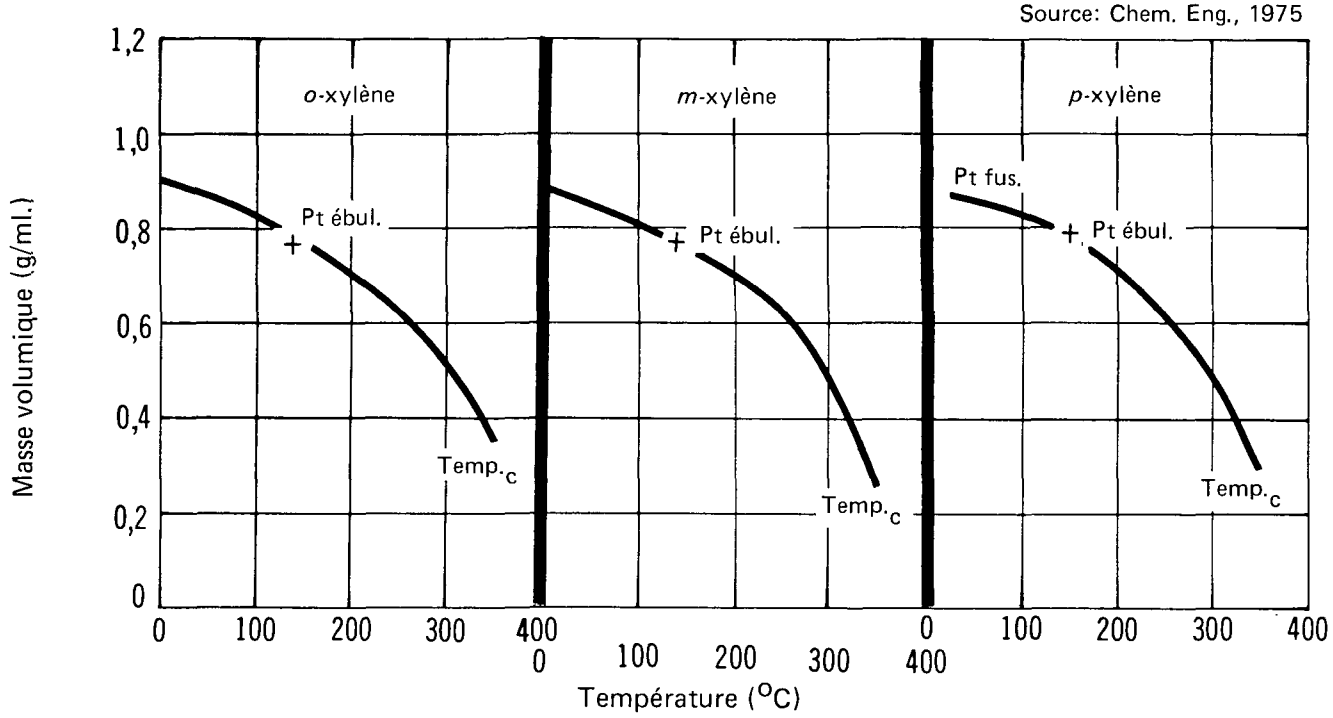


Figure 3

XYLÈNES

TENSION SUPERFICIELLE DU LIQUIDE

Source: Chem. Eng., 1975

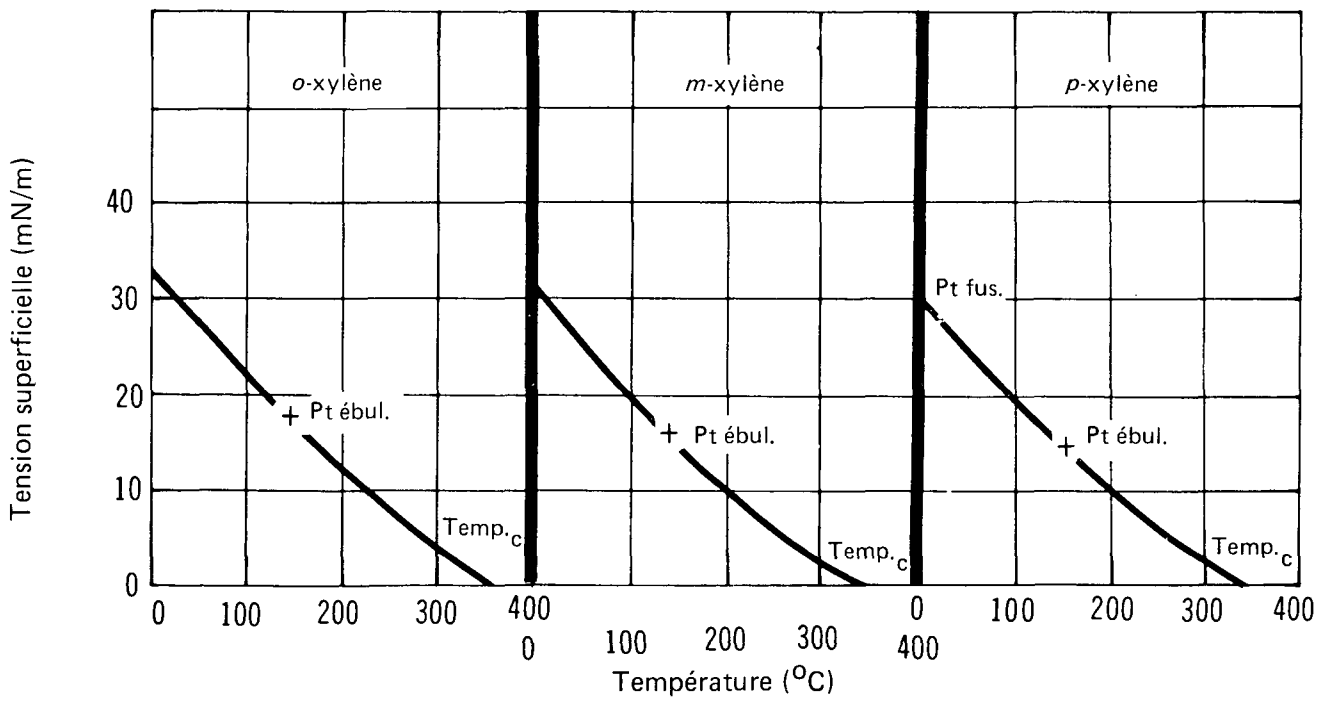


Figure 4

XYLÈNES

VISCOSITÉ DE LA VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1975

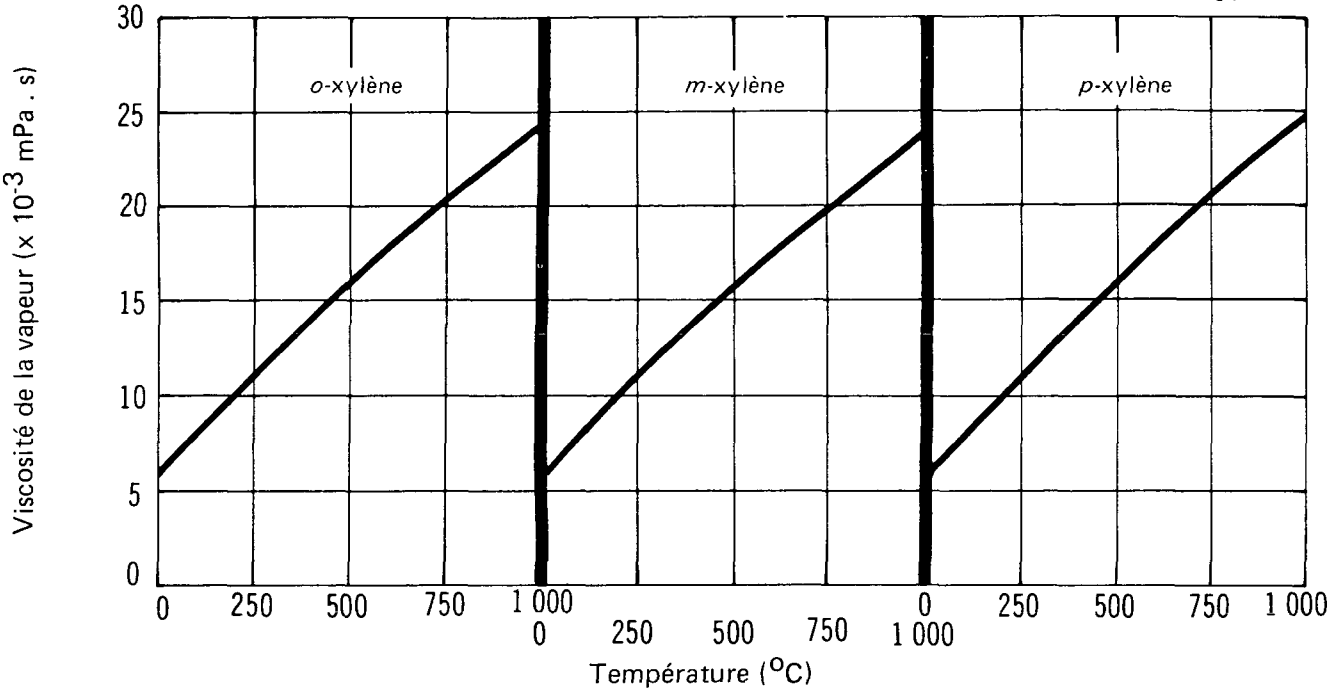


Figure 5

XYLÈNES

VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1975

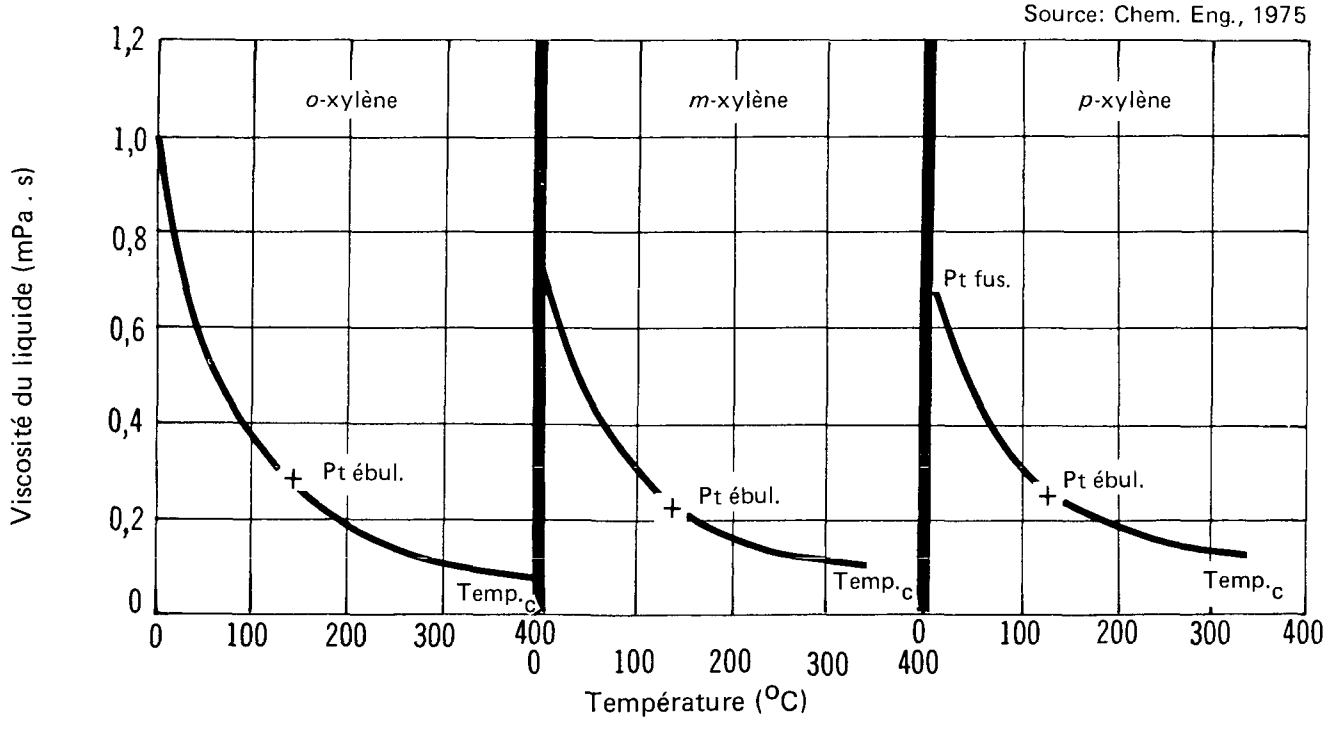
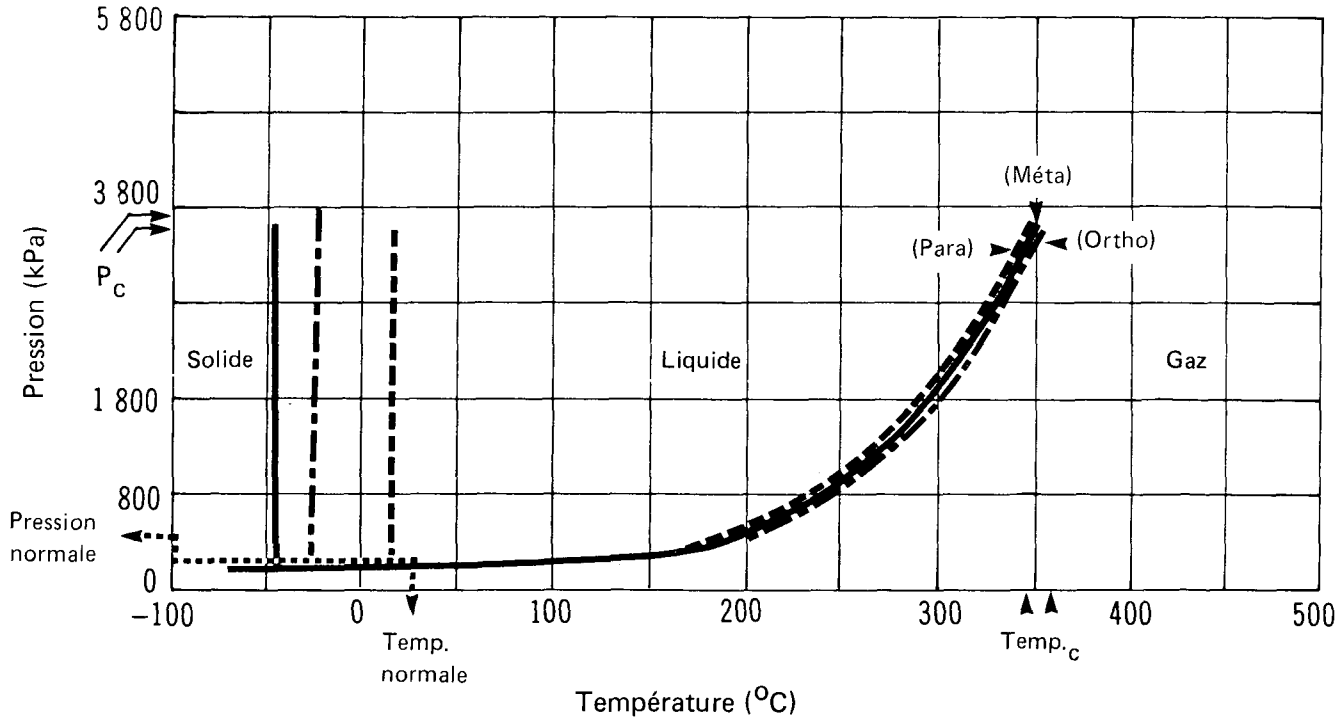


Figure 6

XYLÈNES — DIAGRAMME DE PHASES



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et teneurs des produits

(ISH, 1977; Ullmann, 1983; Corpus, 1983; Hancock, 1982)

Les xylènes sont vendus sous différentes qualités. Au Canada, la qualité la plus courante est la qualité solvant ou «mélange de xylènes» qui est une combinaison des trois isomères avec de l'éthylbenzène. On peut également se procurer un produit de qualité semblable mais dont une grande partie de l'isomère ortho a été éliminée et qui est désigné en général «à faible teneur en ortho». On trouvera ci-dessous la composition caractéristique des deux qualités.

	Mélange de xylènes (qualité solvant)	Faible teneur en ortho (qualité solvant)
m-xylène (pour cent)	40 - 60 (type 42)	50 - 70
o-xylène (pour cent)	10 - 20 (type 20)	1 - 10
p-xylène (pour cent)	10 - 20 (type 18)	20 - 30
Éthylbenzène (pour cent)	15 - 20 (type 15)	2 - 15
Total de xylènes (pour cent)	> 84	> 90
Masse volumique (15,5 °C)	0,865 - 0,875	0,865 - 0,880

Les isomères du xylène sont parfois vendus séparément sous forme de produits de qualité diverses comme qualité recherche, pure, commerciale et technique. On trouvera ci-dessous la composition caractéristique de ces qualités (en pourcentage massique).

	Qualité recherche	Qualité pure	Qualité technique	Qualité commerciale
o-xylène				
o-xylène (pour cent)	99,99	99,7		95 - 96,5
m-xylène (pour cent)	0,01	0,3		
Masse volumique (15,5 °C)	0,8848	0,885		0,882 - 0,8838
m-xylène				
m-xylène (pour cent)	99,99	99,99	99,2	95,4
p-xylène (pour cent)	0,01	0,1	0,4	0,4
o-xylène (pour cent)			0,3	2
Éthylbenzène (pour cent)			0,1	2
Masse volumique (15,5 °C)	0,8687	0,869	0,869	0,869
p-xylène				
p-xylène (pour cent)	99,99	99,8	99,0	99,1 - 99,3
m-xylène (pour cent)	0,01	0,2	0,6	0,8 (max.)
o-xylène (pour cent)		traces	0,4	
Masse volumique (15,5 °C)	0,8657	0,866	0,866	0,865 - 0,866

3.2 Fabricants au Canada (Corpus, 1983; CBG, 1980; Scott, 1979)

Les adresses qui suivent sont celles des sièges sociaux et non celles de services d'information en cas de déversement.

Domtar Inc., C.P. 7212 Succ. A, 395, boul. de Maisonneuve Ouest, Montréal, Qc, H3C 3M3, (514) 282-5400
Esso Chemical Canada, 2300 Yonge Street, Toronto, Ont., M5W 1K3, (416) 488-6600
Petrocan Chemicals, 1, Place Ville-Marie, Montréal, Qc, H3B 4A9, (514) 866-3911, (514) 866-2094
Petrosar, 785 Hill Street, P.O. Box 7000, Coronna, Ont., N0N 1G0, (519) 862-2911
Shell Canada, 505 University Avenue, Toronto, Ont., M5G 1X4, (416) 866-7111, (514) 866-2094
Sunchem, Division of Sunoco Inc., 56 Wellesley Street West, Toronto, Ont., M5S 2S4, (416) 924-4111
Texaco Canada, 90 Wynford Drive, Don Mills, Ont., M3C 1K4, (416) 443-7811

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

Anachemia Ltd., B.P. 147, Lachine, Qc, H8S 4A7, (514) 489-5711
Apco Industries Co. Ltd., 10 Industrial Street, Toronto, Ont., M4G 1Z1, (416) 421-6161
Arliss Chemicals Co. Inc., 325 boul. Hymus, Pointe Claire, Qc, H9R 1G8, (514) 694-2170
Ashland Chemicals, Division Valvoline Oil & Chem., 150 Bronco Avenue, Toronto, Ont., M6E 4Y1, (416) 651-2822
Bate Chemical Co. Ltd., 160 Lesmill Road, Don Mills, Ont., M3B 2T7, (416) 445-7050
Canada Colours and Chemicals Ltd., 80 Scarsdale Road, Don Mills, Ont., M3B 2R7, (416) 924-6831
Cote Chemicals Inc., 111, parc Bombardier, Chateauguay Centre, Qc, J6J 3X0, (514) 691-6260
Dominion Cisco Industries Ltd., 84 Signet Drive, Weston, Ont., M9L 1T2, (416) 528-7941
Gulf Canada Products Co., 800 Bay Street, Toronto, Ont., M5S 1Y8, (416) 924-4141
Harrison & Crosfield (Canada) Ltd., Toronto, Ont., M4H 1G1, (416) 425-6500
International Chemical Canada Ltd., P.O. Box 385, Brampton, Ont., L6V 2L3, (416) 453-4234
Paisley Products of Canada Ltd., 40 Upton Road, Scarborough, Ont., M1L 2B8, (416) 755-2216
Recochem Inc., 850, Montée de Liesse, Montréal, Qc, H9S 1H7, (514) 341-3550
Shefford Chemicals Ltd., 1028, rue Principale, Granby, Qc, J2G 8C8, (514) 378-0125
PPG Industries Ltd., Stanchem Division, 5029, rue Saint-Ambroise, Montréal, Qc, (514) 933-6721
Syndel Laboratories Ltd., 8879 Selkirk Street, Vancouver, C.-B., V6P 4J6, (604) 266-7131
Van Waters & Rogers Ltd., 9800 Van Horne Way, Richmond, C.-B., V6X 1W5, (604) 274-1441
Wilchem Ltd., P.O. Box 57, Station A, Willowdale, Ont., M2N 5S7, (416) 222-2038

3.4 **Centres de production et transport**

Les xylènes produits au Canada proviennent principalement de l'Ontario (Sarnia, Corunna, Mississauga, Hamilton: 63 pour cent de la production totale) et du Québec (Montréal: 35 pour cent de la production totale). Il existe également une petite usine à Ioco en Colombie-Britannique. Les principaux débouchés sont situés en Ontario et au Québec. Le produit est expédié par wagons-citernes, par véhicules-citernes routiers, ainsi que dans des fûts.

3.5 **Volume de production** (Corpus, 1983)

Société, ville, province	Capacité nominale, kilotonnes/an (1982)
Domtar, Hamilton (Ont.)	3
Esso Chemical Canada, Ioco (C.-B.)	6
Esso Chemical Canada, Sarnia (Ont.)	22
Petrocan Chemicals, Montréal (Qc)	175
Petrosar, Corunna (Ont.)	50
Shell Canada, Corunna (Ont.)	60
Sunchem, Sarnia (Ont.)	170
Texaco Canada, Mississauga (Ont.)	12
Capacité totale	498
Production nationale (1982)	414,5
Importations (1982)	0,2
Approvisionnement total	414,7

3.6 Fabrication industrielle (FKC, 1975; Hancock, 1982)

3.6.1 Information générale. – Au Canada, les xylènes sont produits par reformage catalytique des fractions riches en naphtène de l'essence lourde, en général en même temps que le benzène et (ou) le toluène.

3.6.2 Procédés de fabrication. – L'essence lourde est préchauffée dans des échangeurs de chaleur, vaporisée à 565 °C, et mélangée à des gaz de recyclage riches en hydrogène. Le mélange passe ensuite dans un réacteur de reformage contenant un catalyseur molybdène-alumine pendant environ 15 secondes:

$$\text{naphtènes} \xrightarrow[565\ ^{\circ}\text{C};\ 1000\ \text{à}\ 2000\ \text{kPa}]{} C_8H_{10} + XH_2$$

Il passe ensuite dans un échangeur de chaleur dans lequel les liquides sont séparés du gaz. Le liquide est fractionné; la fraction xylène est purifiée grâce à une combinaison de divers procédés, à savoir: distillation, extraction par solvant et cristallisation à basse température.

Les isomères peuvent être séparés par absorption, cristallisation fractionnée et extraction par solvant, formation et séparation de complexes, formation de clathrates ou modifications chimiques.

3.7 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983; Kirk-Othmer, 1984)

Les xylènes sont utilisés dans la production d'anhydride phtalique, d'adhésifs, d'enduits, d'encres, de colorants et de solvants. Le *p*-xylène est oxydé en acide téréphtalique ou en téréphtalate de diméthyle dans le cadre de la première étape de la production de polyesters. Le *o*-xylène est oxydé en anhydride phtalique qui est converti en plastifiants. Le *m*-xylène est oxydé en acide isophtalique utilisé dans la production des polyesters. En 1982, 85 p. 100 de la production nationale ont été exportés, 10 p. 100 ont été utilisés comme solvants et 4 p. 100 ont servi à la fabrication d'anhydrique phtalique.

3.8 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983)

Almatex, London, (Ont.)
Anachemia Chemicals, Montréal, (Qc)
BASF Canada, Cornwall, (Ont.)
Bate Chemical, Toronto, (Ont.)
Borden Chemical, Toronto, (Ont.)
Canada Colors & Chemical, Don Mills, (Ont.)
C-I-L Paints, Toronto, (Ont.)
Color Your World, Toronto, (Ont.)
Cote Chemicals, Chateauguay, (Qc)
DeSoto Coatings, Toronto, (Ont.)
Du Pont Canada, Ajax, (Ont.)
Emchem Sales, Vancouver, (C.-B.)
Ford Motor Canada, Oakville, (Ont.)
General Motors Canada, Oshawa, (Ont.)
Glidden (Sico), Toronto, Brampton, (Ont.)
Gulf Canada, Montréal, (Qc)
Harrison & Crosfield, Toronto, (Ont.)
Hart Chemical, Guelph, (Ont.)
Industrial Adhesives, Toronto, (Ont.); Montréal, (Qc)
Inmont Canada, Toronto, Brantford, (Ont.)
International Paints, Montréal, (Qc)
Lawter Chemicals Canada, Toronto, (Ont.)
3M, London, (Ont.)
Mobil Chemical, Toronto, (Ont.)
PPG Industries Canada, Toronto, (Ont.)
Shefford Chemicals, Granby, (Qc)
Sherwin-Williams Canada, Montréal, (Qc)
Sico, Québec, Montréal, (Qc)
Sinclair & Valentine, Toronto, (Ont.)
Stranchem (PPG), Montréal, (Qc)
Toronto Star, Toronto, (Ont.)
USM Canada, Montréal, (Qc)
Van Waters & Rogers, Vancouver, (C.-B.); Montréal, (Qc.)

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 par wagons-citernes et véhicules-citernes routiers.

4.1.1.1 Wagons-citernes. – Les wagons-citernes utilisés pour le transport des xylènes sont décrits au tableau 2 (TCM, 1979). Un wagon-citerne de spécification 111A60W1, le modèle utilisé en général pour le transport des xylènes, est illustré à la figure 7, et les caractéristiques de ce wagon-citerne sont indiquées au tableau 3 (TCM, 1979; RTDCR, 1974). La citerne peut être isolée et chauffée à la vapeur en hiver. Les xylènes peuvent geler, selon la composition du mélange d'isomères ortho, méta et para (Pétrofina MSDS, 1978). Le déchargement se fait sous l'action de la pesanteur par un orifice de déchargement par le bas de 152 mm (6 po) équipé d'un robinet à tournant placé à l'intérieur de l'orifice de déchargement (TDGC, 1980). Le déchargement peut aussi se faire par le haut au moyen d'une pompe. Le liquide passe alors par une conduite qui va du bas du wagon-citerne à la plate-forme de dôme où elle se termine par un robinet de déchargement. Aucune pression d'air n'est utilisée pour le déchargement des citernes de xylènes (PC, 1981).

Tableau 2
Wagons-citernes de spécifications 111A60W1, 111A60F1 et 111A100W1

Spécification CCT/DOT*	Description
111A60W1	Citerne en acier soudé sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal, 2 p. 100. Indicateur de niveau. Pression d'épreuve, 414 kPa (60 psi).
111A60F1	Citerne en acier soudé sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal, 2 p. 100. Indicateur de niveau. Pression d'épreuve, 414 kPa (60 psi).
111A100W1	Citerne en acier soudé sans dôme. Isolée ou non isolée. Creux minimal, 2 p. 100. Indicateur de niveau. Déchargement ou purge par le bas facultatifs. Pression d'épreuve, 690 kPa (100 psi).

* Department of Transportation (U.S.A.)

4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers. – Les xylènes sont transportés dans des véhicules-citernes routiers équipés de citernes qui ne sont pas sous pression. La pression nominale de ces citernes ne dépasse pas 101 kPa (15 psi). Elles sont semblables aux citernes ferroviaires décrites précédemment et elles sont généralement déchargées par le haut au moyen d'une pompe (PC, 1981).

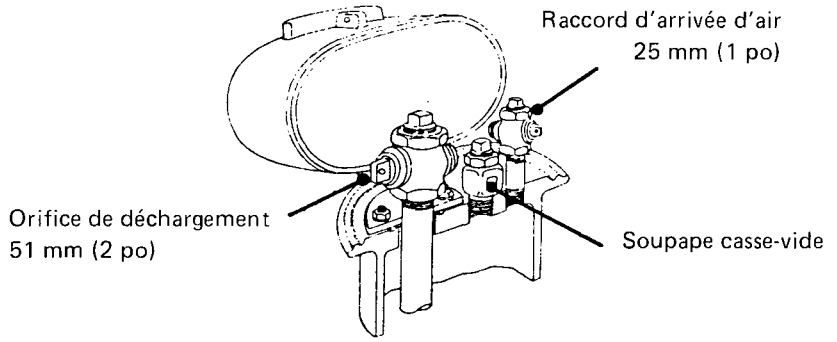
Les équipements et les procédés utilisés pour le déchargement de ces citernes sont semblables à ceux qui servent au déchargement des citernes ferroviaires (voir § 4.2).

Figure 7

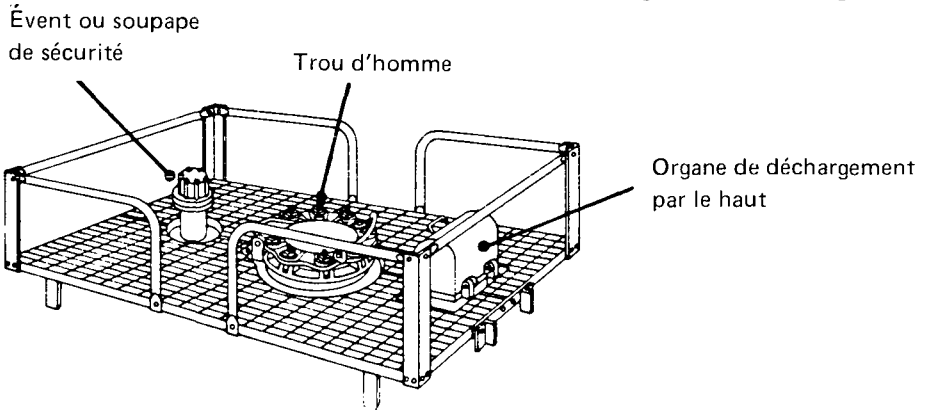
XYLÈNES

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

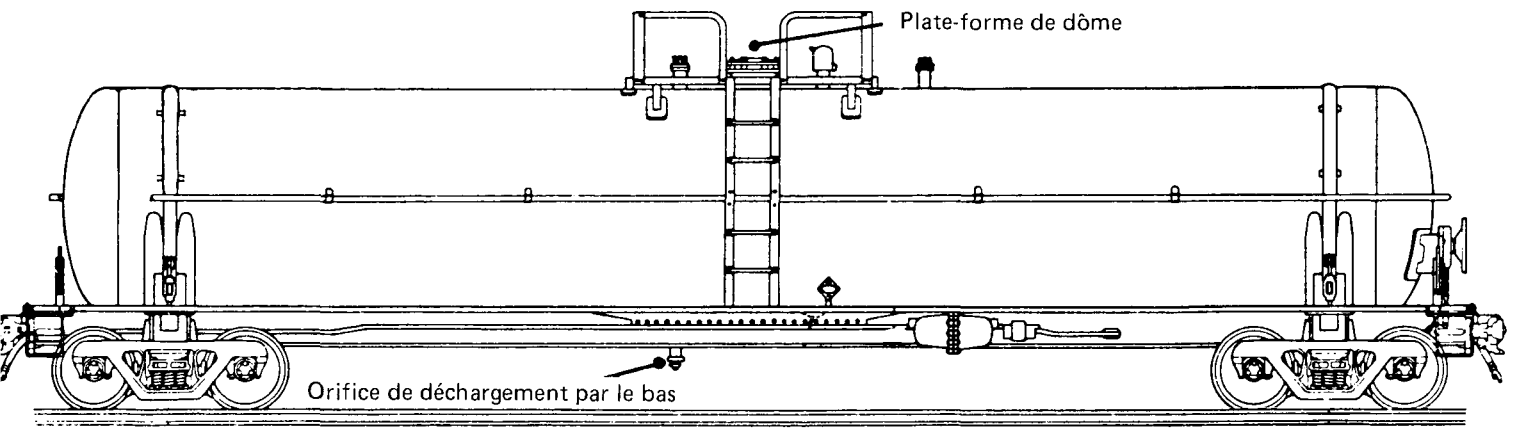
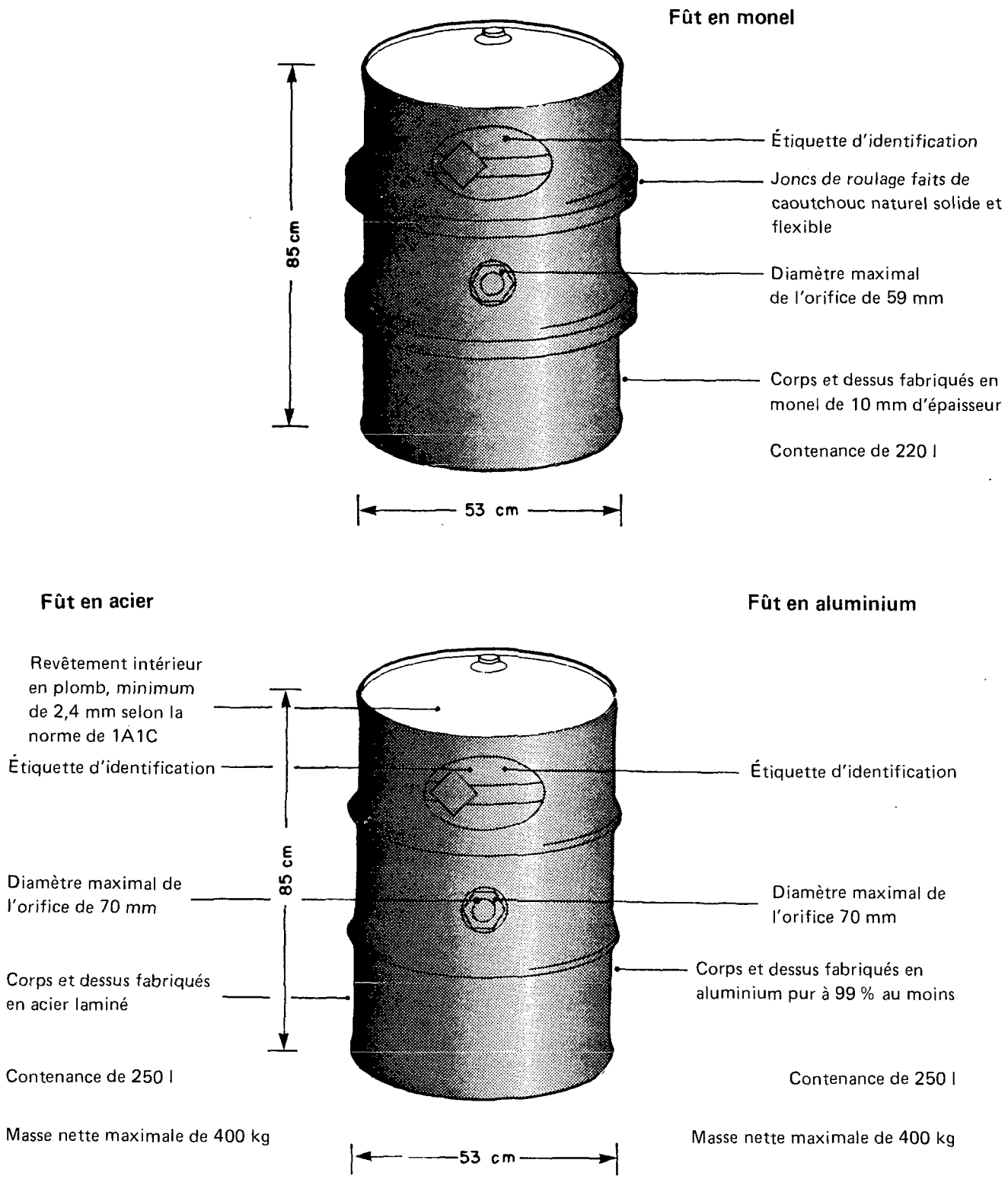


Tableau 3
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 111A60W1
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale de la 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)	119 000 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 m (108 po)
Pression d'épreuve	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression d'éclatement	1640 kPa (240 psi)	1640 kPa (240 psi)	1640 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	Évent ou soupape de sécurité	Évent ou soupape de sécurité
Dôme	Aucun	Aucun	Aucun
Isolation	Facultative	Facultative	Facultative


Fût en monel
Étiquette d'identification
Joncs de roulage faits de caoutchouc naturel solide et flexible
Diamètre maximal de l'orifice de 59 mm
Corps et dessus fabriqués en monel de 10 mm d'épaisseur
Contenance de 220 l
85 cm
53 cm
Fût en acier
Revêtement intérieur en plomb, minimum de 2,4 mm selon la norme de 1A1C
Étiquette d'identification
Diamètre maximal de l'orifice de 70 mm
Corps et dessus fabriqués en acier laminé
Contenance de 250 l
Masse nette maximale de 400 kg
Fût en aluminium
Étiquette d'identification
Diamètre maximal de l'orifice 70 mm
Corps et dessus fabriqués en aluminium pur à 99 % au moins
Contenance de 250 l
Masse nette maximale de 400 kg
85 cm
53 cm

4.1.2 **Transport dans des emballages.** – Les xylènes sont transportés aussi dans des fûts, fabriqués en divers matériaux comme on peut voir au tableau 4 (TDGC, 1980). De petits récipients comme des bidons et des bouteilles servent pour de petites quantités.

Tableau 4
Caractéristiques des fûts utilisés pour le transport des xylènes

Type de fût	N° de code	Description	Figure
Acier	1A1	Dessus non amovible, réutilisable	8
	1A1A	1A1 avec rebords renforcés	8
	1A1B	1A1 avec collerette de fermeture soudée	8
	1A1D	1A1 avec revêtement intérieur (autre que le plomb)	
	1A2	Dessus amovible, réutilisable	8
	1A3	Dessus non amovible, non réutilisable	8
Monel*	TC5M		
Aluminium	1B1	Dessus non amovible	8
	1B2	Dessus amovible	8
Fûts en acier avec récipient intérieur en matière plastique	6HA1	Tôle extérieure en acier en forme de fût Récipient intérieur en matière plastique Contenance de 225 l.	
Fûts en carton avec récipient intérieur en matière plastique	6HG1	Récipient extérieur en carton, de fabrication convolute (plusieurs épaisseurs enroulées concentriquement). Récipient intérieur en matière plastique en forme de fût. Contenance de 225 l.	

* Voir § 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 (PC, 1981):

- S'assurer que le réservoir de stockage à évent peut recevoir tout le contenu du wagon-citerne;
- Si le déchargement se fait la nuit, les dispositifs d'éclairage doivent être anti-déflagrants;
- Les employés ne doivent en aucun cas pénétrer dans la citerne;
- Les freins doivent être serrés et les roues, calées; les dérailleurs doivent être en place et les panneaux d'avertissement, installés;
- Le poste de déchargement doit être doté d'un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité;
- Les outils utilisés au cours du déchargement doivent être anti-étincelants;
- Le wagon-citerne doit être pourvu d'une mise à la terre.

Les wagons-citernes peuvent être déchargés soit par le haut, soit par le bas.

Le déchargement par le haut comporte les étapes suivantes:

- Abaisser la pression de vapeur à l'intérieur de la citerne en refroidissant celle-ci avec de l'eau ou en laissant des vapeurs s'échapper dans l'atmosphère à intervalles rapprochés;
- Retirer le manchon de protection de l'orifice de déchargement situé dans le haut et raccorder à cet orifice le tuyau de déchargement de 51 mm (diamètre);
- Décharger par pompage.

Le déchargement par le bas comporte les étapes suivantes:

- Abaisser la pression interne, comme pour le déchargement par le haut;
- Raccorder la tubulure de déchargement à l'orifice de déchargement de 152 mm (diamètre) situé dans le bas de la citerne, puis ouvrir le robinet intérieur du bas en tournant la manette de la tige de commande située sur le dessus du wagon;
- Décharger 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 relatives à ces organes, dont il sera question dans la présente section, sont ceux qui servent ordinairement pour le transport des xylènes. Les éléments d'un système type de déchargement comme celui que nous décrivons ci-dessous sont les tuyaux et accessoires, les raccords souples, les robinets, les joints et les pompes.

Les conduites et les raccords en alliage d'acier sans soudure ASTM A106 avec garnitures de polyéther chloré sont recommandés pour les conduites de déchargement des xylènes (DOW PPS, 1972). Il faudra utiliser des joints à brides soudées de préférence aux conduites et aux raccords filetés qui ont tendance à fuir après un service de courte durée. La réduction des contraintes au point de soudure assurera une plus longue durée de service. Les conduites doivent faire l'objet d'un essai à l'air comprimé à des pressions comprises entre 345 et 518 kPa (50 à 75 psi) et toutes les fuites seront soigneusement colmatées. S'il y a fuite en cours de service, l'unique réparation efficace consiste soit à enlever la soudure au burin et à refaire une nouvelle soudure, soit à remplacer la section de conduite défectueuse.

La conduite de déchargement doit avoir un diamètre de 51 mm (2 po) puisque c'est la taille standard des raccords sur les wagons-citernes utilisés pour le transport de matières liquides, mais les autres conduites peuvent être de n'importe quel diamètre. On déconseille toutefois l'utilisation de conduites dont le diamètre serait inférieur à 25 mm (1 po). L'auto-vidange est indispensable pour les conduites extérieures.

Des joints de dilatation flexibles du type à soufflet devraient être utilisés pour les sections souples de la tuyauterie de déchargement. Ils sont fabriqués en brides de fer ductile ASA avec des organes expansibles moulés en résine de tétrafluoroéthylène (Dow PPS, 1972). Certaines sections souples sont constituées de raccords standards et de coudes à brides.

Les soupapes à diaphragme en fonte ou en acier coulé avec revêtement intérieur de résines de polyéther chloré ou de chlorure de polyvinylidène assureront un service adéquat (DPLV, 1972). Aux températures normales, le viton peut être utilisé comme matériau de garniture.

Une pompe centrifuge dépourvue de joint à admission simple, à entrainement magnétique et dont l'extrémité est faite d'acier inoxydable 316, donne de bons résultats. Avec ce type de pompe, les fuites sont presque éliminées. Il faut prévoir un moyen de purger la pompe afin que les réparations puissent être faites en toute sécurité (PC, 1981).

Les pompes doivent être munies de brides aux deux extrémités; il est préférable d'éviter les raccords filetés, qui sont sujets aux fuites. L'axe des pompes centrifuges doit être mis à la terre pour réduire l'accumulation de charge statique (CCPA, 1983).

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

Le tableau 4 porte sur la compatibilité entre les xylènes et certains matériaux de fabrication. Les termes utilisés pour évaluer les matériaux sont définis ci-dessous:

Recommandé: donne satisfaction dans l'utilisation présente;

Réserves: se détériore dans l'utilisation présente; approprié dans le cas d'une utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement dans l'utilisation présente; ne devrait jamais être utilisé.

Tableau 5
Compatibilité entre le produit et certains matériaux de fabrication

Utilisation	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	23			PVC I PVC II (DPPED, 1967)
	24	Polyéther chloré Polypropylène Chlorure de polyvinylidène (DCRG, 1978)		
	93	Fluorure de polyvinylidène		Acrylonitrile-butadiène-styrène Polyéthylène (MWPP, 1978)
2. Pompes	38	Esther vinylique renforcé de fibres de verre avec joint torique en viton Raccords en bronze ou tout en fer Acier inox. 304 Acier inox. 316 (HIS, 1969)		
3. Autres	22			PVC, chlorure de polyvinyle chloré (TPS, 1978)
	23		Polypropylène (TPS, 1978)	
	49			Polypropylène (TPS, 1978)

Utilisation	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
	66	PVDF (TPS, 1978)		CN, SBR, Polychloroprène, caoutchouc d'acrylonitrile-butadiène, caoutchouc d'isobutylène-isoprène, polyéthylène chlorosulfoné, EPDM
	24 - 100	Verre (CDS, 1967)		
	24			Béton (CDS, 1967)

Tableau 6
Abréviations de noms de matériaux

CN	Caoutchouc naturel
EPDM	Terpolymère d'éthylène-propylène-diène
PVC	Plastique chlorure de polyvinyle
PVDF	Polyfluorure de vinylidène
SBR	Caoutchouc de styrène-butadiène

5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

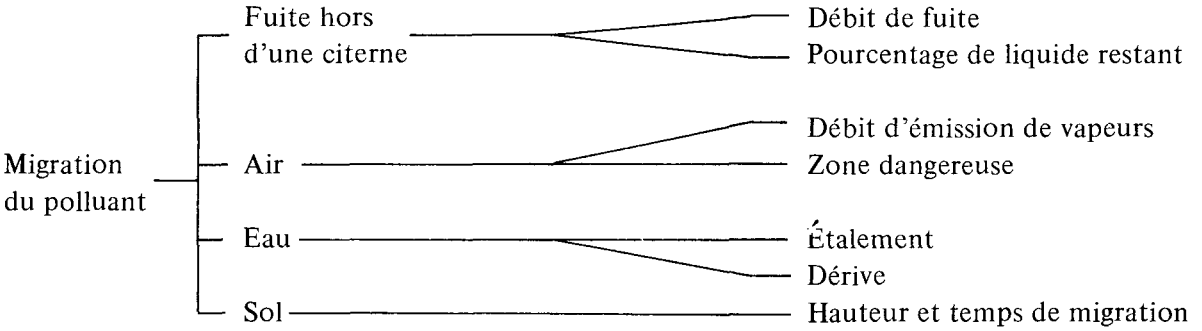
5.1 Aperçu général

Les xylènes sont des liquides assez volatils, généralement transportés par wagons-citernes. Déversés dans l'environnement, ils forment une nappe liquide qui s'étale à la surface de l'eau ou du sol, dans lequel ils pénètrent par absorption. L'évaporation entraîne une émission continue de vapeurs inflammables et irritantes.

Sur l'eau, la nappe a tendance à s'étaler. La solubilité des xylènes dans l'eau est faible et ils se mélangent donc peu à celle-ci.

Les xylènes répandus sur le sol s'enfoncent à une vitesse qui varie selon le type de sol et son degré de saturation en eau. La migration du liquide jusqu'à la nappe phréatique peut créer des problèmes sur le plan de l'environnement.

Voici les facteurs à prendre en considération lorsqu'il y a migration de xylènes dans l'air, l'eau ou le sol.



À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des fluides, 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 selon les pires scénarios à partir d'hypothèses compatibles avec chaque milieu.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – Le produit est ordinairement transporté par wagons-citernes 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.

S'il y a rupture de la paroi (au-dessous du niveau du liquide) dans le bas de la citerne remplie de xylènes, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Les nomogrammes permettent d'évaluer facilement la quantité de liquide restant dans la citerne en fonction du temps écoulé, ainsi que le débit de fuite du liquide. Étant donné que les citernes ne sont pas sous pression et que le produit est peu volatil, aucun nomogramme n'a été élaboré pour la fuite éventuelle de vapeurs par un orifice situé au-dessus du niveau du liquide.

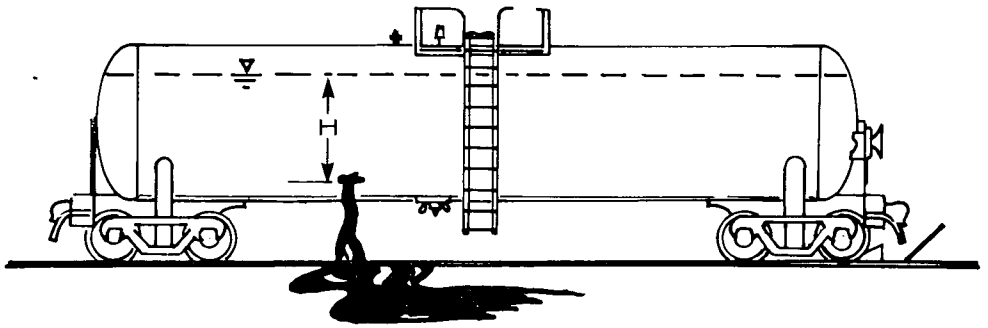


Figure 9 PERFORATION AU-DESSUS DU NIVEAU DU LIQUIDE

5.2.2 Nomogrammes relatifs aux fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. – La figure 10 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 de l'accident. 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 en fonction du temps écoulé. – La figure 11 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 perforation de la paroi d'un wagon-citerne type rempli. L'orifice est situé au-dessous du niveau du liquide. 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 10): si t = 10 mn et D = 150 mm, le volume de liquide restant représente 36 p. 100 (soit 28 000 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 11): si t = 10 mn et D = 150 mm, le débit instantané q = 70 l/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. – Comme les xylènes sont des liquides assez peu volatils, un dégagement de vapeurs dans l'atmosphère à partir d'un orifice dans la paroi d'une citerne ne présente aucun danger important du côté sous le vent. Il ne sera question dans le présent ouvrage que des vapeurs dégagées à partir d'une nappe de liquide répandu sur le sol ou à la surface de l'eau.

Figure 10

XYLÈNES

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

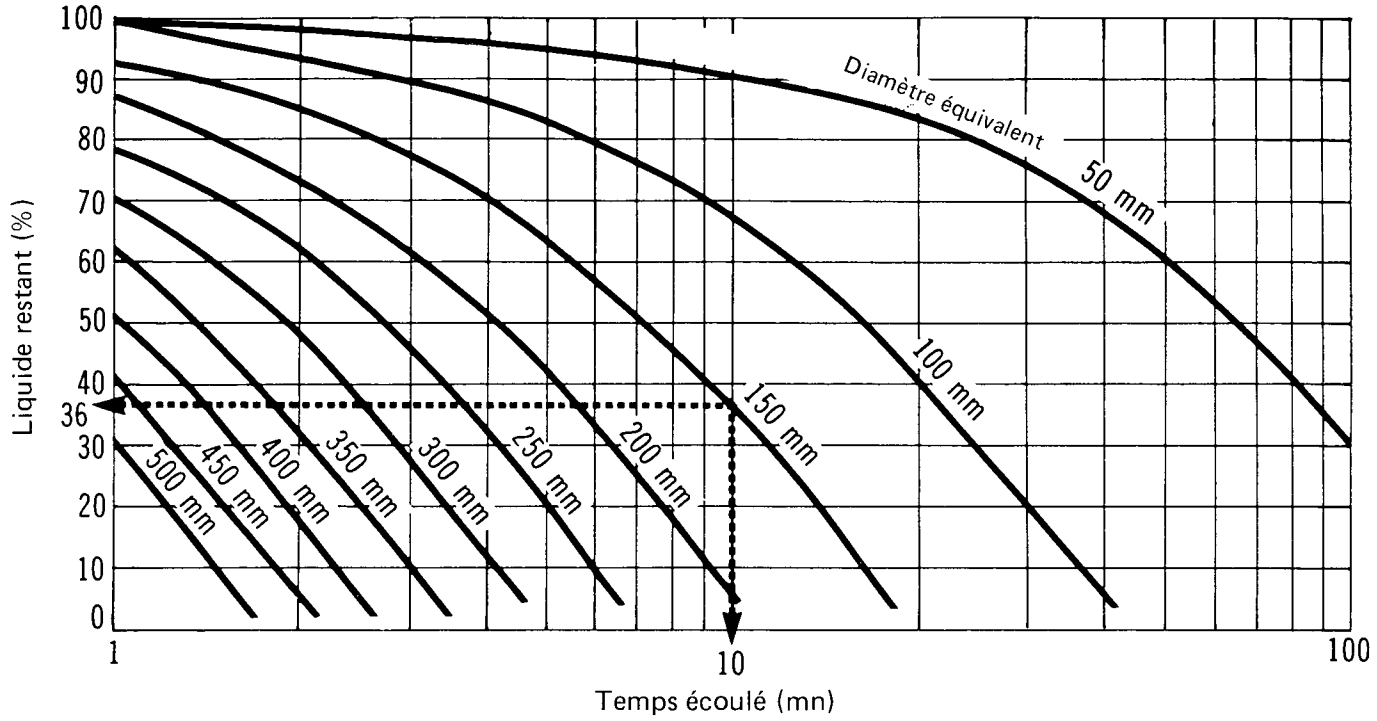
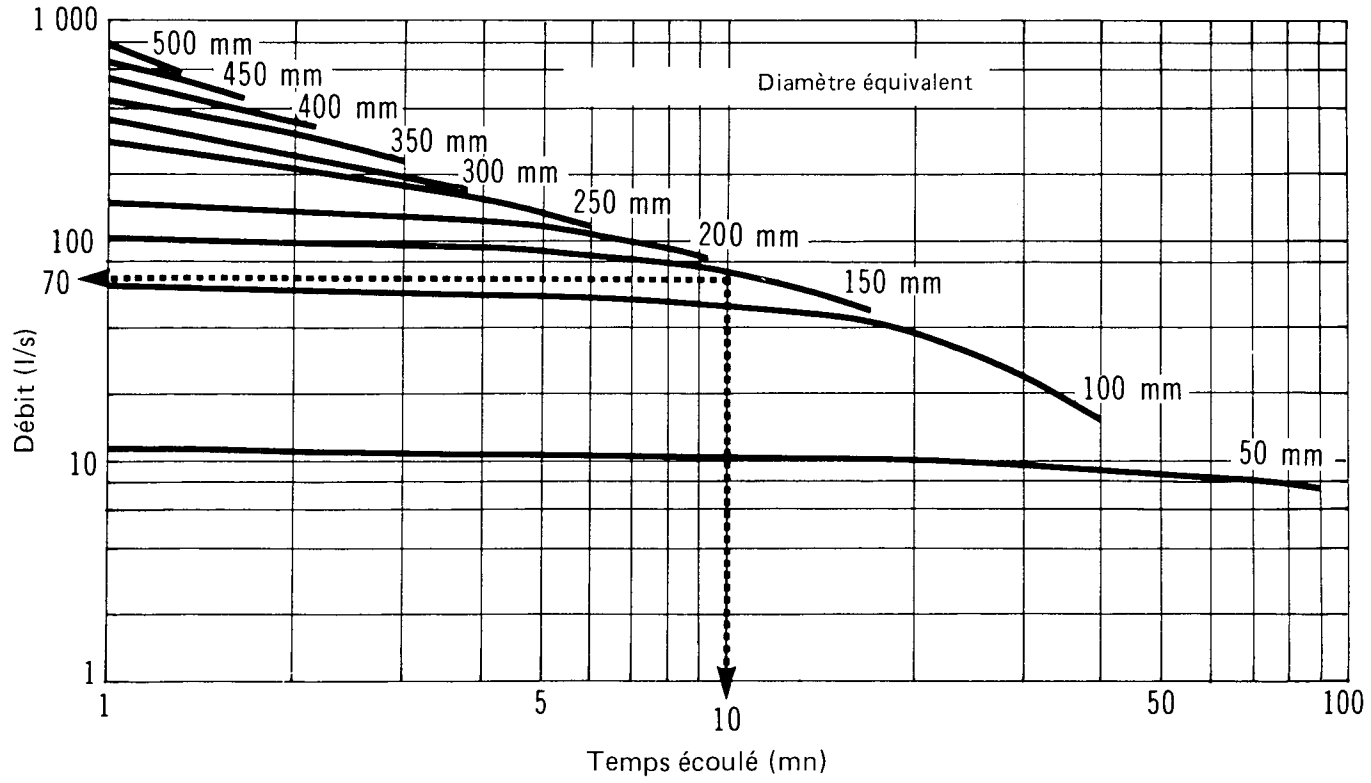


Figure 11

XYLÈNES

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



Pour évaluer les teneurs en vapeurs du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) dans l'atmosphère des vapeurs. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache; ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide».)

La figure 12 schématise la diffusion d'un panache polluant émis en continu par une aire source. Le modèle de diffusion considère l'aire source, soit la nappe de liquide, comme un point source théorique situé du côté au vent à une distance de dix fois le rayon équivalent de la nappe. Le modèle suppose que le point source a le même débit q d'émission de vapeurs que l'aire source.

5.3.2 **Nomogrammes de la diffusion du panache de vapeurs.** – Les nomogrammes de la diffusion atmosphérique du panache servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés, comme le lecteur pourra s'en rendre compte dans les pages qui suivent.

Figure 14 Débit d'émission des vapeurs se dégageant d'une nappe liquide, calculé en fonction du rayon maximal de la nappe (pour diverses températures)

Tableau 7 Catégories météorologiques (de stabilité)

Figure 14 Teneur uniformisée en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent (pour différentes catégories météorologiques)

Tableau 8 Demi-largeur maximale du panache dangereux

Figure 18 Distance parcourue par le panache, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement (pour différentes vitesses de vent)

La figure 13 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé et au rayon équivalent de la nappe figurent aux sections 5.2 et 5.4.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 **Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température.** – Le guide d'introduction de la collection «Enviroguide» fournit des équations de la vitesse d'évaporation permettant de calculer la vitesse d'évaporation propre aux xylènes (à l'état de *m*-xylène). À une température de 20 °C et sous un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s (16,1 km/h), cette vitesse est de 0,40 $g/m^2 . s$. D'autres vitesses ont été calculées à l'aide d'une équation qui, pour un vent donné, tient compte de la température ambiante et de la pression de vapeur du *m*-xylène (Chem. Eng., 1975) à cette température. Ainsi, pour un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s, la vitesse d'évaporation est de 0,086 $g/m^2 . s$ à 0 °C, alors qu'elle est de 0,58 $g/m^2 . s$ à 30 °C.

En utilisant la figure 21, on peut calculer le rayon maximal de la nappe selon le volume de liquide (*m*-xylène) déversé. Le rayon et la vitesse d'évaporation ainsi calculés permettent d'établir le nomogramme de la figure 14 d'après la relation entre le rayon de la nappe et le débit d'émission de vapeurs.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

Pour une nappe de rayon connu, le débit q d'émission des vapeurs dans l'atmosphère à une température donnée peut être évalué à l'aide de la figure 14. Les segments continus des

Figure 12

XYLÈNES — **FORMATION D'UN PANACHE DE VAPEURS**

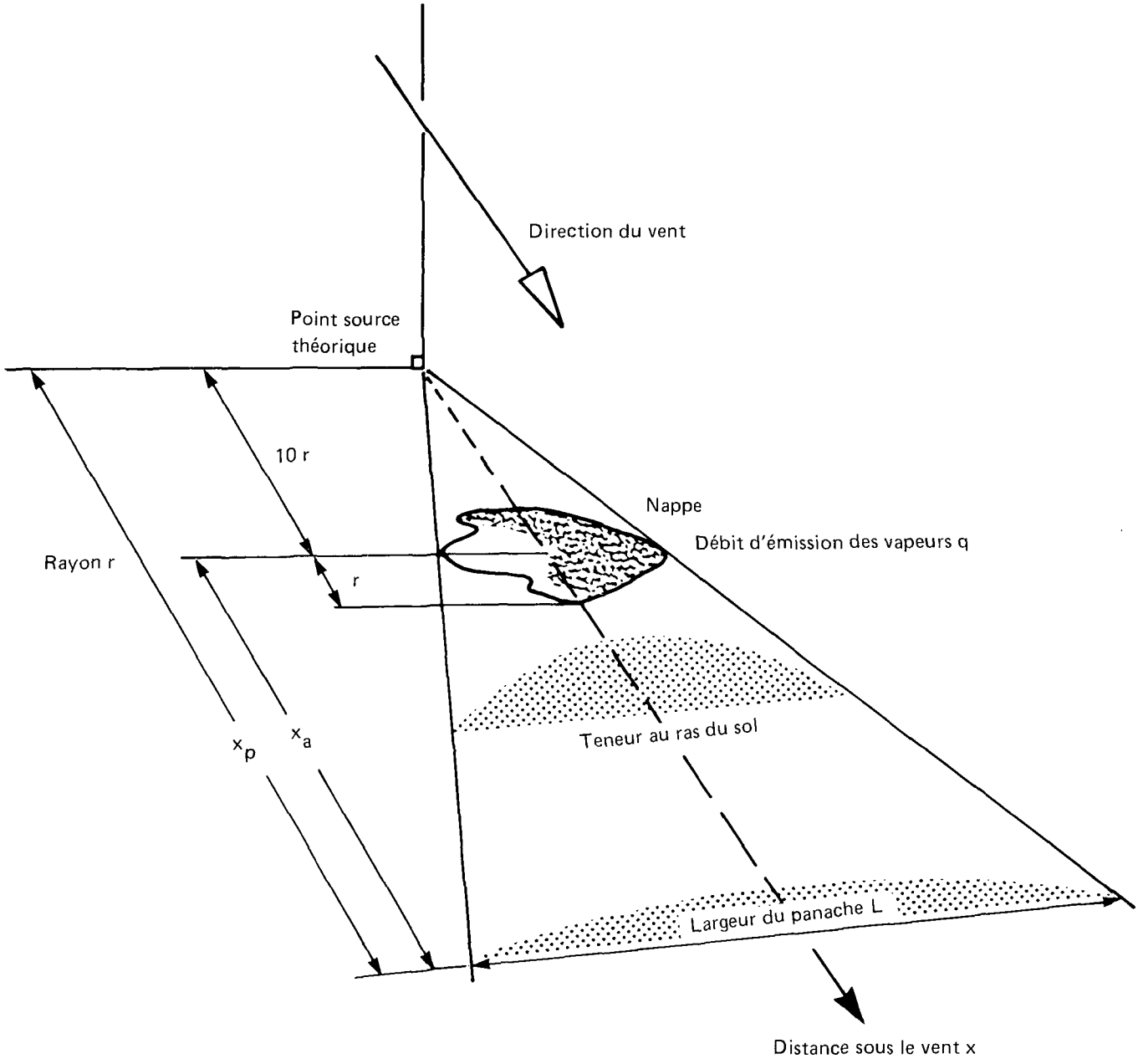


Figure 13

XYLÈNES

ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE

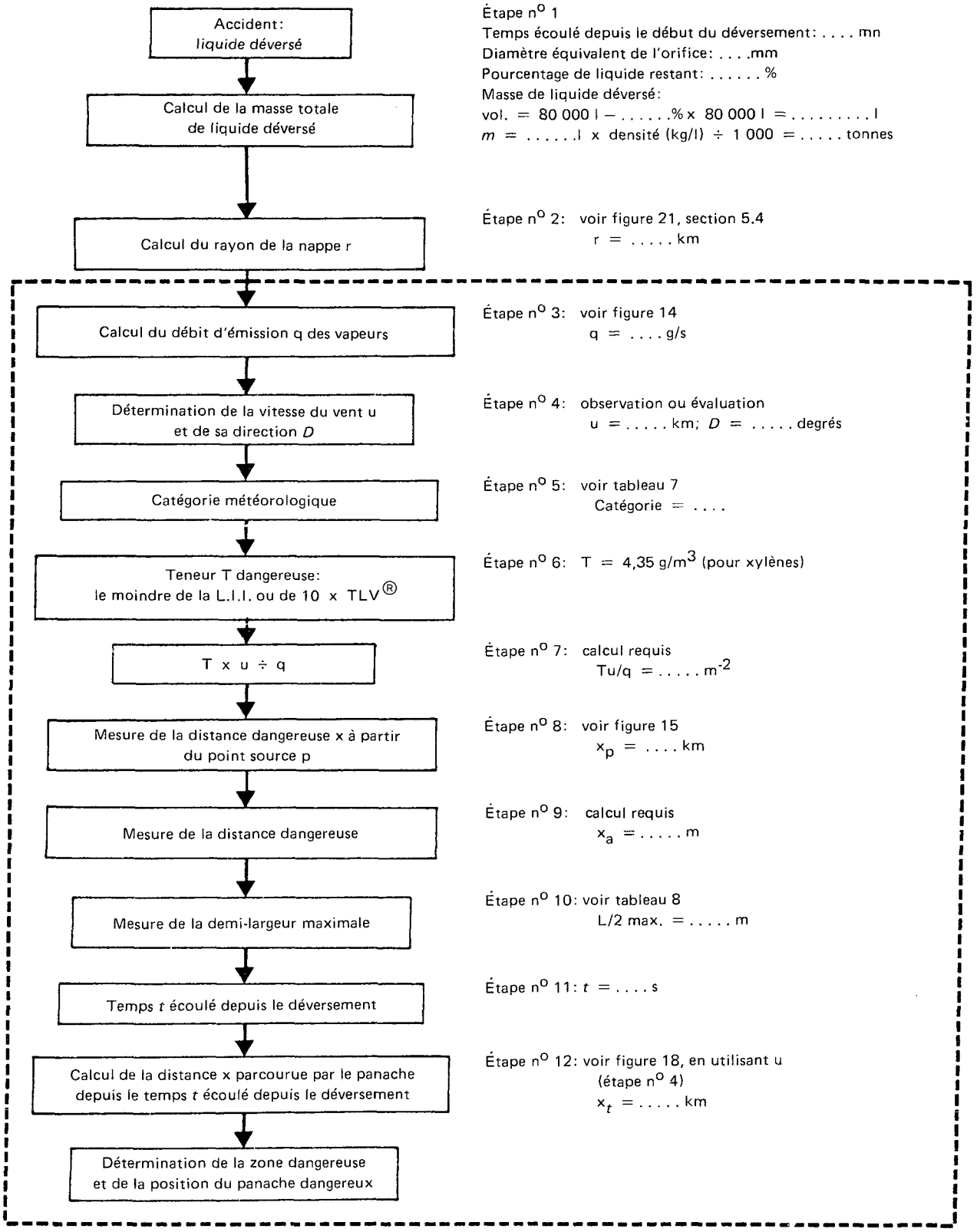
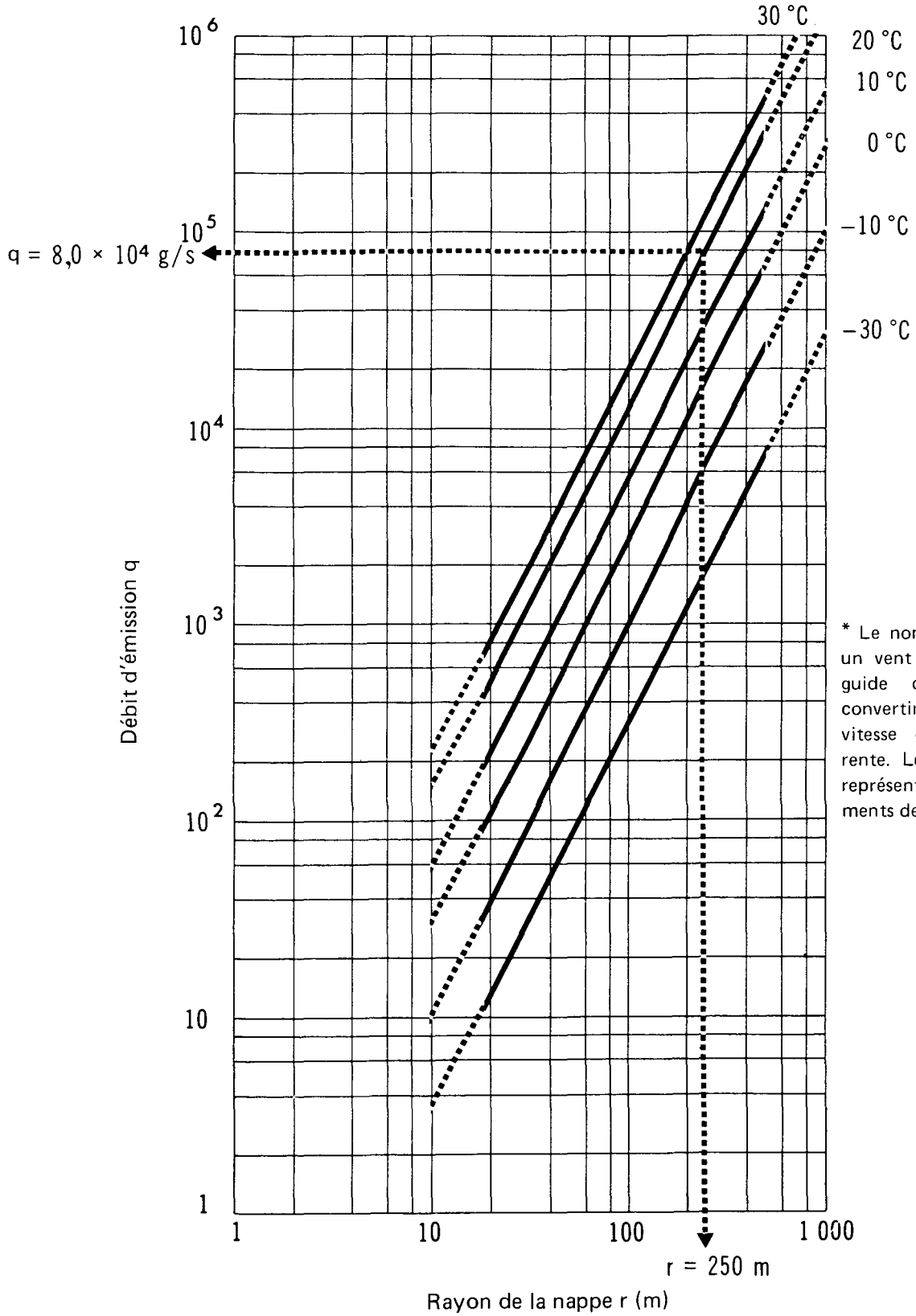


Figure 14

XYLÈNES

DÉBIT D'ÉMISSION DES VAPEURS EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE*



* Le nomogramme vaut pour un vent de 4,5 m/s. Voir le guide d'introduction pour convertir les valeurs si la vitesse du vent est différente. Les segments continus représentent des déversements de 0,1 à 70 tonnes.

droites représentent des quantités déversées comprises entre 0,1 et 70 tonnes, ce dernier chiffre correspondant à peu près au volume type de 80 000 litres (17 600 gal imp.) contenu dans un wagon-citerne chargé de xylènes. Le lecteur notera que la figure 14 vaut pour une vitesse de 4,5 m/s (16,1 km/h); elle ne permet donc qu'une évaluation approximative du débit d'émission pour toute autre vitesse du vent. En revanche, le guide d'introduction de la collection «Enviroguide» fournit l'équation qui permet de convertir le débit à 4,5 m/s en un autre débit pour une autre vitesse de vent donnée.

Le calcul du débit d'émission est basé sur le rayon d'une nappe à la surface d'un plan d'eau (étendue d'eau calme) (Table T1, CHRIS, 1974). Comme un plan d'eau présente une surface unie, non confinée, ce qui n'est pas le cas du sol (poreux et irrégulier), on obtient un rayon maximal, donc des valeurs maximales. Si l'on applique l'algorithme calculé pour un plan d'eau à un déversement sur terre, le rayon théorique sera plus grand que le rayon réel et les valeurs obtenues seront celles qui s'appliquent à des cas extrêmes.

Tableau 7
Catégories météorologiques (de stabilité)

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (≃ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	Toutes les autres conditions.

5.3.2.2 **Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent.** – La figure 15 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories météorologiques D et F (de stabilité). Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide». La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée Tu/q au ras du sol le long de la médiane du panache schématisé. La catégorie F est la moins propice à la diffusion du panache; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie appropriée (tableau 7) avant d'utiliser la figure 15.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

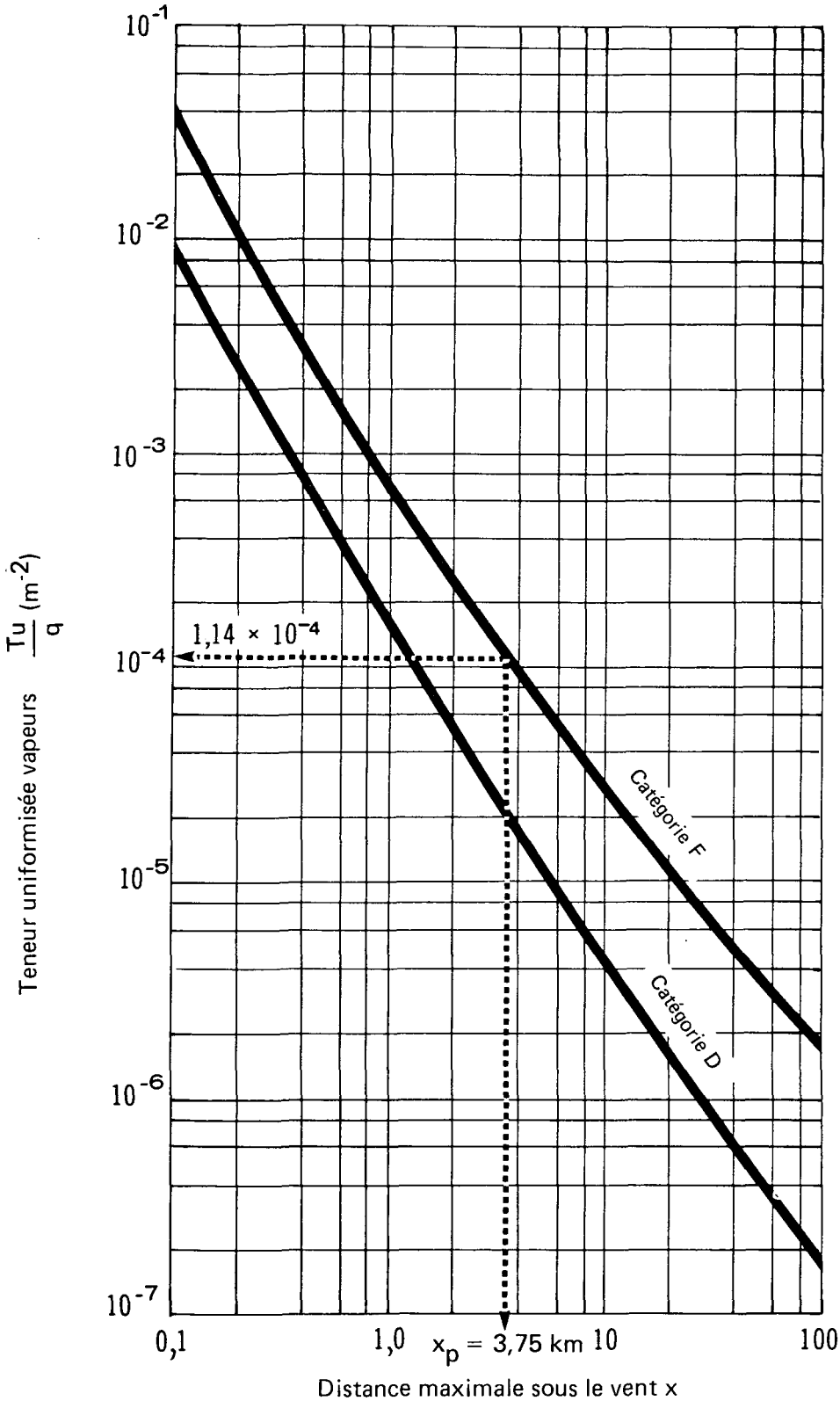
La distance maximale dangereuse du côté sous le vent x peut être déterminée à l'aide de la figure 15, si l'on possède les données suivantes:
Débit q d'émission des vapeurs, en g/s;
Vitesse du vent u, en m/s;
Catégorie météorologique (de stabilité);
Teneur dangereuse limite T, soit la moindre de 10 fois la Threshold Limit Value (TLV®) (g/m^3) et de la limite inférieure d'inflammabilité (L.I.I.) (g/m^3). À noter que pour convertir la TLV®, exprimée en ppm, et la L.I.I., exprimée en pourcentage volumique, en g/m^3, il faut utiliser les figures 16 et 17.

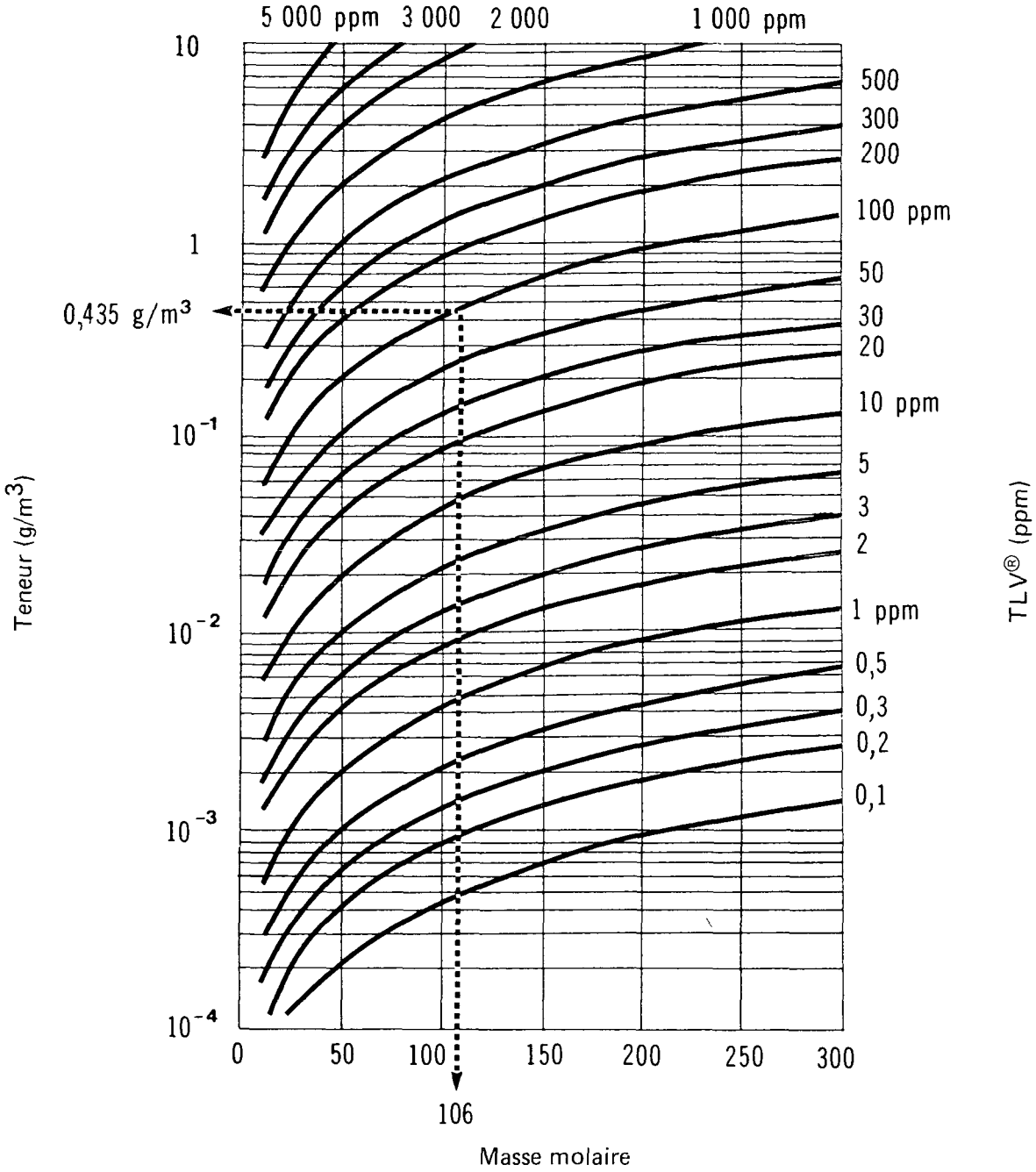
Une teneur dangereuse limite égale à 10 x TLV® a été choisie de façon arbitraire; elle représente une limite «relativement réaliste» au-delà de laquelle une exposition de courte durée (30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV® est une norme d'exposition de longue durée pour les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

Figure 15

XYLÈNES

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS
EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT



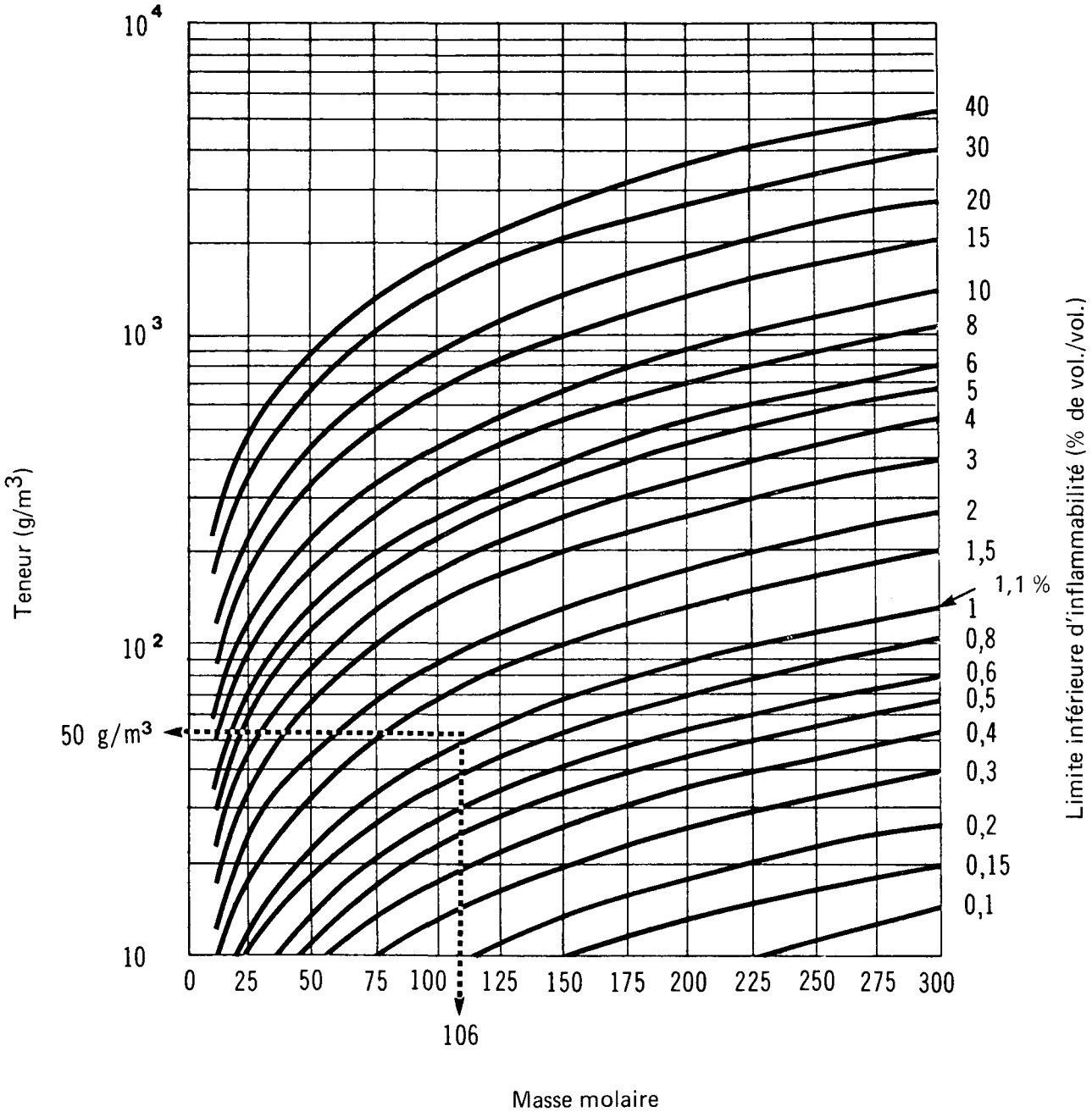


Molaire molaire des xylènes = 106; TLV® = 100 ppm; teneur en g/m³ = 0,435.
À noter: ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

Figure 17

XYLÈNES

CONVERSION EN g/m³ DU POURCENTAGE VOLUMIQUE DE LA LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ



Masse molaire des xylènes = 106; L.I.I. = 1,1 %; teneur en g/m³ = 50.
À noter: ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

5.3.2.3 **Demi-largeur maximale du panache dangereux.** – Le tableau 8 présente des valeurs de la demi-largeur maximale du panache L/2 max. pour une plage de valeurs q/u, en fonction des catégories météorologiques D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide», en supposant une teneur dangereuse limite (ce qu'on appelle communément une teneur maximale admissible) égale à 10 fois la TLV® (soit 10 x 0,435 g/m^3 ou 4,35 g/m^3). La demi-largeur du panache dangereux représente la demi-largeur du nuage de vapeurs de xylènes situé du côté sous le vent et atteignant une teneur égale à 10 x TLV®. Le tableau 8 ne s'applique donc que dans le cas de cette teneur limite de 4,35 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 kilomètres.

Dans la catégorie météorologique D, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 30 m/s. Quant à la plage de débits d'émission q utilisée, qui s'étend de 30 000 à 30 000 000 g/s, elle correspond à une plage de masses déversées comprises respectivement entre 7,5 et 5000 tonnes. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) d'un wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 70 000 kg (70 tonnes). Le tableau 8, pour la catégorie D, fournit des valeurs calculées en fonction de masses jusqu'à 70 fois plus considérables.

Tableau 8
Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs de xylènes (à 20 °C)

Catégorie météorologique D			Catégorie météorologique F		
q/u (g/m)	L/2 max. (m)		q/u (g/m)	L/2 max. (m)	
30 000 000	3 400	x = 99,5 km	2 500 000	1 385	x = 97,4 km
25 000 000	3 030		2 000 000	1 175	
20 000 000	2 640		1 500 000	985	
15 000 000	2 210		1 000 000	700	
10 000 000	1 720		750 000	565	
8 000 000	1 500		500 000	420	
6 000 000	1 255		400 000	350	
5 000 000	1 120		300 000	295	
3 000 000	815		250 000	260	
2 500 000	730		200 000	225	
2 000 000	635		150 000	190	
1 500 000	540		100 000	145	
1 000 000	425		50 000	95	→ L/2 max. = 95 m
750 000	360	q/u = 38 095 →	25 000	90	
500 000	285		20 000	50	
400 000	250		10 000	35	
300 000	210		5 000	25	
200 000	165		1 000	10	
150 000	140				
100 000	110				
50 000	75				
25 000	50				
10 000	32				
5 000	20				
1 000	10				

Note. – Les chiffres ci-dessus ne valent que pour une teneur de 4,35 g/m^3.
Exemple. – Pour un débit d'émission de vapeurs q = 8 x 10^4 g/s, une vitesse de vent u = 2,1 m/s et des conditions météorologiques de catégorie F, q/u = 38 095, ce qui donne une demi-largeur maximale du panache L/2 max. de 95 m.

Dans la catégorie météorologique F, la plage de vitesses du vent va de 1 à 3 m/s. Quant à la plage des débits d'émission q utilisée, qui va de 3000 à 2 500 000 g/s, elle correspond à une plage de masses déversées comprises respectivement entre 1 et 1000 tonnes. Le tableau 8, pour la catégorie F, fournit donc des valeurs calculées en fonction de masses atteignant 14 fois celle que contient un wagon-citerne standard.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

À partir de valeurs connues de q et u et en fonction d'une catégorie donnée de stabilité, calculez q/u. Choisissez la valeur q/u la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante, en mètres. Si vous désirez une valeur intermédiaire, déterminez par interpolation les valeurs q/u et L/2 max. (Voir également l'exemple qui accompagne le tableau 8.)

5.3.2.4 **Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé.** – La figure 18 indique la distance x parcourue par le panache après un temps *t* de déplacement pour une vitesse de vent u donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à une plage de vitesses du vent courantes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse du vent u et le temps *t* de déplacement du panache étant connus, la distance x_t parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.3 **Exemple du calcul.** – L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse du côté sous le vent du lieu où se produit un déversement. Le lecteur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent volume ou dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide». Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple, en ce qui concerne le rayon de la nappe).

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes de xylènes ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse *m* de liquide déversé est de 20 tonnes.

Étape 2 Calculer le rayon r de la nappe.
Utiliser le rayon mesuré sur place si cela est possible.
Sinon, utiliser le rayon maximal déterminé par la figure 21. (Comme cette figure s'applique au cas d'un déversement sur un plan d'eau, le rayon sera surévalué si le déversement a lieu sur le sol.)
Rayon r = 250 ÷ 1000 = 0,25 km.

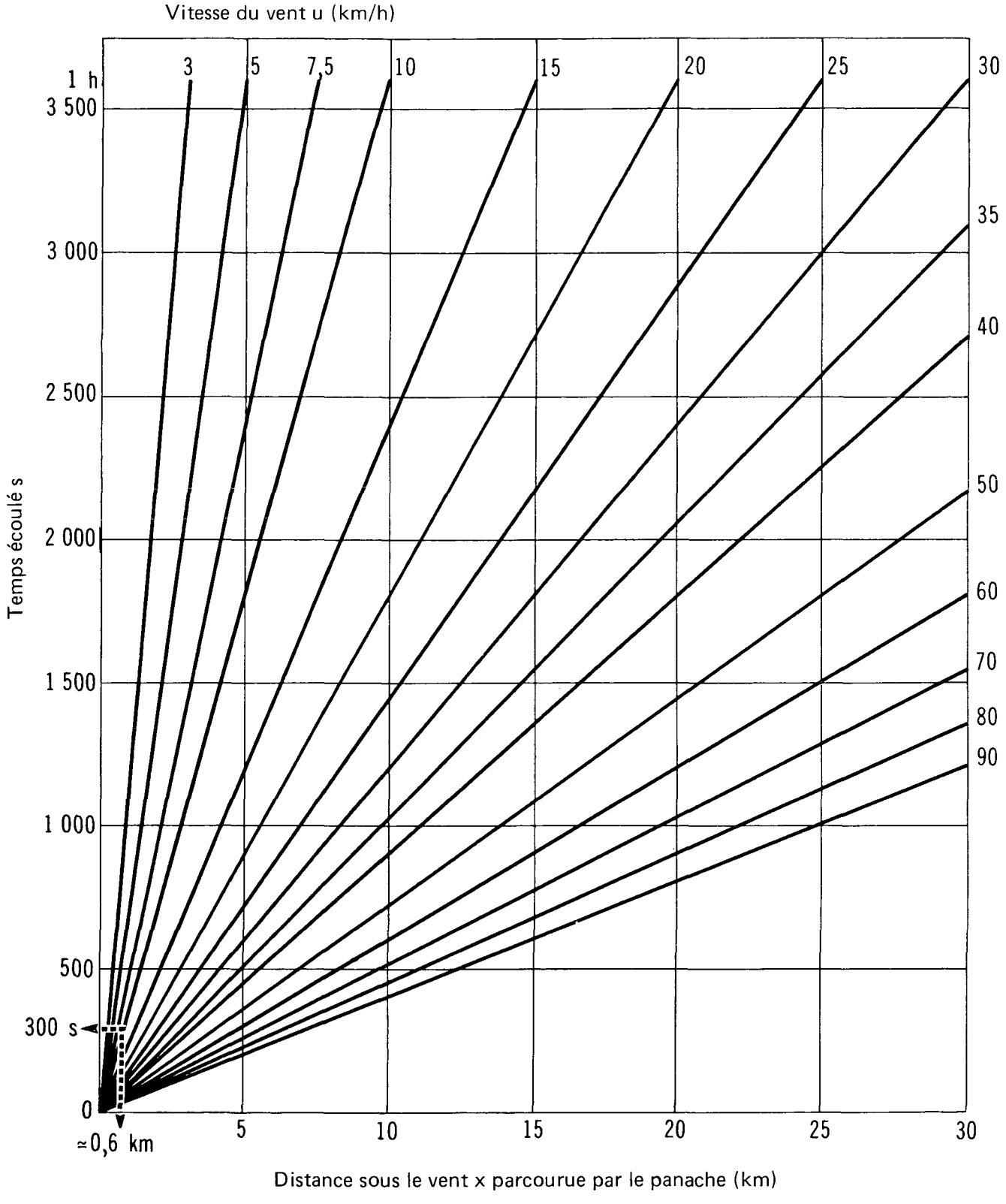
Étape 3 Calculer le débit q d'émission de vapeurs à temp. = 20 °C.
Selon la figure 14, si r = 250 m et temp. = 20 °C, q = 8 x 10^4 g/s.

Étape 4 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction *D*.
Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Ici:
u = 7,5 km/h; u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s;
D = N.-O. ou 315 ° (*D* = direction d'où souffle le vent).

Figure 18

XYLÈNES

DISTANCE PARCOURUE PAR LE PANACHE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



Étape 5 Déterminer la catégorie météorologique appropriée.
Le tableau 7 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque $u < 11$ km/h et que le déversement se produit au cours de la nuit.

Étape 6 Déteminer la teneur T dangereuse limite.
Opter pour la valeur la moindre entre 10 x TLV® et la limite inférieure d'inflammabilité.
$T = 4{,}35$ g/m^3 (TLV® = 0,435 g/m^3; L.I.I. = 50 g/m^3).

Étape 7 Calculer Tu/q.
$$Tu/q = \frac{4{,}35 \times 2{,}1}{8 \times 10^4} = 1{,}14 \times 10^{-4}\ m^{-2}.$$

Étape 8 Calculer la distance maximale dangereuse du côté sous le vent x à partir du point source p virtuel.
Voir figure 15. Pour la catégorie F de conditions météorologiques, si $Tu/q = 1{,}4 \times 10^{-4}\ m^2$, $x_p = 3{,}75$ km.

Étape 9 Calculer la distance dangereuse maximale du côté sous le vent x à partir de l'aire source a.
Comme $x_p = 3{,}75$ km et $r = 0{,}25$ km,
$x_a = x_p - 10r = 3{,}75$ km $- 10(0{,}25$ km$) = 1{,}25$ km.

Étape 10 Calculer la demi-largeur maximale du panache dangereux.
Se servir du tableau 8. Comme $q = 8 \times 10^4$ g/s et $u = 2{,}1$ m/s,
$$q/u = \frac{8 \times 10^4}{2{,}1} = 38\,095 \text{ g/m};$$
pour la catégorie météorologique F, la valeur q/u la plus proche est 50 000 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale d'environ 95 m.

Étape 11 Déterminer le temps t écoulé depuis le début du déversement,
$t = 5$ mn x 60 = 300 s.

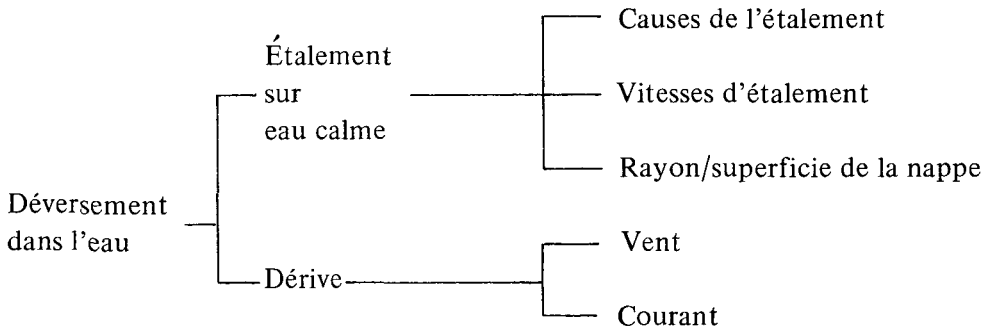
Étape 12 Calculer la distance sous le vent x parcourue par le panache depuis le début du déversement.
Se servir de la figure 18. Comme $t = 300$ s et $u = 7{,}5$ km/h, $x_t = 0{,}6$ km (plus précisément: $ut = 2{,}1$ m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 13 Schématiser la zone dangereuse.
Cela se fait en formant un rectangle dont deux des côtés opposés mesurent (chacun) deux fois la demi-largeur maximale du panache dangereux (95 m), alors que les deux autres côtés mesurent (chacun) l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir de l'aire source, soit 0,25 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 20).
Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°), le schéma de la zone dangereuse correspond à celui de la figure 20.
Note. – Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, le panache a franchi 0,63 km, sous un vent de 7,5 km/h, alors que la distance maximale sous le vent est de 1,25 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 **Introduction.** – La vitesse d'étalement est déterminée par l'équilibre des forces qui tendent à favoriser l'étalement du liquide (force de pesanteur et tension superficielle) et les forces qui tendent à s'y opposer (inertie et viscosité).

En plus de tendre naturellement à s'étaler, la nappe se déplacera dans la même direction et à la même vitesse que l'eau de surface. Les courants et la force du vent agissent sur la direction de l'eau de surface et sa vitesse. Le schéma ci-dessous illustre les facteurs dont on a tenu compte pour établir les nomogrammes.



5.4.2 **Nomogrammes.** – Les nomogrammes suivants simplifient les calculs.

Figure 21 Rayon de la nappe en fonction du temps (eau calme, nappe non confinée) pour diverses masses de liquide déversé; rayon maximal de la nappe

Figure 22 Longueur de la zone touchée en fonction du rayon équivalent de la nappe (eau calme, nappe confinée) correspondant à certaines largeurs de cours d'eau

Figure 23 Distance de dérive en fonction du temps pour différentes vitesses d'eau de surface

Figure 24 Addition vectorielle de la vitesse du courant de surface et de celle du vent

5.4.2.1 **Rayon de la nappe en fonction du temps (eau calme, nappe non confinée).** – La figure 21 permet de calculer le rayon d'une nappe non confinée de xylènes provenant du déversement d'une masse connue, à un moment précis après l'accident. Les équations correspondant à l'étalement d'une nappe sur l'eau sont présentées dans le guide d'introduction de la collection. Selon une critique du modèle d'étalement (Eisenberg, 1975), ces équations sont valides dans le cas où la viscosité du liquide répandu est supérieure ou égale à 0,2 fois la viscosité de l'eau.

Dans le cas présent, on a supposé que la température eau/nappe était de 20 °C, maximum vraisemblable dans le cas de l'eau de surface. On maximise ainsi la taille de la nappe, quel que soit le moment choisi. Si le rayon indiqué est supérieur au rayon maximal théorique de la nappe, on se sert de ce dernier.

5.4.2.2 **Longueur de la zone touchée en fonction du rayon (équivalent) de la nappe (eau calme, nappe confinée).** – Si la distance séparant les rives du cours d'eau est inférieure au diamètre maximal théorique de la nappe, cette dernière est confinée. On peut alors calculer la longueur approximative de la zone touchée (figure 22) à partir du rayon de la nappe (figure 21), si l'on connaît la largeur L du cours d'eau.

5.4.2.3 **Distance de dérive en fonction du temps (absence de vent).** – La figure 23 présente une relation simple entre la vitesse, le temps et la distance. La distance parcourue en fonction du temps par un liquide déversé dans un cours d'eau est directement proportionnelle à la vitesse au courant de surface.

Figure 19

XYLÈNES

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

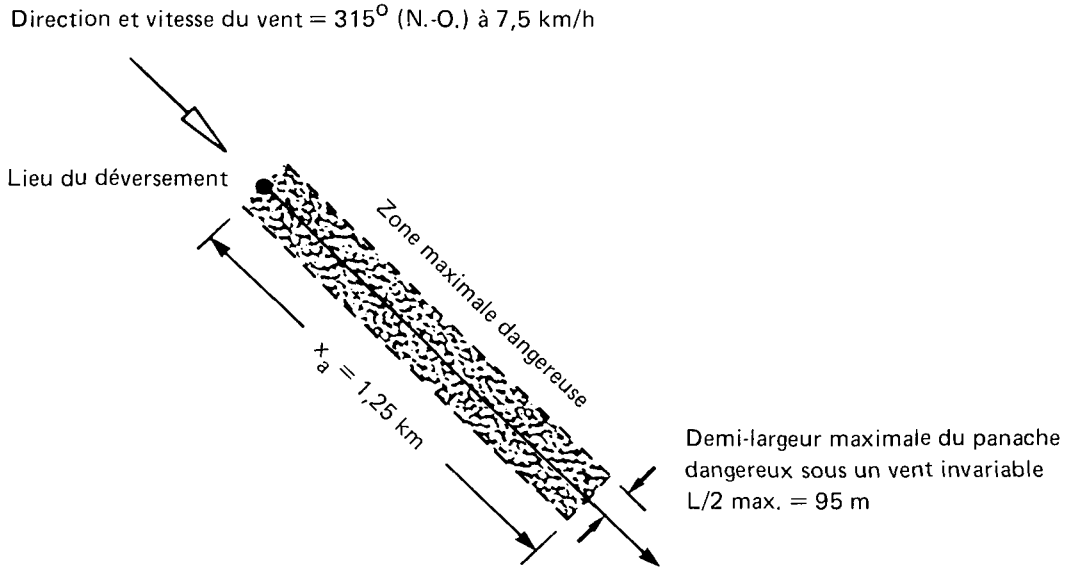


Figure 20

XYLÈNES

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

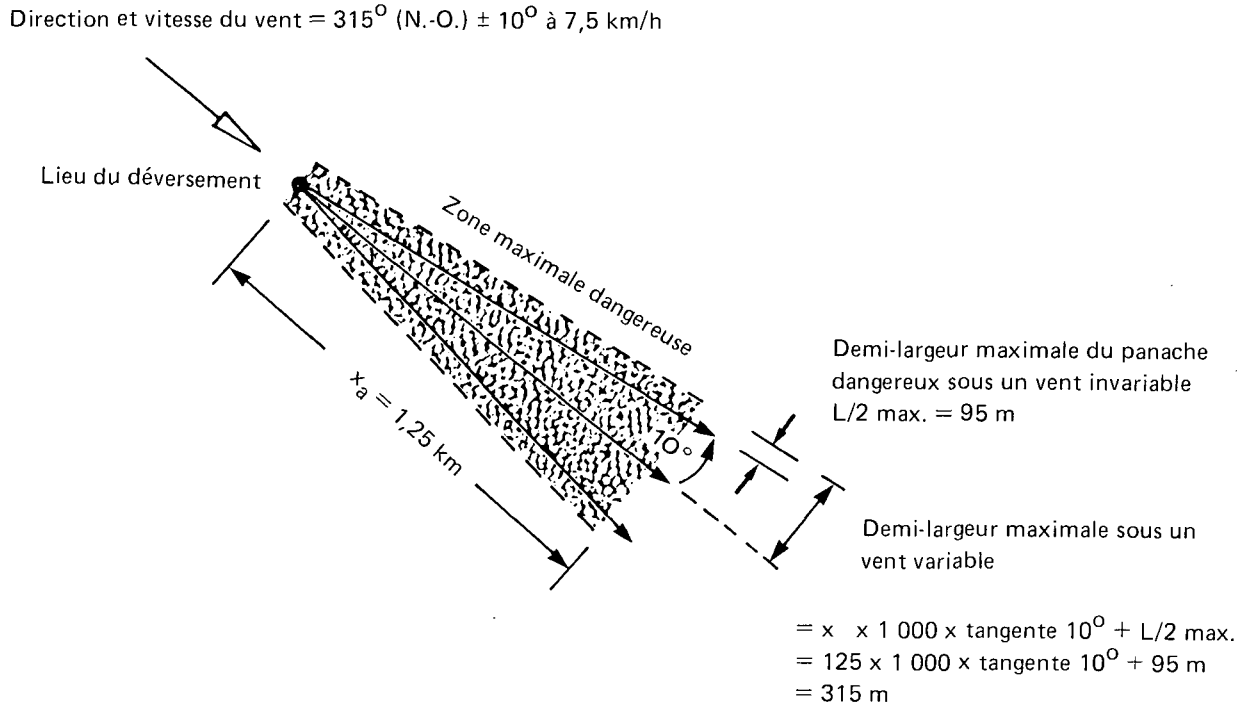


Figure 21

XYLÈNES

RAYON DE LA NAPPE DE POLLUANT
EN FONCTION DU TEMPS (PLAN D'EAU, NAPPE NON CONFINÉE)

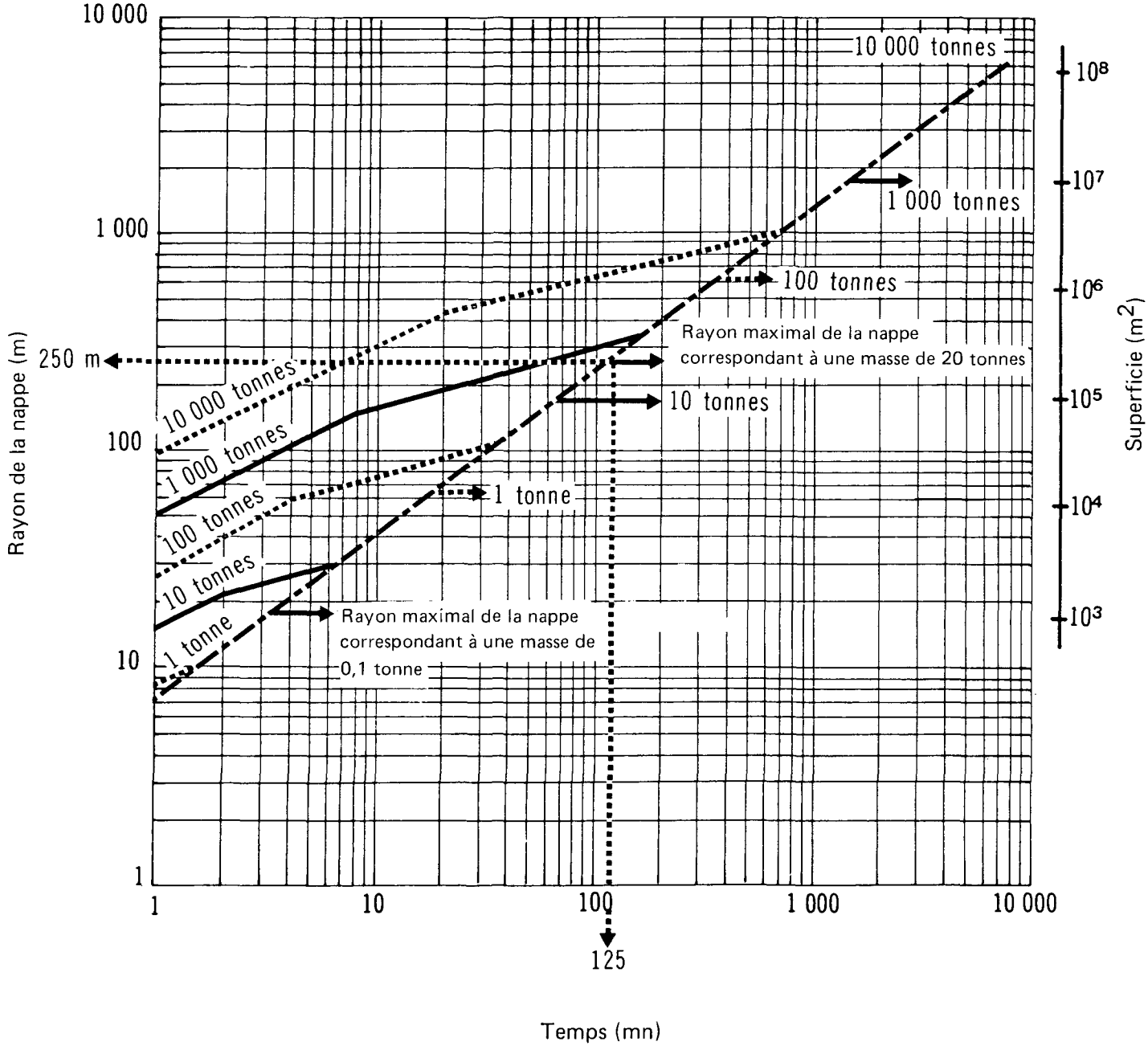


Figure 22

XYLÈNES

LONGUEUR DE LA ZONE TOUCHÉE EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE DE POLLUANT (PLAN D'EAU, NAPPE CONFINÉE)

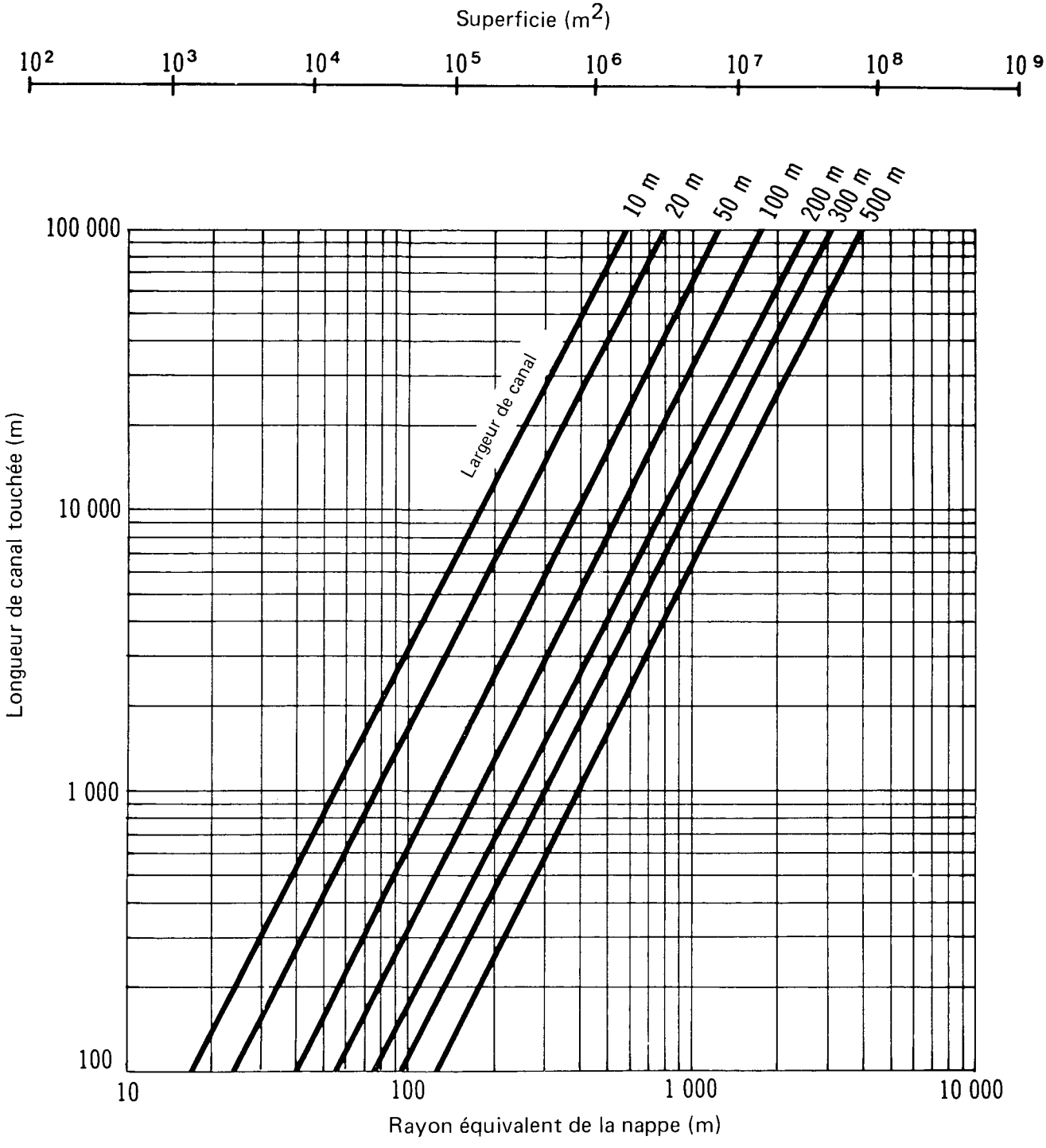
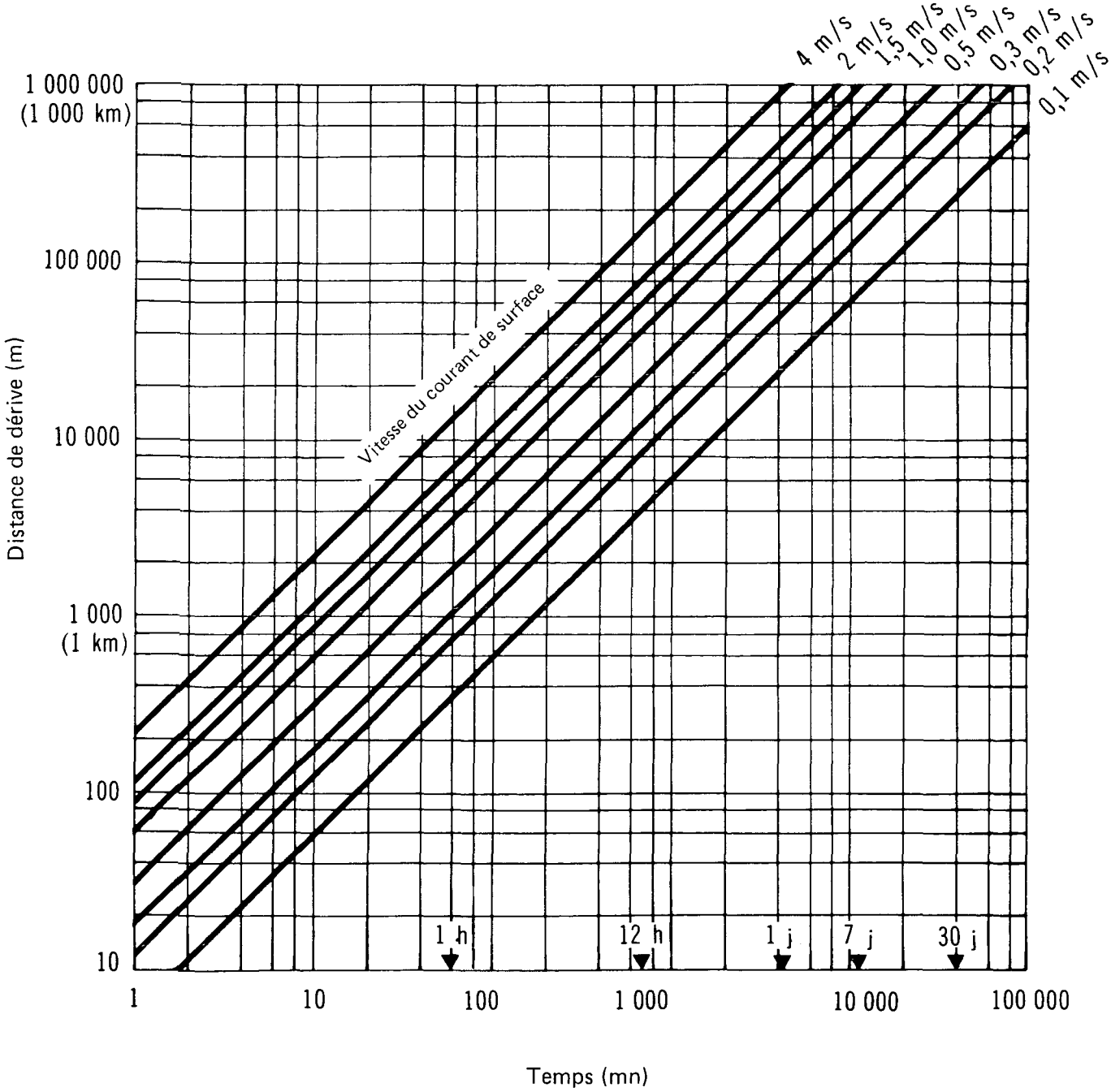


Figure 23

XYLÈNES

DISTANCE DE DÉRIVE
EN FONCTION DU TEMPS (AUCUN VENT)



5.4.2.4 Addition vectorielle du courant de surface et du vent. – Si l'on veut tenir compte de l'effet du vent et du courant de surface, on suppose que la nappe de liquide déversé se déplace à une vitesse correspondant à l'addition vectorielle de la vitesse du courant et de 3 p. 100 de la vitesse du vent (Raj, 1974; Fingas, 1979, 1980).

La figure 24 est destinée à simplifier l'addition vectorielle du courant et de la vitesse. L'axe horizontal de la vitesse est échelonné pour la vitesse du vent en kilomètres par heure. Le vecteur du courant de surface est ajouté au vecteur vent en déterminant sa direction par rapport à la direction du vent. La longueur du vecteur de courant de surface est définie par l'échelle verticale du courant de surface exprimée en mètres par seconde. Le vecteur résultant décrit la direction et la vitesse de la nappe déversée en fonction du vent et du courant. La longueur du vecteur résultant représente la vitesse parcourue par la nappe (m/s) lorsqu'elle est calculée par rapport à l'échelle verticale.

Le nomogramme ne tient pas compte de la déformation de la nappe lorsque le vent et (ou) les courants de surface agissent sur celle-ci, ou de toute autre perte attribuable à l'évaporation ou autres phénomènes.

5.4.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Un déversement de 20 tonnes s'est produit sur un grand lac. Le vent est faible. Il faut déterminer la superficie de la nappe de polluant après 20 mn, ainsi que sa superficie maximale possible et le moment où cette superficie sera atteinte.

D'après la figure 21, s'il s'est écoulé 20 mn, comme la masse de liquide déversé est de 20 tonnes, on obtient par interpolation un rayon de 60 m environ. Un calcul similaire donne un rayon maximal de 250 m environ, qui sera atteint après 125 mn.

PROBLÈME B

La nappe décrite au problème A est confinée dans un canal de 50 m de largeur environ, où l'eau est calme. Quelle est la longueur maximale de canal touchée par le déversement?

La figure 21 (solution au problème A) donne pour le déversement de 20 tonnes un rayon maximal de 250 m. D'après la figure 21, pour un rayon maximal de 250 m et une largeur de canal de 50 m, la longueur maximale de canal touchée, l'eau étant calme, est de 4000 m environ.

PROBLÈME C

Les 20 tonnes déversées sont déplacées par un vent du sud-ouest soufflant à 40 km/h et un courant de surface de 0,15 m/s à 90° de la direction du vent (ce qui donne un courant de surface orienté vers le nord-ouest). Quelles sont la direction et la vitesse résultantes de la nappe et quelle sera la distance parcourue lorsque la nappe aura atteint sa taille maximale?

Étape 1 Déterminer le vecteur vent.

En se servant de la figure 24, mesurer la longueur du vecteur vent correspondant à 40 km/h au moyen de l'échelle horizontale.

Tracer le vecteur vent de la bonne longueur, orienté vers le nord-est à partir de l'origine.

Étape 2 Déterminer le vecteur courant de surface.

En se servant de la figure 24, mesurer la longueur du vecteur courant de surface correspondant à 0,15 m/s au moyen de l'échelle verticale.

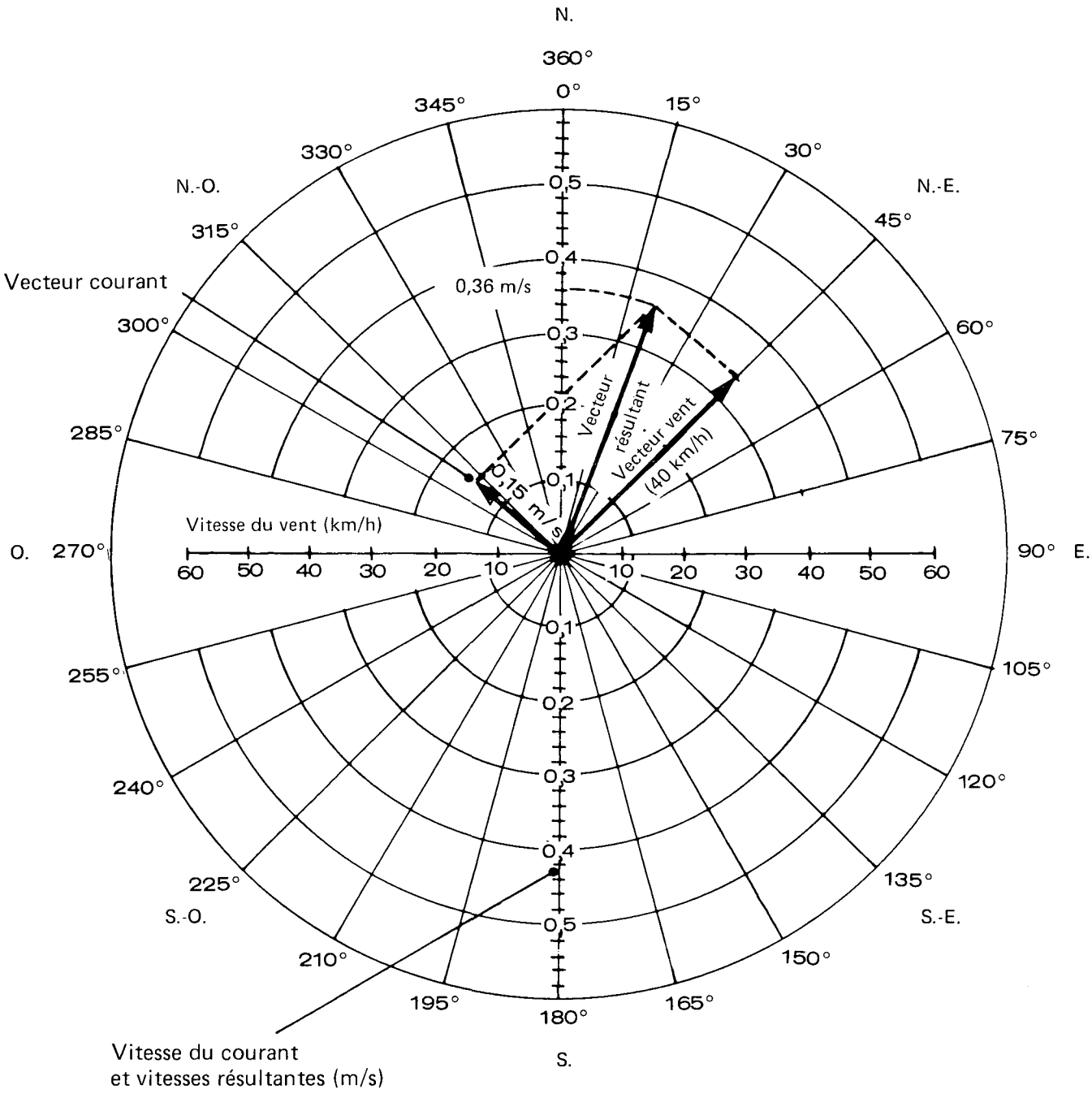
Étape 3 Déterminer le vecteur résultant.

Tracer le vecteur résultant, à partir de l'origine jusqu'au point de rencontre des segments (pointillés) parallèles aux vecteurs vent et courant.

Figure 24

XYLÈNES

ADDITION VECTORIELLE DU COURANT DE SURFACE ET DU VENT



La direction de dérive, telle qu'elle est indiquée par le vecteur résultant, se situe à 20° au nord-est.

La vitesse de dérive peut être obtenue en mesurant la longueur du vecteur résultant au moyen de l'échelle verticale. Elle est évaluée à 0,36 m/s.

Étape 4 Déterminer la distance parcourue au moment où la nappe atteint son rayon maximal. La figure 21 (ou le problème A) donne un rayon maximal de 250 m et un temps de 125 mn (7500 s).

Distance parcourue = 7500 s x 0,36 m/s = 2700 m au moment où la nappe atteint son rayon maximal.

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 des xylènes sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Les xylènes sont peu solubles dans l'eau. Par conséquent, lorsqu'ils sont déversés sur le sol, leur migration dans le sol constitue un processus à phases multiples: xylènes liquides, xylènes dissous dans l'eau, xylènes vaporisés, xylènes adsorbés sur les particules de sol.

Il existe malheureusement peu de données permettant d'évaluer avec précision la migration d'un fluide dans des conditions données. Quelques études poussées sur le terrain ont été effectuées, particulièrement dans le cas de déversements de pétrole, d'essence ou de biphényles polychlorés (BPC), mais il existe peu d'information ayant trait aux xylènes. Il faut donc supposer un scénario simplifié des conditions du sol et des eaux souterraines et décrire le comportement du xylènes en se référant à des corps dont le comportement est mieux connu. Un modèle du mouvement descendant dans le sol de fluides non miscibles, tels les xylènes, a été préparé en comparant ce comportement à celui du pétrole déversé sur le sol (Blokker, 1971; Freeze et Cherry, 1979).

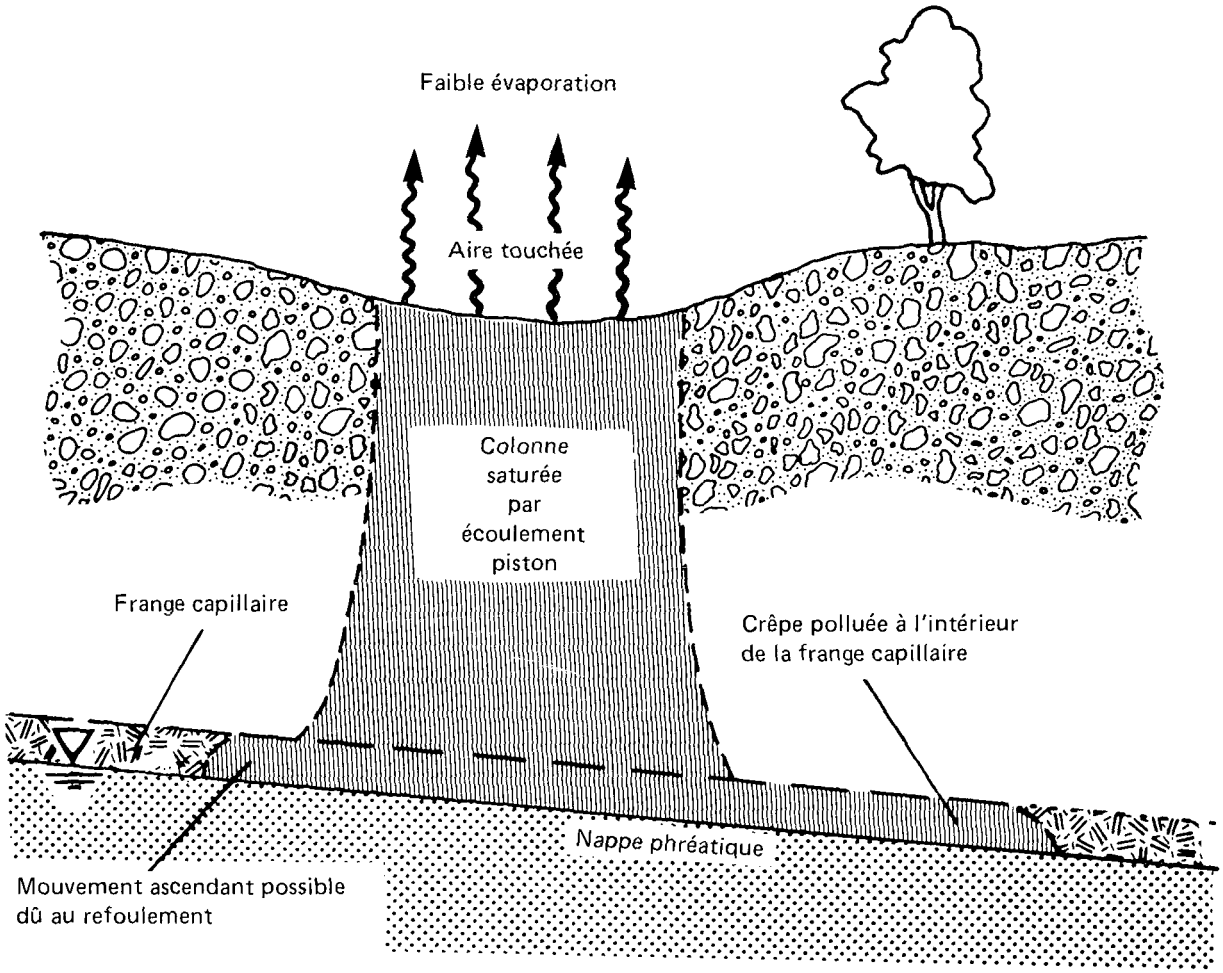
On suppose que, lorsqu'il se produit un déversement, le sol contient au plus une quantité d'eau correspondant à sa capacité au champ (ou capacité normale d'humidité), et ce jusqu'au niveau de la nappe phréatique. Le fluide répandu remplit les pores de la surface du sol et commence à descendre. La vitesse de pénétration est fonction du coefficient de perméabilité K_0 du milieu vis-à-vis du fluide, comme l'explique le guide d'introduction de la collection. Des flaques se forment sur le sol lorsque la vitesse de déversement est supérieure à la vitesse de pénétration. Il est supposé que fluide descend en bloc saturant, laissant une quantité retenue constante S_0 dans les pores du sous-sol traversé.

Le mouvement descendant se poursuit jusqu'à ce que la quantité de fluide déversée par unité de surface B_0 soit égale à la quantité retenue par le sous-sol S_0. La migration capillaire peut entraîner un certain mouvement horizontal. Si B_0 est supérieur à S_0, la quantité qui peut être retenue au-dessus de la nappe phréatique, le surplus de fluide s'étalera comme une crêpe à l'intérieur de la frange capillaire saturée d'eau souterraine. La zone polluée qui en résultera comprendra une colonne (verticale) et des crêpes (horizontales) de sous-sol retenant le polluant, comme on peut le voir à la figure 25.

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

Figure 25

XYLÈNES — **MIGRATION DANS LE SOUS-SOL**



Sol: sable grossier
– porosité (n) = 0,35
– perméabilité intrinsèque (K) = 10^{-9} m^2
– capacité au champ = 0,075

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 . s)
g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s^2

Le tableau ci-dessous indique les valeurs des paramètres dont il est tenu compte, à des températures de 4 et 20 °C.

Valeurs établies pour les xylènes

Paramètre	20 °C	4 °C
Masse volumique (kg/m^3)	880	885
Viscosité absolue (Pa . s)	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité du sol saturé (m/s)	$(1,1 \times 10^7)$ k	$(1,0 \times 10^7)$ 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 paramètres qui influent sur la migration des fluides.

Valeurs établies pour les sols

Paramètre	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
Fraction retenue (m^3/m^3)	0,05	0,1	0,2

5.5.5 Nomogrammes de la migration. – Un nomogramme de la migration du fluide 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 considérée comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 2b le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 27 à 29.

Figure 26

XYLÈNES — PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES

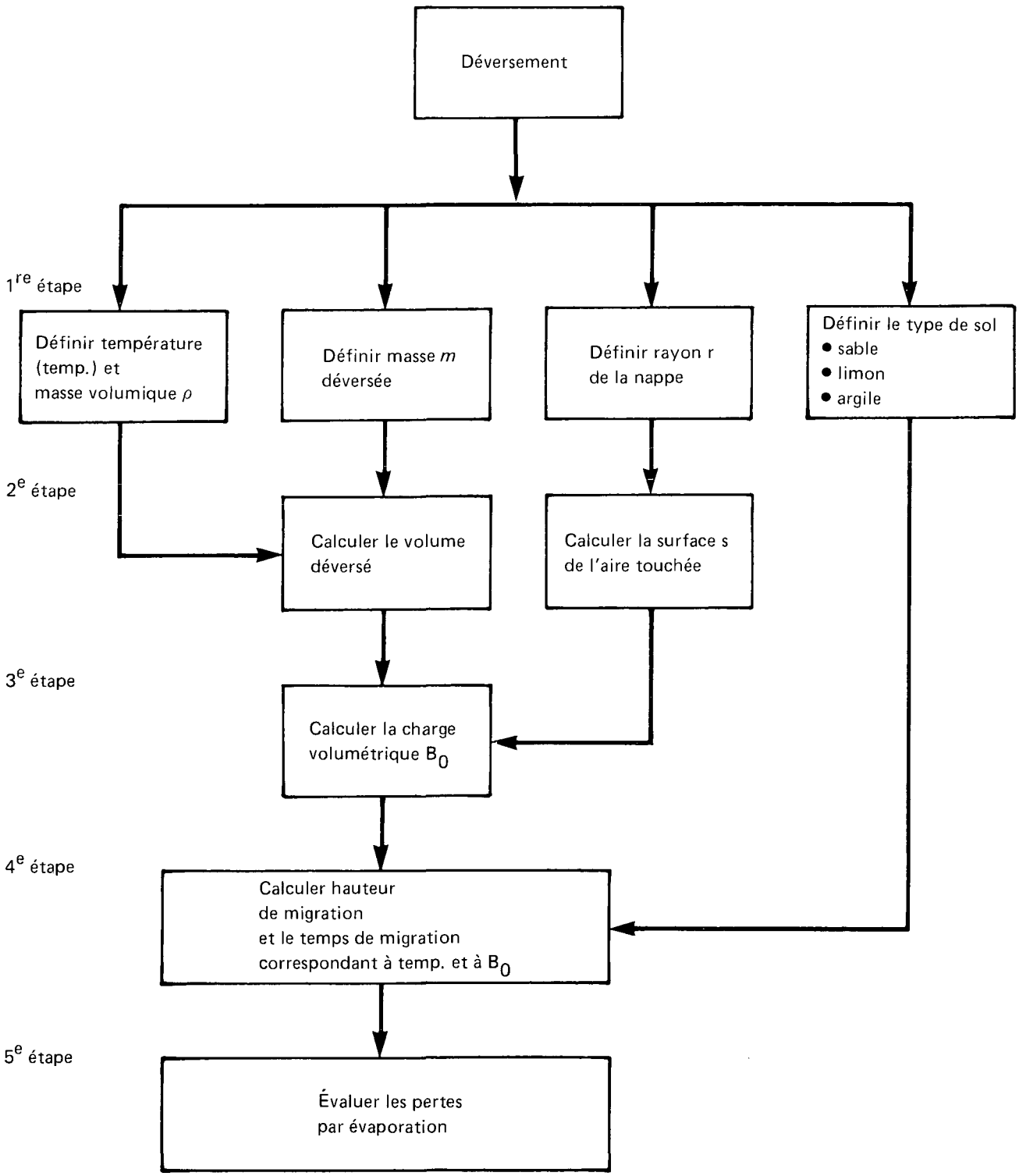


Figure 27

XYLÈNES

MIGRATION DANS DU SABLE GROSSIER

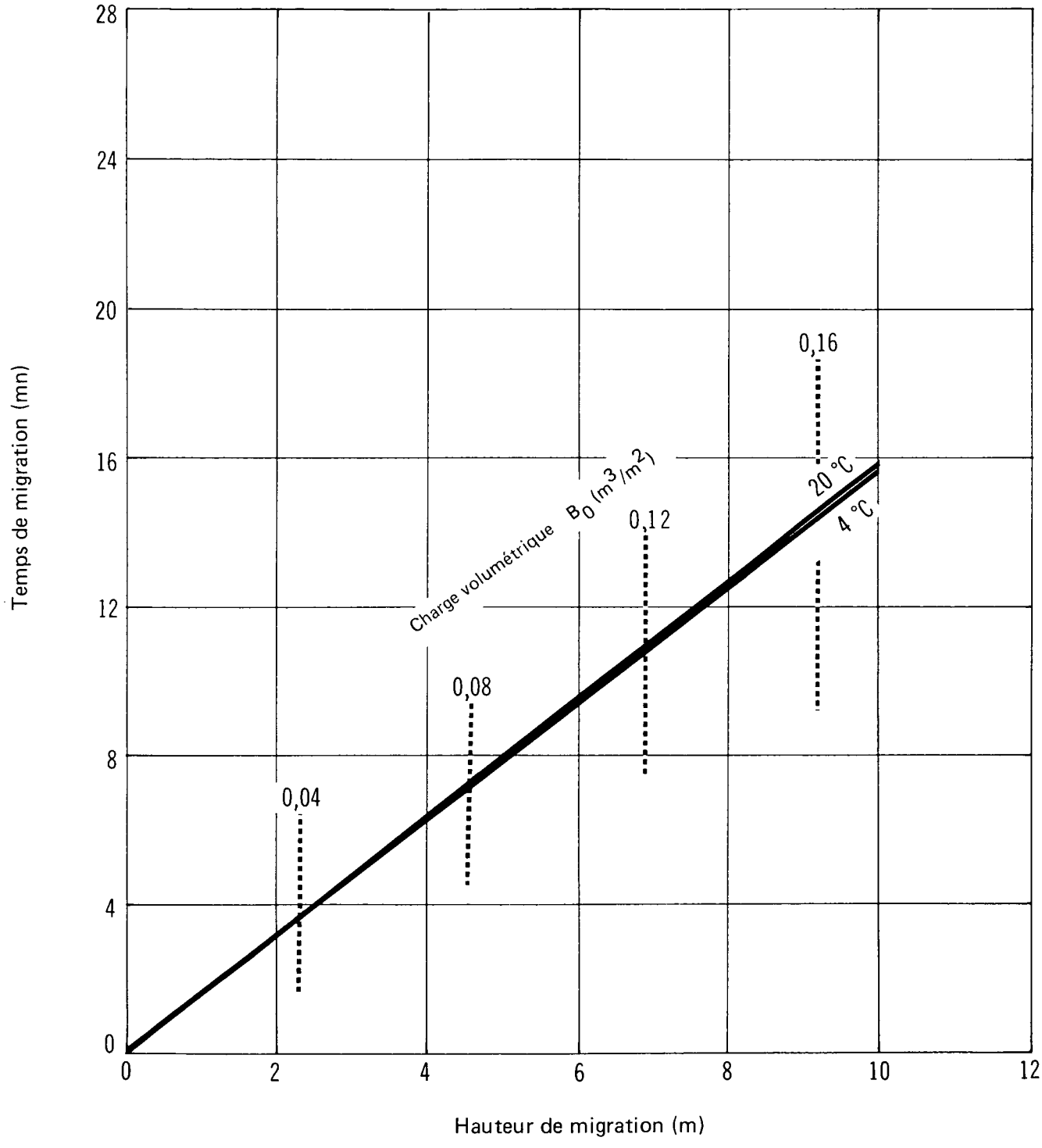


Figure 28

XYLÈNES

MIGRATION DANS DU SABLE LIMONEUX

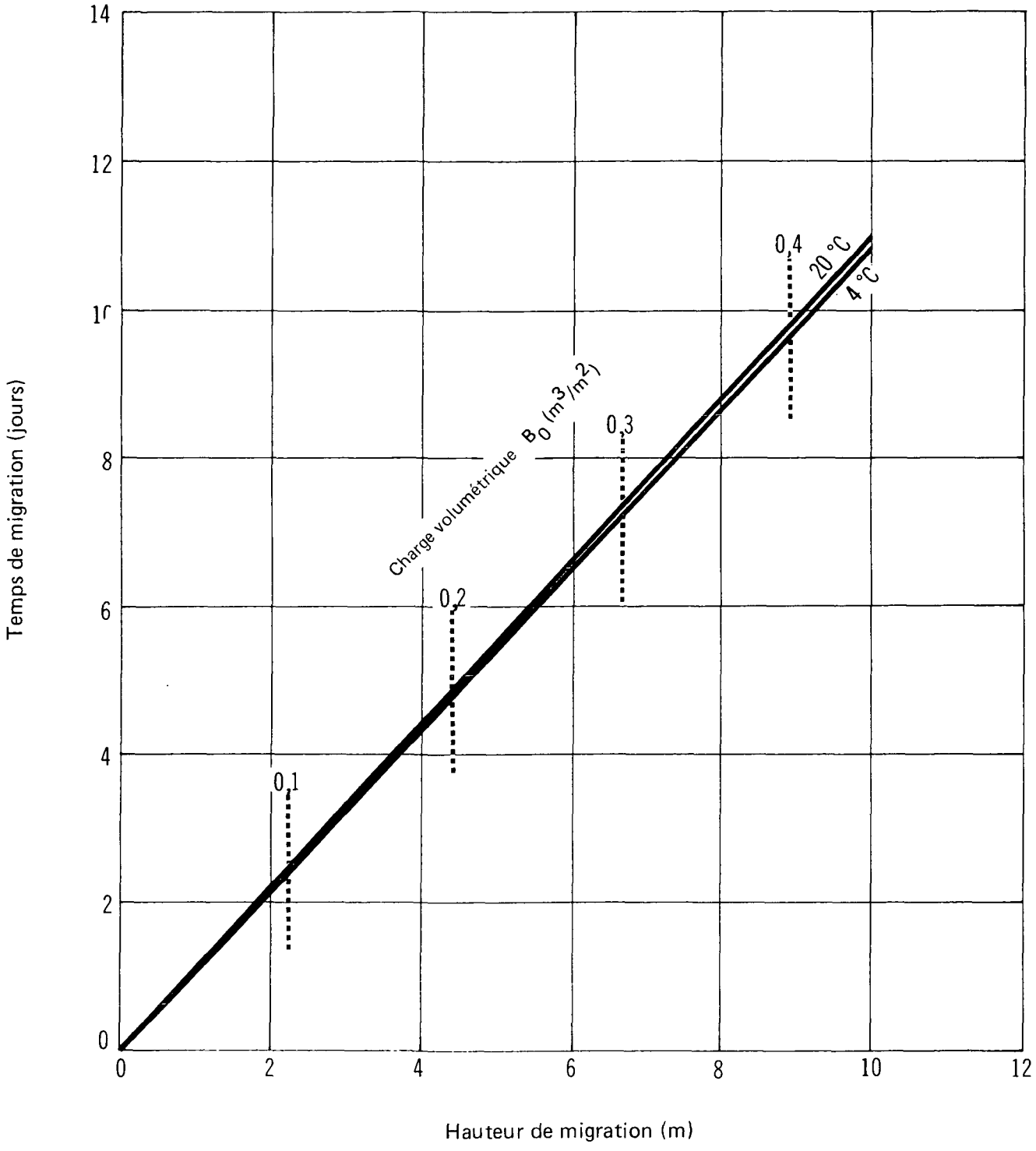
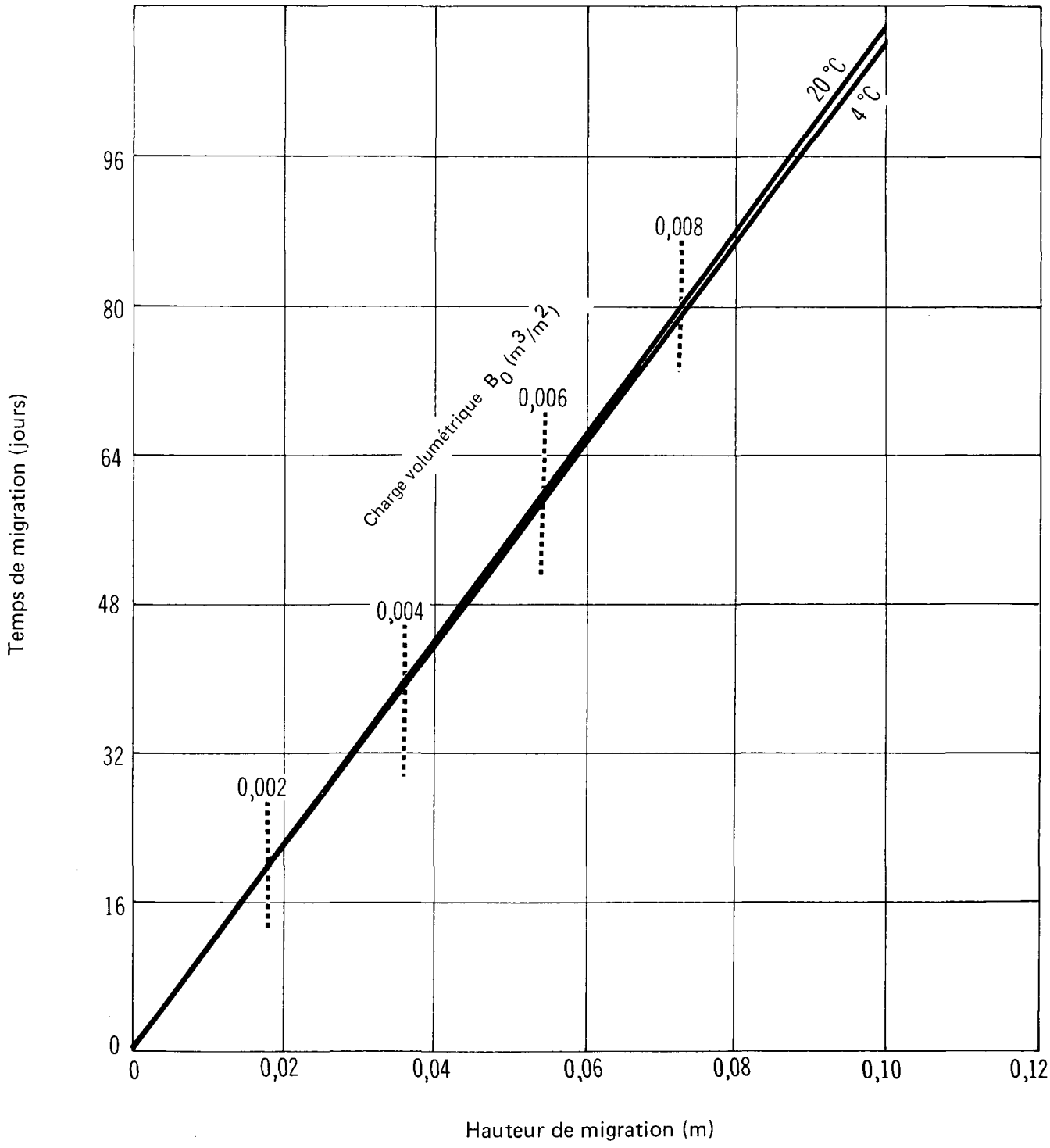


Figure 29

XYLÈNES

MIGRATION DANS UN TILL ARGILEUX



5.5.6 Exemple de calcul. — Vingt tonnes de xylènes 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 et le temps de migration.

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
Masse volumique ρ = 880 kg/m^3

Étape 2 Calculer le volume de liquide déversé et la superficie de l'aire touchée.

$$\text{Volume} = \frac{\text{Masse déversée}}{\text{Masse volumique}} = \frac{2 \times 10^4 \text{ kg}}{880 \text{ kg/m}^3} = 22{,}7 \text{ m}^3$$

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

Étape 3 Calculer la charge volumétrique.

$$\text{Charge volumétrique} = \frac{\text{Volume}}{\text{Aire}} = \frac{22{,}7}{232} = 0{,}1 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Étape 4 Calculer la hauteur et le temps de migration (fig. 27).

Charge volumétrique (sable grossier) = 0,1 m^3/m^2
Hauteur de migration = 5,8 m
Temps de migration = 8,9 mn

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. – Le Canada ne possède pas de règlement qui porte comme tel sur la teneur en xylènes de l'eau de boisson. En Ontario, les Water Management Goals (1978) n'établissent aucune limite tolérable mais signalent le fait que les xylènes sont très toxiques pour les poissons. Les États-Unis recommandent une limite maximale de 0,05 mg/l, établie en fonction des propriétés organoleptiques des xylènes (WQCDB - 1, 1970).

6.1.2 Qualité de l'air. – L'Ontario a fixé à 2300 $\mu g/m^3$ la teneur limite de l'air en xylènes (Ontario E.P.Act, 1971). En Europe, plusieurs pays de l'Est ont fixé cette limite à 200 $\mu g/m^3$ dans le cas particulier du *o*-xylène (Verschueren, 1984).

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) correspond à une plage de teneurs qui va de 10 à 100 ppm.

6.2.2 Mesure de la toxicité

Toxicité pour les poissons

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
			***m* - xylène**		
5	24	Crapet arlequin	Maladie	du lac Huron	WQC, 1963
5	24	Truite arc-en-ciel	Aucun effet	du lac Huron	WQC, 1963
16	24	Cyprin doré	Teneur létale 50	20 °C	Bridié, 1979
38	336	Guppy	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
9,2	96	Bar commun	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
			***o*-xylène**		
13	24	Cyprin doré	Teneur létale 50	20 °C	Bridié, 1979
13,5	96	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
16,9	96	Cyprin doré	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
46	1	Tête-de-boule	Teneur létale 50	du lac Supérieur, statique, 18 à 22 °C	Verschueren, 1984
42	24 - 96	Tête-de-boule	Teneur létale 50	du lac Supérieur, statique, 18 à 22 °C	Verschueren, 1984
11	96	Bar commun	Teneur létale 50	du lac Supérieur, statique, 18 à 22 °C	Verschueren, 1984
			***p*-xylène**		
27 - 29	24 - 96	Tête-de-boule	TLm	dure et douce	Verschueren, 1984
21 - 24	24 - 96	Crapet arlequin	TLm	douce	Verschueren, 1984
18	24	Cyprin doré	Teneur létale 50		Bridié, 1974
35	168	Guppy	Teneur létale 50		Verschueren, 1984
2	96	Bar commun	Teneur létale 50		Verschueren, 1984

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
			***m*-, *o*- et *p*-xylènes**		
21	96	Tête-de-boule	TLm	statique, temp. contrôlée	Pickering, 1966
22	96	Crapet arlequin	TLm	statique, temp. contrôlée	Pickering, 1966
24	96	Cyprin doré	TLm	statique, temp. contrôlée	Pickering, 1966
39	96	Guppy	TLm	statique, temp. contrôlée	Pickering, 1966
24	24 - 48	Tête-de-boule	TLm	statique	Buikema, 1980
			Xylènes non précisés		
8,2	96	Truite arc-en-ciel	Teneur létale 50	12 °C	Johnson, 1980
13,5	76	Crapet arlequin	Teneur létale 50	12 °C	Johnson, 1980
20	48	Dard-perche	Teneur létale 50	écoulement continu, 20 °C, pH de 8,0	Sloof, 1979
30,6	24	Cyprin doré	Teneur létale 50	écoulement continu, 17 à 19 °C, pH de 7,0, HD 80	Buikema, 1980
25,1	48	Cyprin doré	Teneur létale 50	écoulement continu, 17 à 19 °C, pH de 7,0, HD 80	Buikema, 1980
20,7	72	Cyprin doré	Teneur létale 50	écoulement continu, 17 à 19 °C, pH de 7,0, HD 80	Buikema, 1980
16,9	96	Cyprin doré	Teneur létale 50	écoulement continu, 17 à 19 °C, pH de 7,0, HD 80	Buikema, 1980
14,6	720	Cyprin doré	Teneur létale 50	écoulement continu	Buikema, 1980

Toxicité pour les micro-organismes

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
			***o*-xylène**		
55	24	Algues	Baisse de 50 p. 100 du nombre de cellules	20 °C	Kauss, 1975
171	Instant	Algues *(Chlorella vulgaris)*	Teneur toxique	20 °C	Kauss, 1975
			***o*-, *m*- et *p*-xylènes**		
230	24	Ciliés *(Tetrahymena pyriformis)*	Teneur létale 100		Verschueren, 1984

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
10 000	Instant	Phytoplancton *(Skeletonema costatum* et *Criscosphaera carterae)*	Inhibition de la croissance		Buikema, 1980
100 000	Instant	Phytoplancton *(Dunaliella tertiolecta)*	Inhibition de la croissance		Buikema, 1980

Toxicité du *o*-xylène pour les invertébrés d'eau douce

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
100 - 10 000	24	*Daphnia magna*	TLm		Verschueren, 1984
13,9	24	Moustiques *(Aedes aegypti)*	Teneur létale 50		Buikema, 1980

Toxicité du *o*-xylène pour les poissons marins

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
10 - 100	24	Saumon coho (alevin)	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
100	24	Saumon coho (alevin)	Teneur létale 50	statique	Verschueren, 1984

Toxicité pour les invertébrés marins

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
			***m*-xylène**		
4,8	24	Crevette *(Crago franciscorum)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
3,7	96	Crevette	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
33	48	Crabe *(Cancer magister)*	Teneur létale 50	écoulement continu	Buikema, 1980
12	96	Crabe	Teneur létale 50	écoulement continu	Buikema, 1980
			***o*-xylène**		
38	48	Crabe *(Cancer magister)*	Teneur létale 50	écoulement continu	Buikema, 1980
6	96	Crabe *(Cancer magister)*	Teneur létale 50	écoulement continu	Buikema, 1980
5,3	24	Crevette *(Crago franciscorum)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
1,3	96	Crevette *(Crago franciscorum)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
0,17	48	Larves de *Crassostrea gigas*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980

Teneur (mg/l)	Durée (heures)	Espèce	Résultat	Eau	Source
			***p*-xylène**		
2	24	Crevette *(Crago franciscorum)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
2	96	Crevette *(Crago franciscorum)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
0,58	48	Larves de *Crassostrea gigas*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
			Xylènes non précisés		
7,4	96	Crevette *(Palaemonetes pugio)*	Teneur létale 50	statique	Buikema, 1980
139	24	Crabe *(Scylla serrata)*	Teneur létale 50	27 à 29 °C, pH de 7,6 à 8,0, salinité de 30 %	Kulkarni, 1983
131	48	Crabe *(Scylla serrata)*	Teneur létale 50	27 à 29 °C, pH de 7,6 à 8,0, salinité de 30 %	Kulkarni, 1983
114	72	Crabe *(Scylla serrata)*	Teneur létale 50	27 à 29 °C, pH de 7,6 à 8, salinité de 30 %	Kulkarni, 1983
94	96	Crabe *(Scylla serrata)*	Teneur létale 50	27 à 29 °C, pH de 7,6 à 8,0, salinité de 30 %	Kulkarni, 1983

6.3 Toxicité pour les animaux

Les xylènes présentent une toxicité aiguë par voie orale lorsque leur teneur est comprise entre 2500 et 5000 mg/kg, et leur inhalation est toxique lorsque leur teneur atteint de 3000 à 8000 ppm (Miller, 1976). Une expérience a été menée sur des porcs nourris à la farine de poisson pendant 55 jours. Le régime alimentaire des groupes d'animaux contenait 0,17 et 1,17 p. 100 de xylènes et les effets de l'ingestion ont été consignés. Les xylènes n'ont eu aucun effet sur le gain de poids, mais le rapport normal albumine/globuline a été abaissé. Les porcs dont le régime alimentaire comportait 1,17 p. 100 de xylènes étaient impropres à la consommation par l'homme à l'abattage; toutefois, si l'on supprimait les xylènes du régime alimentaire 2 jours avant l'abattage, ils étaient considérés comme propres à la consommation (Miller, 1976).

6.4 Autre toxicité dans l'air et sur terre

La teneur seuil dommageable pour les cultures ordinaires se situe entre 800 et 2400 ppm (DPIMR, 1981). Au cours d'une étude sur la toxicité, les chercheurs ont constaté que les jeunes plants d'orge mouraient après avoir été en contact pendant une heure à 4,9 ppm de xylènes ($2,4 \times 10^{-4}$ mol/l) (Miller, 1976). Les arbres à chapelets, les érables et les ormes ont subi de graves dommages lorsqu'on a appliqué de 500 à 1000 ppm de xylènes pour lutter contre la pourriture des racines (Miller, 1976). La toxicité pour les végétaux se manifeste par une perte de la turgescence (rigidité), le brunissement de l'extrémité des feuilles et la décoloration de la chlorophylle (Miller, 1976). Chez certaines espèces végétales, des teneurs en xylènes de 0,01 à 0,1 ppm de l'eau agissent comme stimulant pour les racines. Ce phénomène est vrai pour l'orge et les tomates, et un peu moins évident dans le cas des carottes, du céleri et du persil. En revanche,

ces mêmes teneurs en xylènes de l'eau retardent de 6 à 30 jours la germination de certaines graines (incluant les fèves, l'avoine, la laitue et les radis). Les xylènes ont été utilisés à raison de 100 ppm dans l'eau (Miller, 1976) pour lutter contre les mauvaises herbes aquatiques et pour éliminer *Elodea canadensis* et *Potamogeton nodosus.*

Des teneurs relativement faibles en xylènes sont toxiques pour les insectes. Pour le charançon du grain *(Calandra granaria),* la teneur létale 50 de l'air en *o*-xylène est de 31 mg/l et en *p*-xylène elle est de 48 mg/l. Une dose de 0,002 ml par insecte est toxique pour la mouche domestique *(Musca domestica)* (Miller, 1976).

6.5 Études sur le milieu aquatique

Des truites arc-en-ciel ont été exposées à des xylènes afin d'éprouver leur comportement d'évitement. Aucun évitement n'a été observé pour des teneurs de 0,001 et 0,01 mg/l; toutefois, après une heure dans une eau contenant 0,1 mg de xylènes par litre, 79 p. 100 des poissons étaient encore dans cette eau (Folmar, 1976).

Weber et ses collaborateurs ont effectué une série d'expériences afin d'étudier le comportement d'évitement des saumons coho en présence d'hydrocarbures du pétrole, et de xylènes en tant que composants. Les saumons matures qui migrent en amont durant un essai de pointe n'ont pas évité les mélanges d'hydrocarbures de l'ordre de 3,2 mg/l. Des tests de laboratoire antérieurs avaient montré que la teneur d'évitement pour 50 p. 100 de la population à l'étude était de 1,9 mg/l pour les tacons de type coho et de 3,7 mg/l pour les saumons coho d'avant le stade tacon (Weber, 1981). Dans une autre étude, on a calculé que la teneur d'évitement la plus faible pour les nymphes d'éphéméroptères *(Ephemerella walkeri)* était de 10 mg/l (Verschueren, 1984).

Le mauvais goût (attribuable à une odeur désagréable) du poisson se manifeste dans le tissu musculaire à une teneur en xylènes de 0,02 ppm (Buikema, 1980).

Sloof (1979) a mis au point un système d'électrodes pour déceler la fréquence respiratoire et a fixé à 2 mg/l (en 24 heures) la teneur à laquelle les truites arc-en-ciel présentent un stress respiratoire.

6.6 Dégradation du polluant

DBO (poids/poids)	Demande totale en oxygène (%)	Jour(s)	Milieu	Source
			***m*-xylène**	
	3,66	8	Boues activées adaptées à l'aniline	Ryerman, 1966
			***o*-xylène**	
	2,5	8	Boues activées adaptées à l'aniline	Ryerman, 1966
0,64	1	5		Verschueren, 1984
			***p*-xylène**	
	35,8	8	Boues activées adaptées à l'aniline	Ryerman, 1966
0	1	5		Verschueren, 1984
			***m*-, *o*- et *p*-xylènes**	
	0	5	Eaux usées	Henkelekian, 1955

La présence de petites quantités de xylènes (0,1 p. 100) retarde considérablement la digestion des eaux usées (OHM-TADS, 1981). L'oxydation microbienne des *p*- et *m*- xylènes par *Pseudomonas putida* entraîne la formation de cis-dihydrodiols. On a également constaté une oxydation par *Pseudomonas* P_{xy} et par *Pseudomonas* P_{xy-4}. Le *m*-xylène est transformé en *m*-tolualdéhyde et le *p*-xylène, en *p*-tolualdéhyde. *Pseudomonas* P_{xy-52} transforme le *m*-xylène en méthyl-3 catéchol et en acide méthyl-3 salicylique. Une souche de *Nocardia* provoque l'oxydation du *p*-xylène en acide a-diméthylniconique (Buikema, 1980).

6.7 Teneurs dans l'atmosphère et sources d'émission

Dans les milieux urbains, on relève des teneurs en xylènes comprises entre 10 et 100 $\mu g/m^3$. À cause des gaz d'échappement des véhicules automobiles, ces teneurs peuvent atteindre 200 $\mu g/m^3$ aux heures de pointe. Au cours d'une étude, la teneur en *m*-xylène s'est établie en moyenne à 60 $\mu g/m^3$ et la teneur en *p*-xylène, à 30 $\mu g/m^3$ pendant les heures de pointe (Hasanen, 1981). Dans une étude, on a calculé que les 31 voitures à l'essai émettaient par km 220 mg de *m*-xylène et 95 mg de *o*-xylène. Le combustible utilisé contenait 6,3 p. 100 (poids/poids) de *m*-xylène et 2,3 p. 100 de *o*-xylène (Hasanen, 1981). Une étude réalisée à Los Angeles en 1974 a révélé que, du pourcentage des émissions totales par source, 9,1 et 3,4 p. 100 (respectivement de *m*- et *p*-xylènes et de *o*-xylène) provenaient des gaz d'échappement des voitures automobiles. Des émissions totales des déversements d'essence, 9,9 et 3,6 p. 100 (respectivement, *m*- et *p*-xylènes et *o*-xylène) étaient des xylènes. De même, sur les émissions totales de vapeurs d'essence, 2,2 p. 100 étaient des *m*- et *p*-xylènes et 0,4 p. 100, du *o*-xylène (NRC, 1981).

Les xylènes sont un constituant important de l'essence. Un échantillon analysé contenait 6,7 p. 100 de *p*- et *m*-xylènes et 2,86 p. 100 de *o*-xylène (NRC, 1981). Le tableau ci-dessous indique les teneurs en xylènes de certains pétroles bruts (Ullmann, 1983).

	Léger d'Arabie brut	Lybien brut
o-xylène	1,0	2,4
m-xylène	1,9	1,1
p-xylène	2,1	0,9

6.8 Devenir et effets à long terme

Il a été calculé qu'à une profondeur de 1 m la demi-vie des xylènes dans l'eau était de 5,6 heures (Verschueren, 1984; MacKay, 1973). Cette courte demi-vie est attribuable à l'évaporation; toutefois, la biodégradation des quantités qui restent est très lente. On a calculé que la demi-vie dans le sol était de 1 à 6 mois (Miller, 1976). D'après une étude, la bio-accumulation chez les anguilles marines donne des teneurs plusieurs fois (21,4 pour l'*o*-xylène et 23,6 pour le *m*-xylène) plus élevées que celles du milieu ambiant; toutefois, rien ne prouve qu'il y ait bio-amplification des xylènes. Il semble que les xylènes soient éliminés après l'exposition (Miller, 1976).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

Les effets des xylènes sur la santé ont été abondamment traités dans les publications récentes. Étant donné que les xylènes sont vendus sous forme de mélanges des isomères ortho, méta et para, la plupart des auteurs, sauf indication contraire, parlent des mélanges de xylènes (Doc. TLV, 1981). Les mélanges sont surtout composés de l'isomère méta, souvent mélangé à de l'éthylbenzène (Doc. TLV, 1981). Dans le cas d'une exposition de courte durée, les xylènes ont des effets toxiques surtout sur le système nerveux central. Des cas d'irritation des muqueuses ont été signalés, en particulier à cause de contacts directs avec les yeux.

Des mélanges de xylènes ont été choisis pour des tests de mutagénicité et de tératogénicité par l'Environmental Protection Agency des États-Unis en vertu du Toxic Substances Control Act (TSCA). À la suite d'une demande faite en commun par l'Occupational Safety and Health Administration, l'Environmental Protection Agency et le National Cancer Institute, des mélanges de xylènes ont été choisis pour des tests au National Cancer Institute en 1980 (USDHEW, 1980). Les chercheurs n'ont pas pu démontrer que les mélanges de xylènes étaient mutagènes ou tératogènes, bien qu'ils aient observé des anomalies du squelette chez les descendants de rates gravides exposées à ces produits. Aucune aberration chromosomique notable n'a été observée dans les cellules de la moelle osseuse de rats exposés à des teneurs en xylènes comprises entre 0,044 et 0,441 ml/kg de poids corporel.

Les travaux publiés sur la toxicité des xylènes ont fait l'objet d'un examen récent et les xylènes ont été classés dans le répertoire TSCA de l'Environmental Protection Agency.

Les données toxicologiques sont extraites de sources dignes de confiance. Il est à noter que certaines données valent pour des expositions de longue durée à de faibles teneurs, de sorte qu'elles ne s'appliquent pas nécessairement dans les cas de déversements.

7.1 Normes d'exposition recommandées

Les normes d'exposition recommandées pour les xylènes (mélanges des isomères ortho, méta et para) sont établies en fonction de leurs propriétés irritantes et de leurs effets sur le système nerveux central. Les directives des provinces, au Canada, sont généralement semblables à celles qui ont été élaborées par l'ACGIH aux États-Unis, sauf indication contraire.

Teneurs maximales admissibles

Norme	Origine	Teneur admissible	Source
	Moyenne pondérée en fonction du temps		
TLV®, 8 h (isomères ortho, méta et para)	USA-ACGIH	100 ppm (435 mg/m^3)	TLV, 1983
PEL, 8 h (mélange)	USA-OSHA	100 ppm (435 mg/m^3)	NIOSH/OSHA, 1981
PEL, 10 h/j, 40 h/sem. (mélange)	USA-NIOSH	100 ppm (435 mg/m^3)	NIOSH/OSHA, 1980
	Exposition de courte durée		
STEL (15 mn) (isomères ortho, méta et para)	USA-ACGIH	150 ppm (peau) 655 mg/m^3	TLV, 1983

Norme	Origine	Teneur admissible	Sources
Plafond (10 mn)	USA-NIOSH	200 ppm ($870\ mg/m^3$)	NIOSH/OSHA, 1981

Autres aspects de la toxicité pour l'homme

Notion	Origine	Teneur	Source
IDLH	USA-NIOSH	10 000 ppm	NIOSH Guide, 1978
Teneur tox. min.		200 ppm	RTECS, 1979
Teneur létale min.		10 000 ppm	RTECS, 1979

Indice de toxicité par inhalation. – L'indice de toxicité par inhalation (ITI) 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:
ITI = 1315,2 (pression de vapeur en mm de Hg/TLV®, en ppm)
À 30 °C, ITI = 1315,12 (9,75 mm de Hg/10 ppm)
À 30 °C, ITI = $1,3 \times 10^2$

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Aucune indication	Le liquide irrite la peau et provoque des cas d'érythème, de sécheresse et de dissolution des lipides de la peau; une exposition prolongée peut entraîner la formation de vésicules.	NIOSH/OSHA, 1981
Aucune indication	L'absorption percutanée est en général beaucoup trop lente pour causer une intoxication générale, bien qu'elle puisse se traduire par une dermatite diacritique.	TDB (on-line), 1981
Aucune indication	Il peut y avoir formation de cloques. Des lésions hémorragiques inflammatoires des muqueuses entraînent une pneumonie chimique aiguë.	TDB (on-line), 1981
• CHEZ LE LAPIN		
100 p. 100	Irritation d'intensité moyenne.	RTECS, 1979
50 mg (24 h)	Irritation d'intensité moyenne.	RTECS, 1979

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
460 ppm	Irritation des yeux chez la plupart des sujets.	Miller, 1976
200 ppm	Irritation des yeux.	RTECS, 1979

Exposition	Effets	Source
Aucune indication 100 ppm	Cas signalés de vacuolisation réversible de la cornée chez les travailleurs exposés. Début d'irritation des yeux chez un faible pourcentage des sujets.	NIOSH/OSHA, 1981
• CHEZ LE LAPIN		
87 mg/m^3	Irritation bénigne.	RTECS, 1979
5 mg/m^3 (24 h)	Irritation grave.	RTECS, 1979

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 Odeur. – Les xylènes dégagent une odeur douce de type benzénique (AAR, 1981).

Paramètre (odeur)	Milieu	Teneur	Source
Seuil de perception	Air	1,4 ppm	Miller, 1976
Seuil supérieur de perception		14 ppm	Miller, 1976
Seuil supérieur d'identification	Air	4,13 ppm	Kirk-Othmer, 1984
Seuil moyen d'identification	–	2,21 ppm	Kirk-Othmer, 1984
Seuil inférieur d'identification	–	0,26 ppm	Kirk-Othmer, 1984
Seuil d'identification	–	40 ppm	Patty, 1981
Seuil inférieur de perception	–	0,17 ppm (ortho)	Verschueren, 1984
	–	0,3 ppm (méta)	
	–	0,6 ppm (para)	

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation

Exposition	Effets	Source
	A.– Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
10 000 ppm (18,5 h)	Trois travailleurs furent exposés. L'un d'eux mourut des suites d'un oedème pulmonaire peu de temps après l'exposition. L'autopsie révéla qu'il avait subi des hémorragies pétéchiales au cerveau. Les deux autres guérirent en 2 jours mais ils souffrirent d'insuffisance hépatique temporaire; l'un deux présenta une insuffisance rénale temporaire.	Morley et coll., 1970, dans NIOSH, 1975
1 000 ppm (1 h)	Effets toxiques.	AAR, 1981
100 à 690 ppm (15 mn)	Six personnes âgées de 21 à 60 furent exposées à des xylènes présents à des teneurs diverses. À une teneur de 690 ppm, 4 personnes ont eu des étourdissements et souffert d'irritation des yeux; 2 personnes ont souffert d'irritation de la gorge et de larmoiement; 3 personnes ont signalé un goût inhabituel dans la bouche. Tous les effets ont disparu dans l'heure qui a suivi l'exposition. À une teneur de 460 ppm, 4 personnes ont dit souffrir d'une irritation des yeux; 1 personne s'est plainte d'une irritation de la gorge;	

Exposition	Effets	Source
	1 personne, de larmoiement et d'irritation des yeux. À 100 ppm, le seul symptôme rapporté par un sujet fut une irritation bénigne de la gorge.	
100 à 300 ppm (70 mn)	Quinze sujets (des hommes). Le premier test comportait au début une période de 30 mn d'exercice sur bicyclette; le second test ne comportait aucun exercice. Les xylènes n'ont pas provoqué de modification notable à la performance des sujets dans le second test. Dans le premier, l'exercice a provoqué une fixation accrue des xylènes. Une évaluation de l'aptitude numérique, de la mémoire à court terme et du temps de réaction électif a révélé des diminutions de rendement notables.	NRC, 1981
> 200 ppm	Anorexie, nausées, vomissements et douleur abdominale. Des expositions plus courtes eurent comme conséquence une irritation des yeux, des voies nasales et de la gorge.	NIOSH/OSHA, 1981
200 ppm (3 à 5 mn)	Irritation des voies nasales, des yeux et de la gorge.	AAR, 1981
100 à 200 ppm (3 à 7 h)	Aucune modification notable de la tension artérielle, du pouls, de la fréquence de stimulation lumineuse critique ou du temps de réaction.	NRC, 1981
0,05 à 0,07 ppm	Quatre sujets. À 0,07 ppm, les xylènes causent une modification notable de l'activité électrique du cerveau. À 0,05 ppm, aucun effet.	NRC, 1981
Aucune indication	Une teneur qui provoque des symptômes chez des personnes normales peut induire des convulsions chez des personnes qui souffrent d'épilepsie latente.	TDB (on-line), 1981
Aucune indication	Une exposition aux xylènes augmente la sensibilité à l'alcool.	TDB (on-line), 1981
0,30 mg/m^3 (para) (2,84 mmol/m^3) (4 h)	Quatre sujets. Mémoire et temps de réaction testés. Aucun effet rapporté.	Olson, 1983
• CHEZ LE CHIEN		
4 mg/l (4 h)	Un larmoiement accru s'est manifesté après 1 heure et s'est poursuivi tout au long des 3 autres heures d'exposition.	NRC, 1981
• CHEZ LE CHAT		
9 500 ppm (2 h) (41 mg/l)	Teneur létale 100; effets diacritiques sur le système nerveux central.	Patty, 1981
41 mg/l (2 h)	Quatre chats mâles sont morts. Les effets classiques sur le système nerveux ont été observés: apparition séquentielle de salivation, ataxie, spasmes toniques et cloniques, anesthésie.	NRC, 1981
• CHEZ LE RAT		
19 650 ppm (12 h)	Isomère para. Morts rapportées.	NRC, 1981
8 000 ppm (méta) (4 h)	Teneur létale minimale.	DPIMR, 1981
6 700 ppm (4 h)	Teneur létale 30.	Patty, 1981
6 350 ppm (4 h)	Teneur létale 50.	Patty, 1981
6 125 ppm (12 h)	Teneur létale minimale.	AAR, 1981
4 912 ppm (24 à 28 h)	Teneur létale minimale. Exposition au seul isomère para. Aucune mort.	NRC, 1981
2 000 à 3 000 ppm (24 h)	Morts.	NRC, 1981

Exposition	Effets	Source
2 970 ppm (4 h)	Signes d'irritation et d'accablement après 2 ou 3 heures.	NRC, 1981
1 340 ppm (2 h)	Mauvaise coordination.	NRC, 1981
• CHEZ LA SOURIS		
6 000 ppm	Teneur létale.	DPIMR, 1981
5 267 ppm (6 h) (méta)	Teneur létale 50.	NRC, 1981
4 600 ppm	Dose létale.	Patty, 1981
3 907 ppm (6 h)	Teneur létale 50.	NRC, 1981
2 010 ppm (24 h) (méta)	Teneur létale minimale.	DPIMR, 1981
	B.– Exposition de longue durée	
• CHEZ L'HOMME		
350 ppm (2 mois)	Un travailleur exposé à des vapeurs de peinture contenant 75 p. 100 de xylènes a souffert de crises d'étourdissement et d'incoordination, de nausées violentes, et de fortes pertes d'appétit.	NRC, 1981
100 à 200 ppm (6 h/j; 3 j/sem.)	Les expositions étaient de deux types: dans le premier cas, les teneurs étaient maintenues à un niveau constant de 100 ou de 200 ppm; dans le second cas, une teneur moyenne pondérée en fonction du temps de 100 ou 200 ppm était maintenue, les teneurs réelles variant systématiquement pour atteindre des pointes de 400 ppm. À 100 ppm, pendant la première semaine, un léger affaiblissement du sens statique et une augmentation notable du temps de réaction ont été observés. Ces effets étaient instables et se sont manifestés de nouveau au cours de la deuxième semaine. Aucun changement notable n'a été observé dans la mesure de l'habileté manuelle, des réflexes de fusion ou de l'équilibre du muscle extra-oculaire. Un peu d'exercice semble contrecarrer les effets des xylènes. Des teneurs du sang en xylènes de 30 μM/l coïncident avec des troubles de l'équilibre; cette teneur est observée chez des sujets ayant été exposés à des vapeurs dont la teneur en xylènes est de 200 ppm ou moins.	
150 ppm (5 j)	Six sujets. Aucun effet grave ni effet à long terme n'ont été observés.	Hake, 1981
Aucune indication	Les signes et les symptômes d'une exposition de longue durée ressemblent à ceux d'une exposition de courte durée. L'inhalation de vapeurs peut provoquer une excitation du système nerveux central, puis une dépression caractérisée par une paresthésie, des tremblements, de l'appréhension, des troubles de mémoire, une faiblesse, une irritation nerveuse, des vertiges, des maux de tête, de l'anorexie, des nausées et des flatulences. Elle peut entraîner de l'anémie et une hémorragie des muqueuses. Du point de vue clinique, aucune aplasie de la moelle osseuse mais une possibilité d'hyperplasie, d'hypertrophie moyenne du foie, de nécrose et de néphrose.	Patty, 1981

Exposition	Effets	Source
Aucune indication	Chez les employés d'une imprimerie dans laquelle des xylènes sont présents comme composants de plusieurs produits, les radiographies ont révélé des anomalies en ce qui concerne la forme et la taille du coeur dans 50 p. 100 des cas.	TDB (on-line), 1981

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Aucune indication	Sensation de brûlure dans la bouche et l'estomac, nausées, vomissements, salivation. Douleur sous-sternale, toux et enrouement, maux de tête, étourdissements, vertiges, ataxie, bourdonnement des oreilles, confusion, stupeur et coma.	TDB (on-line), 1981
«Petite quantité» de diluant de peinture (90 % de xylènes et de toluène)	La journée qui suivit l'ingestion, du dextrose et de l'urobilinogène furent décelés dans l'urine. Il y eut hépatite toxique mais récupération complète dans les 20 jours qui suivirent.	Ghislandi et Fabjani, 1957, dans NIOSH, 1975.
• CHEZ LE RAT		
5 000 mg/kg (o-, m- ou p)	Dose létale 50.	Miller, 1976; DPIMR, 1981
4,3 g/kg (mélange)	Dose létale 50.	Patty, 1981; Miller, 1976
2,5 ml/kg (ortho)	Dose létale pour 7 des 10 sujets.	Patty, 1981
(méta)	Dose létale pour 3 des 10 sujets.	
(para)	Dose létale pour 6 des 10 sujets.	

7.4.3 Administration par voie intrapéritonéale

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE RAT		
2 000 mg/kg (mélange, méta ou para)	Dose létale 50.	Miller, 1976
1 500 mg/kg (ortho)	Dose létale 50.	Miller, 1976

7.4.4 Administration par voie sous-cutanée

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE RAT		
2 000 mg/kg (ortho)	Dose létale 50.	Miller, 1976
5 000 mg/kg (méta, para)	Dose létale 50.	Miller, 1976

7.4.5 Mutagénicité, tératogénicité et carcinogénicité

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Aucune indication	Une étude portant sur une cohorte composée de 15 sujets atteints de leucémie lymphocytaire et	Arp, 1983

Exposition	Effets	Source
	de 30 témoins travaillant en usine a permis de constater que les personnes subissant le contact de solvants étaient 4,5 fois plus susceptibles de souffrir de leucémie lymphocytaire que les autres.	
• CHEZ LE RAT		
0,441, 0,147 ou 0,004 ml/kg	Aucune augmentation notable d'aberrations chromosoniques dans les cellules de la moelle osseuse.	NRC, 1981
1 000 mg/m^3 (24 h/j, du 1er au 21e jour de gestation)	Tératogénicité non démontrée; toutefois, une augmentation des anomalies du squelette, comme des côtes supplémentaires et des sternèbres fusionnées, a été observée.	NRC, 1981
0,044 à 0,441 ml/kg	Aucun effet génétique sur le chromosone cellulaire de la moelle osseuse.	API, 1978
100 à 400 ppm (6 h/j, du 6e au 15e jour de gestation)	Aucune preuve de variation du sexe foetal, de toxicité embryonnaire, d'inhibition de la croissance foetale ou de pouvoir tératogène.	API MED, 1978
• CHEZ LE POULET		
Aucune indication	Anomalies dans le développement des embryons.	TDB (on-line), 1981
• CHEZ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ET *SALMONELLA TYPHIMURIUM*		
Aucune indication	Aucun effet mutagène à la suite d'une série de tests à court terme. Conversion mitotique du gène chez la levure *Saccharomyces cerevisiae* et tests de mutation des gènes chez *Salmonella typhimurium.*	NRC, 1981
Aucune indication	Des tests *in vitro* n'ont indiqué aucun effet génétique, qu'ils aient été réalisés avec ou sans activateur à base de foie de rat.	API, 1978

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

La mention des symptômes, troubles, maladies, etc., d'ordre général, qui sont signalés dans la plupart des sources, ne comporte pas de référence. La source n'est indiquée que dans le cas des symptômes à caractère inhabituel ou très spécifique.

7.5.1 **Inhalation** (symptômes et conséquences)

1. Irritation des voies nasales et de la gorge
2. Nervosité
3. Salivation (Patty, 1981)
4. Faiblesse
5. Rougeur de la face (Patty, 1981)
6. Étourdissement
7. Somnolence
8. Nausées
9. Vomissements
10. Douleur abdominale

11. Paresthésie
12. Tremblements
13. Vision brouillée
14. Démarche titubante
15. Anorexie (NIOSH/OSHA, 1981)
16. Trouble de la mémoire
17. Dépression du système nerveux central (Patty, 1981)
18. Insuffisance hépatique
19. Oedème pulmonaire (GE, 1980)
20. Narcose (GE, 1980)
21. Stress cardiaque (Patty, 1981)
22. Coma
23. Mort (NIOSH/OSHA, 1981)

7.5.2 **Ingestion** (symptômes et conséquences)

1. Sensation de brûlure dans la bouche et l'estomac (TDB (on-line), 1981)
2. Nausées
3. Maux de tête
4. Crampes
5. Vomissements
6. Insuffisance gastrointestinale (TDB (on-line), 1981)
7. Lésion rénale (AAR, 1981)
8. Lésion hépatique (AAR, 1981)
9. Coma
10. Mort (AAR, 1981)

7.5.3 **Contact avec la peau** (symptômes)

1. Irritation
2. Sécheresse
3. Dissolution des lipides de la peau (AAR, 1981)
4. Érythème (NIOSH/OSHA, 1981)
5. Dermatite (AAR, 1981)
6. Formation de vésicules lorsqu'il y a exposition prolongée (NIOSH/OSHA, 1981)

7.5.4 **Contact avec les yeux** (symptômes)

1. Irritation
2. Irritation de la conjonctive (Lefèvre, 1980)
3. Vacuolisation réversible de la cornée (NIOSH/OSHA, 1981)

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre les *o*-, *m*-, *p*-xylènes 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 toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
En général														
Feu		●	●										Liquide inflammable; les vapeurs forment des mélanges explosifs avec l'air.	Sax, 1979; NFPA, 1978
Chaleur		●	●										Liquide inflammable; les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs lorsqu'elles sont chauffées dans l'air.	Sax, 1979; NFPA, 1978
Produit chimique														
Dichlorohydrantoïne			●							●			Lorsqu'il y a mélange.	Bretherick, 1979

8.2 Compatibilité entre le *p*-xylène et certains produits chimiques

Produit chimique ou groupe de produits chimiques	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
Produits chimiques														
Acide acétique			●										L'oxydation du *p*-xylène par l'acide acétique peut provoquer une explosion.	Bretherick, 1979
Acide nitrique			●								●		Violente explosion dans un récipient fermé.	Bretherick, 1979
Groupe de produits chimiques														
Oxydants		●												Dow MSDS, 1979

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 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. – Les xylènes constituent un liquide inflammable qui émet des vapeurs inflammables à des températures normales ou proches de celles-ci. Les vapeurs forment avec l'air des mélanges explosifs et peuvent se propager le long des surfaces jusqu'à des sources d'allumage, puis donner lieu à un retour de flammes (ANPI, 1978). La chaleur du feu peut faire exploser les récipients (ERG, 1980).

9.1.2 Moyens d'extinction. – L'eau n'est pas toujours efficace à cause de la dispersion des xylènes (DPIMR, 1981). Refroidir les récipients menacés par les flammes en vaporisant de l'eau pour prévenir la rupture des parois (GE, 1980; ANPI, 1978).

Petit feu: poudre sèche, neige carbonique, mousse, eau pulvérisée.
Grand feu: eau pulvérisée ou mousse.

Éloigner les récipients du lieu de l'incendie si cela peut être fait sans danger. Se tenir à l'écart des extrémités des réservoirs. En cas d'incendie grave, utiliser des lances sur affût télécommandées ou des lances-tourelles (ERG, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.3.1 Information générale. – Arrêter ou réduire l'écoulement si cela ne présente aucun danger. Éliminer toute source d'allumage. Éviter tout contact avec la peau et éviter d'inhaler (GE, 1980). La mousse de fluorocarbure et d'eau peut aussi servir à réduire les vapeurs et le danger d'incendie (EPA, 670/2-75-042).

Pour éliminer les vapeurs ou confiner les nappes de xylènes, on peut utiliser les matières absorbantes suivantes: cellosize et hycar (ICI, 1982). Les matières recommandées pour obturer les fuites de *o*-xylènes sont le polyester (sacs pour ordures ménagères) et le polyester d'imide (EPA, 600/2-76-300), ainsi que la pâte de résine époxyde à l'épreuve de l'eau de mer (EPA, 68-01-0106).

9.1.3.2 Déversement sur le sol. – Dans la mesure du possible, confiner les nappes par formation de barrages mécaniques ou chimiques pour empêcher leur étalement et récupérer la plus grande partie de liquide possible. Éponger le résidu avec du sable ou de la vermiculite, puis ramasser à la pelle ces matières imbibées et les déposer dans des récipients métalliques munis d'un couvercle avant de procéder à leur élimination (GE, 1980; EPA, 670/2-75-042). Parmi les autres matières sorbantes, mentionnons la mousse de polyuréthane et la plupart des sorbants utilisés dans les cas de déversement de pétrole (CG-D-38-76).

9.1.3.3 **Déversement dans l'eau.** – Dans la mesure du possible, confiner la nappe au moyen de barrages flottants ou d'obstacles naturels, pour éviter qu'elle ne s'étale. Enlever le liquide piégé à l'aide de boyaux d'aspiration ou d'appareils d'écrémage (EPA, 670/ 2-75-042).

9.1.4 **Nettoyage et traitement**

9.1.4.1 **Déversement sur le sol.** – Une fois que la nappe a été confinée en un lieu, elle peut être enlevée avec des appareils d'aspiration et (ou) des matières sorbantes (OHM-TADS, 1981).

9.1.4.2 **Déversement dans l'eau.** – Une fois que la nappe a été confinée au moyen des barrages flottants, un équipement d'écrémage et (ou) des matières sorbantes peuvent être utilisés pour retirer les xylènes (OHM-TADS, 1981). Si le liquide s'est solubilisé dans l'eau, du charbon actif peut être épandu à raison de 10 p. 100 de la quantité de xylènes déversée sur la zone où la teneur en xylènes atteint au moins 10 mg/l. Utiliser des dispositifs de dragage ou de levage pour enlever le charbon actif ou les nappes de polluant (EPA, 670/2-75-042).

9.1.4.3 **Information générale.** – Pour épurer l'eau polluée, il est recommandé de séparer par gravité les matières solides, puis d'écumer la surface pour enlever le liquide déversé. Si l'écumage ne suffit pas, il est proposé d'utiliser la filtration sur deux milieux, suivie de l'adsorption sur charbon. La proportion recommandée de charbon est de 1,0 kg pour 3,5 kg de matière soluble. L'eau de rinçage des appareils de filtration et d'adsorption est retournée dans le séparateur par gravité (EPA, 600/2-77-227).

Les techniques d'épuration suivantes peuvent être utilisées.

Technique	% d'élimination	Procédé	% maximal d'élimination (EPA-600/8-80-042E)
Biologique	92 à 95	Extraction par solvant	> 97
		Adsorption sur charbon	68 à 99

9.1.5 **Élimination du polluant.** – Le polluant recueilli ne doit jamais être évacué directement dans les égouts ou les eaux superficielles; il doit être brûlé dans un incinérateur approuvé ou il doit être éliminé par une entreprise autorisée à éliminer les solvants (GE, 1980).

9.1.6 **Données relatives à la filtration sur charbon.** – Le *p*-xylène peut être extrait de l'eau au moyen d'un lit de filtration au charbon en poudre en une seule étape ou par adsorption sur une colonne de charbon granulaire; les données relatives à ces deux techniques ont été obtenues en utilisant la formule d'adsorption de Freundlich (EPA, 600/8-80-023). La dérivation de la formule est expliquée dans le guide d'introduction de la collection «Enviroguide».

Filtration sur charbon en poudre, en une seule étape

Teneur initiale (mg/l)	Dose de charbon (mg/l)	Teneur finale (mg/l)
1,0	15	0,1
1,0	24	0,01
0,1	2,2	0,001

Adsorption sur colonne de charbon en grains (estimation)

Teneur initiale (mg/l)	Dose de charbon nécessaire (mg/l)
1,0	12
0,1	1,9
0,01	0,3

9.1.7 Appareils et vêtements de protection. – Avant d'entrer dans une zone où ni la matière déversée ni ses propriétés ne sont connues, il est essentiel de se munir d'un appareil respiratoire autonome et de revêtir un scaphandre résistant aux produits chimiques. Si la matière déversée est un xylène:

- L'équipe d'intervention doit porter des vêtements imperméables, des gants, des visières (minimum de 20 cm) et tout autre vêtement de protection nécessaire pour prévenir un contact prolongé ou répété de la peau avec un xylène liquide ou solide (NIOSH/OSHA, 1981);
- Il est recommandé de porter des lunettes anti-éclaboussures, s'il y a risque d'éclaboussures à la hauteur des yeux (NIOSH/OSHA, 1981);
- L'alcool polyvinylique assure un temps de protection de plus de 1 heure; les nitriles, le polyuréthane et le viton assurent un temps de protection d'environ 1 heure; le caoutchouc butylique, le caoutchouc naturel, le néoprène et le PVC n'assurent pas un temps de protection de 1 heure;
- Un vêtement non imperméable souillé par un xylène doit être enlevé immédiatement et ne peut être porté à nouveau jusqu'à ce que le polluant en est été retiré (NIOSH/OSHA, 1981);
- Le port de gants et d'un tablier en caoutchouc Buna-N est recommandé (GE, 1980);
- Des douches de sécurité et des douches oculaires automatiques doivent être faciles d'accès, à proximité des lieux de l'accident (GE, 1980).

Le lecteur trouvera dans le tableau qui suit une liste des éléments minimaux de protection des voies respiratoires que requiert une intervention sur les lieux d'un déversement de xylènes (NIOSH/OSHA, 1981).

Protection respiratoire minimale pour une teneur supérieure à 100 ppm

Situation	Équipement*
1 000 ppm ou moins	Masque couvre-visage muni de cartouches anti-vapeurs organiques.
5 000 ppm ou moins	Masque à gaz à cartouche anti-vapeurs fixée à la hauteur du menton, attachée sur la poitrine ou dans le dos. Tout appareil à adduction d'air muni d'un masque couvre-visage, d'un casque ou d'une cagoule. Tout appareil respiratoire autonome muni d'un masque couvre-visage.
10 000 ppm ou moins	Ensemble comprenant un appareil respiratoire à adduction d'air de type C avec masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique ou avec un masque couvre-visage, un casque ou une cagoule pulmo-commandé/à débit constant.
Teneur inconnue ou supérieure à 10 000 ppm	Appareil respiratoire autonome muni d'un masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.

Situation	Équipement*
	Ensemble comprenant un appareil respiratoire à adduction d'air de type C avec masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique ou encore pulmo-commandé/à débit constant et un appareil respiratoire autonome auxiliaire pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.
Lutte contre l'incendie	Appareil respiratoire autonome avec masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.
Évacuation des lieux	Tout masque à gaz étanche aux vapeurs organiques. Tout appareil respiratoire autonome permettant d'évacuer les lieux.

* Seuls les appareils homologués par le NIOSH ou la OSHA doivent être utilisés.

9.1.8 **Précautions pour l'entreposage.** -- Le produit doit être entreposé dans des récipients fermés, dans un lieu propre, frais et bien aéré, loin des sources de chaleur, d'allumage et des agents oxydants énergiques. Les récipients doivent être protégés contre les chocs ou les manoeuvres susceptibles de les endommager. Lorsqu'il faut transvaser le liquide, on utilise des récipients de métal frettés et mis à la masse. On se sert de bidons de sécurité pour les petites quantités de xylènes. Des appareils antidéflagrants s'imposent si l'on est près de solvants. Il est interdit de fumer dans les zones d'entreposage ou d'utilisation (GE, 1980).

9.2 Équipements, produits et techniques spécialisés d'intervention

La liste qui suit est extraite d'une étude antérieure (Dillon, 1982) et n'est pas exhaustive. On trouvera dans l'étude citée de plus amples détails sur les caractéristiques, l'efficacité et la disponibilité de ces équipements et techniques.

Enlèvement des matières flottantes: Gélifiant au carbamate d'amine et dispositif d'application
Balai à l'huile

Entreposage temporaire: Sacs collecteurs portatifs

Enlèvement dans l'eau: Remorqueur d'écumage physico-chimique de l'EPA

Agent de nettoyage: Hazorb (sorbant)

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. Le cas rapporté ici a été choisi en fonction de certains critères; il ne faut 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 Déraillement de wagons-citernes (PC EES, 1982; HMIR, 1981)

Un déraillement est survenu dans une zone rurale. L'un des wagons-citernes a été perforé et a déversé son contenu, soit environ 98 500 l de xylènes. Des équipes d'intervention ont immédiatement construit deux digues en terre pour retenir le liquide déversé dans un fossé de drainage adjacent à la voie ferrée. Une grande partie de la nappe de xylènes ainsi confinée s'est évaporée avant l'arrivée, deux jours plus tard, des équipes de nettoyage. Le résidu a été pompé hors du fossé et évacué. Les équipes de nettoyage portaient des vêtements protecteurs et des appareils respiratoires afin de prévenir le contact du produit avec la peau et l'inhalation de vapeurs. En même temps que les xylènes, environ de 20 à 30 m^3 de sol pollué ont été enlevés du lieu du déversement. Comme l'on s'inquiétait de la possibilité d'une pollution des eaux souterraines, des échantillons d'eau ont été prélevés dans des puits avoisinants. Les résultats des analyses n'ont indiqué aucune teneur décelable.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour 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'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de 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 (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis (EPA), 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. – On peut doser un xylène par chromatographie en phase gazeuse (CPG), lorsqu'il est présent dans l'air à des teneurs comprises entre 210 et 870 mg/m^3 (50 à 200 ppm), à l'aide d'un détecteur à flamme ionisante (NIOSH, 1977). Un volume connu d'air est aspiré dans un tube au charbon de 7 cm x 6 mm de diamètre externe composé de deux parties de 20 et de 40 mesh contenant du charbon actif et séparées par une section de 2 mm de mousse d'uréthane. La première partie est garnie de 100 mg et la deuxième, de 50 mg. Un bouchon de laine de verre silylée est placé devant la partie antérieure. Un échantillon d'air de 12 l est recommandé pour un débit de 200 ml/mn.

Le tube à échantillon au charbon est rayé avant la première partie et cassé. La plus grande quantité de charbon est transférée dans un récipient à bouchon de 2 ml contenant 1,0 ml de disulfure de carbone. On effectue la même opération avec la partie postérieure. On laisse les échantillons désorber pendant 30 minutes. Une partie aliquote de 5 μl de l'échantillon est injectée dans un chromatographe à gaz muni d'un détecteur à flamme ionisante. Voici les conditions caractéristiques de fonctionnement d'un chromatographe à gaz: débit du gaz vecteur azote, 50 ml/mn; débit d'hydrogène, 65 ml/mn; débit d'air, 500 ml/mn; température de l'injecteur, 215 ^{o}C; température de la colonne, 180 ^{o}C; température du détecteur, 275 ^{o}C. Il s'agit d'une colonne en acier inoxydable de 3 pieds de long, de 1/8 po de diamètre externe, garnie de Poropak Q. Le dosage du xylène est effectué à l'aide d'un intégrateur électronique pour mesurer l'aire sous le pic conjointement à la courbe d'étalonnage.

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

L'échantillon est prélevé selon la technique décrite en 11.1.1, et désorbé. Une bonne partie de l'échantillon est traité au permanganate de potassium chaud. La formation d'un précipité

indique la présence de xylène. Il ne s'agit pas d'un test propre au xylène. S'il faut une identification plus précise, on isole le dérivé acide du xylène et on mesure son point de fusion (348 °C) (Morrison, 1976).

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

11.3.1 Spectroscopie infrarouge. – On peut mesurer des teneurs en xylène de l'eau comprises entre 40 et 400 ppm (40 à 400 μg/ml) en utilisant la technique de la spectrophotométrie infrarouge (AWWA, 1981). Un échantillon représentatif d'au moins 1 l est prélevé dans un récipient adéquat. L'échantillon est acidifié à pH 2 avec environ 5 ml d'acide chlorhydrique. L'échantillon est transféré dans une ampoule à décantation, le récipient est rincé avec 30 ml de fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane) et l'eau de rinçage est versée dans l'ampoule à décantation. La couche de solvant est filtrée et recueillie dans une fiole jaugée de 100 ml. On effectue deux autres extractions de 30 ml et les produits d'extraction sont combinés au premier extrant dans la fiole jaugée de 100 ml. On ajoute du solvant pour porter le volume à 100 ml. On utilise des cuves en silice de 1 cm compatibles pour le proche infrarouge et un spectrophotomètre enregistreur infrarouge (IR) à double faisceau; l'échantillon est balayé de 3200 cm^{-1} à 2700 cm^{-1} et du fréon, placé dans le faisceau de référence. On utilise une courbe d'étalonnage pour déterminer la teneur en xylène de l'échantillon.

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

L'échantillon est prélevé selon la technique décrite à la section 11.3.1, sans être acidifié. Une bonne partie de l'échantillon est traitée au permanganate de potassium chaud. La formation d'un précipité indique la présence de xylène. Il ne s'agit pas d'un test propre au xylène. S'il faut une identification plus précise, on isole le dérivé acide du xylène et on mesure son point de fusion (348 °C) (Morrison, 1976).

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

11.5.1 Gravimétrie. – On utilise la gravimétrie pour détecter des teneurs en xylène du sol supérieures à 40 ppm (AWWA, 1981). On introduit 20 g de sol, pesé avec précision, dans un flacon de verre puis on le sèche en ajoutant du sulfate de magnésium. On utilise le fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane) pour extraire le xylène, qu'on retire du flacon d'extraction par distillation sur bain-marie. Il faut maintenir la température à 70 °C pour éviter les pertes d'échantillon. On fait passer de l'air par aspiration dans le flacon pendant la dernière minute. Ce dernier est ensuite refroidi et pesé. Cette technique est simple et économique.

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

On extrait un échantillon de sol au moyen de fréon 113, puis on réduit le volume de fréon par évaporation. Une partie de l'échantillon est traitée au permanganate de potassium chaud. La formation d'un précipité indique la présence de xylène. Il ne s'agit pas d'un test propre au xylène. Pour une identification plus précise, on isole le dérivé acide du xylène et on détermine son point de fusion (348 °C) (Morrison, 1976).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE*

12.1 Références

AAR 1981: BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

Arp 1983: Arp, E.W., Wolf, P.H., Checkoway, H., "Lymphocytic Leukemia and Exposures to Benzene and Other Solvents in the Rubber Industry", J. Occup. Med., Vol. 25, No. 8, pp. 598-602. (1983).

API 1978: American Petroleum Institute, Mutagenicity Evaluation of Xylene, Medical Institute Publication, Washington, DC, 150 pp. (1978).

API MED 1978: American Petroleum Institute, Teratology Study in Rats. Xylene, Medical Research Publication, Washington, DC, 38 pp. (1978).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, pp. 461-463. (1981).

Blokker 1971: Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Brenniman 1976: Brenniman, G., Hartung, R., Weber, W.J., "A Continuous Flow Bioassay Method to Evaluate the Effects of Outboard Motor Exhausts and Selected Aromatic Toxicants on Fish", Water Res., Vol. 10, pp. 165-169. (1976).

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

Bridié 1979: Bridié, A.L., Wolff, C.J.M., Winter, M., "The Acute Toxicity of Some Petrochemicals to Goldfish", Water Res., Vol. 13, pp. 623-626. (1979).

Buikema 1980: Buikema, A.L., Hendricks, A.C., Benzene, Xylene, and Toluene in Aquatic Systems: A Review, Virginia Polytechnic, Blacksburg, VA, for American Petroleum Institute, Washington, DC. (1980).

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

CCD 1977: Hawley, G.G., The Condensed Chemical Dictionary, Ninth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1977).

CCPA 1983: Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

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

*Listes reproduites de l'édition anglaise.

CG-D-38-76: Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

Chem. Eng. 1975: Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties" Chemical Engineering, Vol. 82, No. 15, pp. 113-122. (21 July 1975).

Chiou and Schmedding 1982: Chiou, C.T., Schmedding, D.W., "Partitioning of Organic Compounds in Octanol-Water Systems", Environ. Sci. Technol., Vol. 16, No. 1, pp. 4-10. (1982).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

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

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

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

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).

Dow MSDS 1979: Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (7 November 1979).

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

Dowden 1965: Dowden, B.F., Bennett, H.J., "Toxicity of Selected Chemicals to Certain Animals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 37, No. 9, pp. 1308-1316. (1965).

DPIMR 1981: Dangerous Properties of Industrial Materials Report, "m-Xylene". (September/October, 1981).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

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

Drager 1979: Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, Fourth Edition, Lubeck, Germany, p. 138. (1979).

Eisenberg 1975: Eisenberg, N.A., Lynch, C.J., Kumar, R.M., A Critical Technical Review of Six Hazard Assessment Models, Enviro Control Incorporated, Rockville, MD. (December, 1975).

EPA 600/2-76-300: Vrolyk, J.J., et al., Prototype System for Plugging Leaks in Ruptured Containers, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-76-300. (December, 1976).

EPA 600/2-77-227: Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

EPA 600/8-80-023: Dobbs, R.A., Cohen, J.M., Carbon Adsorption Isotherms for Toxic Organics, U.S. Environmental Protection Agency, Waste Water Research Division, Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati, OH, EPA 600/8-80-023. (April, 1978).

EPA 600/8-80-042E: Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC, EPA 600/8-80-042E. (July, 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).

EPA 68-01-0106: Mitchell, R.C., et al., Feasibility of Plastic Foam Plugs for Sealing Leaking Chemical Containers, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 68-01-0106. (May, 1973).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

Fingas 1979: Fingas, M.F., Duval, W.S., Stevenson, G.B., The Basics of Oil Spill Cleanup, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1979).

Fingas 1980: Fingas, M.F., Sydor, M., Development of an Oil Spill Model for the St. Lawrence River, Technical Bulletin No. 116, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1980).

FKC 1975: Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

Folmar 1976: Folmar, L.C., "Overt Avoidance Reaction of Rainbow Trout Fry to Nine Herbicides", Bull. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 15, No. 5, pp. 509-514. (1976).

Freeze and Cherry 1979: Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

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

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

Hake 1981: Hake, C.L., Stewart, R.D., Wu, A., et al., p-Xylene: Development of a Biologic Standard for the Industrial Worker by Breath Analysis, Medical College of Wisconconsin, for National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH, PB 82-152844. (1981).

Hancock 1982: Hancock, E.G. (ed.), Toluene, the Xylenes and their Industrial Derivatives, Elsevier Scientitic Publishing Co., New York, NY. (1982).

Hasanen 1981: Hasanen, E., Karlsson, V., Leppamkke, E., Juhala, M., "Benzene, Toluene and Xylene Concentrations in Car Exhasuts and in City Air", Atmos. Environ., Vol. 15, No. 9, pp. 1755-1757. (1981).

Henkelekian 1955: Henkelekian, H., Rand, M.C., "Biochemical Oxygen Demand of Pure Organic Compounds", Sewage Ind. Wastes, Vol. 27, No. 9. (September, 1955).

HIS 1969: Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

HMIR 1981: World Information Systems, "Spillwatch Missouri", Hazardous Material Intelligence Report. (27 February 1981).

ICI 1982: Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

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

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).

Kauss 1975: Kauss, P.B., Hutchinson, T.C., "The Effects of Water-Soluble Petroleum Components on the Growth of *Chorella Vulgaris* Beijerinck", Environ. Pollut., Vol. 9, pp. 157-172. (1975).

Kirk-Othmer 1984: Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 24, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1984).

Kulkarni 1983: Kulkarni, B.G., Masurekar, V.B., "Acute Toxicities of Petroleum Hydrocarbons to Crab, *Scylla Serrata* (Forskal)", GeoBios., Vol. 10, No. 2, pp. 63-65. (1983).

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

Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

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

MacKay 1973: MacKay, D., Walkoff, A.W., "Rate of Evaporation of Low-Solubility Contaminants from Water Bodies to Atmosphere", Environ. Sci. Technol., Vol. 7, No. 7. (July, 1973).

Miller 1976: Miller, T.A., Rosenblatt, D.H., Dcacre, J.C., et al., Problem Definition on Potential Environmental Pollutants IV. Physical, Chemical, Toxicological and Biological Properties of Benzene, Toluene, Xylenes; and p-Chlorophenyl Methyl Sulfide, Sulfoxide and Sulfone, U.S. Army Medical Bioengineering Research and Development Laboratory, Fredrick, MD, ADA04035. (1976).

Morrison 1976: Morrison, R.T., Boyd, R.N., Organic Chemistry, Third Edition, Allyn and Bacon, Inc., Toronto, Ontario, pp. 384-385. (1976).

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

NIOSH 1975: National Institute for Occupational Safety and Health, Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Xylene, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, OH, Publication No. 75-168. (1975).

NIOSH 1977: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

NIOSH/OSHA 1981: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

NRC 1981: United States National Research Council, The Alkyl Benzenes, Committee on Alkyl Benzene Derivatives, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Assembly of Life Sciences, National Academy Press, Washington, DC. (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).

Olson 1983: Olson, A.B., Gamberale, F., Iregren, A., "Co-exposure to Toluene and p-Xylene in Man", Vetenskaplig Skriftserie, Vol. 13. (1983).

Ontario E.P. Act 1971: Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Patty 1981: Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

PC 1981: Personal Communication, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

PC EES 1982: Personal Communication, Environmental Emergency Services, St. Louis, MO. (14 June 1982).

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

Petrofina MSDS 1978: Petrofina Canada, Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (May, 1978).

Pickering 1966: Pickering, O.H., Henderson, C., "Acute Toxicity of Some Important Petrochemicals to Fish", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 38, No. 9, pp. 1419-1429. (1966).

PPH 1984: Gallant, R.W., Railey, J.M., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 11, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1984).

Raj 1974: Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

Rosenstock 1977: Rosenstock, H.M., Draxl, K., Steiner, B., Herron, J.T., Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC. (1977).

Rouse 1961: Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

RTDCR 1974: Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, 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, D.W., Prabhakhara Rho, A.V.S., Buzzell, J.C. Jr., Behavior of Organic Chemicals in the Aquatic Environment, Manufacturing Chemists Association, Washington, DC. (Summer, 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).

Sloof 1979: Sloof, W., "Detection Limits of a Biological Monitoring System Based on Fish Respiration", Bull. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 23 pp. 517-523. (1979).

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).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

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

Texaco MSDS: Texaco Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Don Mills, Ontario. Not dated.

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 for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA. (1980).

Ullmann 1983: Ullmanns Encyklopaedie der technishen Chemie, Vol. 24, Verlag, Chemie, Weinheim. (1983).

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).

Water Management Goals 1978: Ontario Ministry of the Environment, Water Management Goals, Policies, Objectives and Implementation Procedures for the Ministry of the Environment, Toronto, Ontario. (November, 1978).

Weber 1981: Weber, D.D., Maynard, D.J., Gronlund, W.D., Konchin, V., "Avoidance Reactions of Migrating Adult Salmon to Petroleum Hydrocarbons", Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 38, pp. 779-781. (1981).

Wilber 1969: Wilber, G.C., The Biological Effects of Water Pollution, Charles C. Thomas, Springfield, IL. (1969).

WQC 1963: McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

WQCDB-1 1970: Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 1. (1970).

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 Petroleum Institute, Mutagenicity Evaluation of Xylene, Medical Institute Publication, Washington, DC, 150 pp. (1978).

American Petroleum Institute, Teratology Study in Rats. Xylene, Medical Research Publication, Washington, DC, 38 pp. (1978).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, pp. 461-463. (1981).

Arp, E.W., Wolf, P.H., Checkoway, H., "Lymphocytic Leukemia and Exposures to Benzene and Other Solvents in the Rubber Industry", J. Occup. Med., Vol. 25, No. 8, pp. 598-602. (1983).

Bauer, W.H., Borton, D.N., et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76. (August, 1975).

BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, Prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA. (May, 1981).

Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Brenniman, G., Hartung, R., Weber, W.J., "A Continuous Flow Bioassay Method to Evaluate the Effects of Outboard Motor Exhausts and Selected Aromatic Toxicants on Fish", Water Res., Vol. 10, pp. 165-169. (1976).

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

Bridié, A.L., Wolff, C.J.M., Winter, M., "The Acute Toxicity of Some Petrochemicals to Goldfish", Water Res., Vol. 13, pp. 623-626. (1979).

Buikema, A.L., Hendricks, A.C., Benzene, Xylene and Toluene in Aquatic Systems: A Review, Virginia Polytechnic, Blacksburg, VA, for American Petroleum Institute, Washington, DC. (1980).

Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

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

Chiou, C.T., Schmedding, D.W., "Partitioning of Organic Compounds in Octanol-Water Systems", Environ. Sci. Technol., Vol. 16, No. 1, pp. 4-10. (1982).

Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

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

Dangerous Properties of Industrial Materials Report, "m-Xylene". (September/October, 1981).

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).

Dobbs, R.A., Cohen, J.M., Carbon Adsorption Isotherms for Toxic Organics, U.S. Environmental Protection Agency, Waste Water Research Division, Municipal Environmental Research Laboratory, Cincinnati, OH, EPA 600/8-80-023. (April, 1978).

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

Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario. (7 November 1979).

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

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI. (1972).

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

Dowden, B.F., Bennett, H.J., "Toxicity of Selected Chemicals to Certain Animals", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 37, No. 9, pp. 1308-1316. (1965).

Eisenberg, N.A., Lynch, C.J., Kumar, R.M., A Critical Technical Review of Six Hazard Assessment Models, Enviro Control Incorporated, Rockville, MD. (December, 1975).

Fingas, M.F., Duval, W.S., Stevenson, G.B., The Basics of Oil Spill Cleanup, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1979).

Fingas, M.F., Sydor, M., Development of an Oil Spill Model for the St. Lawrence River, Technical Bulletin No. 116, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Canada. (1980).

Folmar, L.C., "Overt Avoidance Reaction of Rainbow Trout Fry to Nine Herbicides", Bull. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 15, No. 5, pp. 509-514. (1976).

Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice- Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

Gallant, R.W., Railey, J.M., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 11, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1984).

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

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

Grayson, M., Eckroth, D. (ed.), Kirk-Othmer Encylopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 24, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1984).

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

Hake, C.L. Stewart, R.D., Wu, A., et al., p-Xylene: Development of a Biologic Standard for the Industrial Worker by Breath Analysis, Medical College of Wisconsin, for National Institute of Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH, PB 82-152844. (1981).

Hancock, E.G. (ed.), Toluene, the Xylenes and their Industrial Derivatives, Elsevier Scientific Publishing Co., New York, NY. (1982).

Hasanen, E., Karlsson, W., Leppamkke, E., Juhala, M., "Benzene, Toluene and Xylene Concentrations in Car Exhausts and in City Air", Atmos. Environ., Vol. 15, No. 9, pp. 1755-1757. (1981).

Hawley, G.G., The Condensed Chemical Dictionary, Ninth Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1977).

Henkelekian, H., Rand, M.C., "Biochemical Oxygen Demand of Pure Organic Compounds", Sewage Ind. Wastes, Vol. 27, No. 9. (September, 1955).

Huibregtse, K.R., et al., Manual for the Control of Hazardous Material Spills - Volume One - Spill Assessment and Water Treatment Techniques, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-77-227. (November, 1977).

Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, NY. (1969).

Imperial Chemical Industries (ICI), Treatment of Organic Compounds, Appendix 7, Cheshire, England. (April, 1982).

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).

Kauss, P.B., Hutchinson, T.C., "The Effects of Water-Soluble Petroleum Components on the Growth of *Chlorella Vulgaris* Beijerinck", Environ. Pollut., Vol. 9, pp. 157-172. (1975).

Kulkarni, B.G., Masurekar, V.B., "Acute Toxicities of Petroleum Hydrocarbons to Crab, *Scylla Serrata* (Forskal)", GeoBios., Vol. 10, No. 2, pp. 63-65. (1983).

Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, Fourth Edition, Lubeck, Germany, p. 138. (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).

Lowenheim, F.A., Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975).

MacKay, D., Walkoff, A.W., "Rate of Evaporation of Low-Solubility Contaminants from Water Bodies to Atmosphere", Environ. Sci. Technol., Vol. 7, No. 7. (July, 1973).

McKee, J.E., Wolf, H.W., Water Quality Criteria, Second Edition, Resources Agency of California, State Water Quality Control Board. (1963).

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

Miller, T.A., Rosenblatt, D.H., Dcacre, J.C., et al., Problem Definition on Potential Environmental Pollutants. IV. Physical, Chemical, Toxilogical and Biological Properties of Benzene, Toluene, Xylenes; and p-Chlorophenyl Methyl Sulfide, Sulfoxide and Sulfone, U.S. Army Medical Bioengineering Research and Development Laboratory, Frederick, MD, ADA04035. (1976).

Mitchell, R.C., et al., Feasibility of Plastic Foam Plugs for Sealing Leaking Chemical Containers, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 68-01-0106. (May, 1973).

Morrison, R.T., Boyd, R.N., Organic Chemistry, Third Edition, Allyn and Bacon, Inc., Toronto, Ontario, pp. 384-385. (1976).

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, Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Xylene, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati, OH, Publication No. 75-168. (1975).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 29, Cincinnati, OH. (April, 1977).

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).

Olson, A.B., Gamberale, F., Iregren, A., "Co-exposure to Toluene and p-Xylene in Man", Vetenskaplig Skriftserie, Vol. 13. (1983).

Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended. (1971).

Ontario Ministry of the Environment, Water Management Goals, Policies, Objectives and Implementation Procedures for the Ministry of the Environment, Toronto, Ontario. (November, 1978).

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, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

Personal Communication, Environmental Emergency Services, St. Louis, MO. (14 June 1982).

Petrofina Canada, Material Safety Data Sheet, Montreal, Quebec. (May, 1978).

Pickering, O.H., Henderson, C., "Acute Toxicity of Some Important Petrochemicals to Fish", J. Water Pollut. Control Fed., Vol. 38, No. 9, pp. 1419-1429. (1966).

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).

Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

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

Rosenstock, H.M., Draxl, K., Steiner, B., Herron, J.T., Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC. (1977).

Rouse, H., Fluid Mechanics for Hydraulic Engineers, Dover Publications, Inc., New York, NY. (1961).

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

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

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

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

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

Sloof, W., "Detection Limits of a Biological Monitoring System Based on Fish Respiration", Bull. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 23, pp. 517-523. (1979).

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

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

Texaco Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Don Mills, Ontario. Not dated.

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC. (1981).

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

Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC, EPA 600/8-80-042E. (July, 1980).

Ullmanns Encyklopaedie der technishen Chemie, Vol. 24, Verlag Chemie, Weinheim. (1983).

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

United States National Research Council, The Alkyl Benzenes, Committee on Alkyl Benzene Derivatives, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Assembly of Life Sciences, National Academy Press, Washington, DC. (1981).

U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123. (1981).

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

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

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).

Vrolyk, J.J., et al., Prototype System for Plugging Leaks in Ruptured Containers, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 600/2-76-300. (December, 1976).

Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 1. (1970).

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

Weber, D.D., Maynard, D.J., Gronlund, W.D., Konchin, W., "Avoidance Reactions of Migrating Adult Salmon to Petroleum Hydrocarbons", Can. J. Fish. Aquatic Sci., Vol. 38, pp. 779-781. (1981).

Wilber, G.C., The Biological Effects of Water Pollution, Charles C. Thomas, Springfield, IL. (1969).

World Information Systems, "Spillwatch Missouri", Hazardous Material Intelligence Report. (27 February 1981).

Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties" Chemical Engineering, Vol. 82, No. 15, pp. 113-122. (21 July 1975).