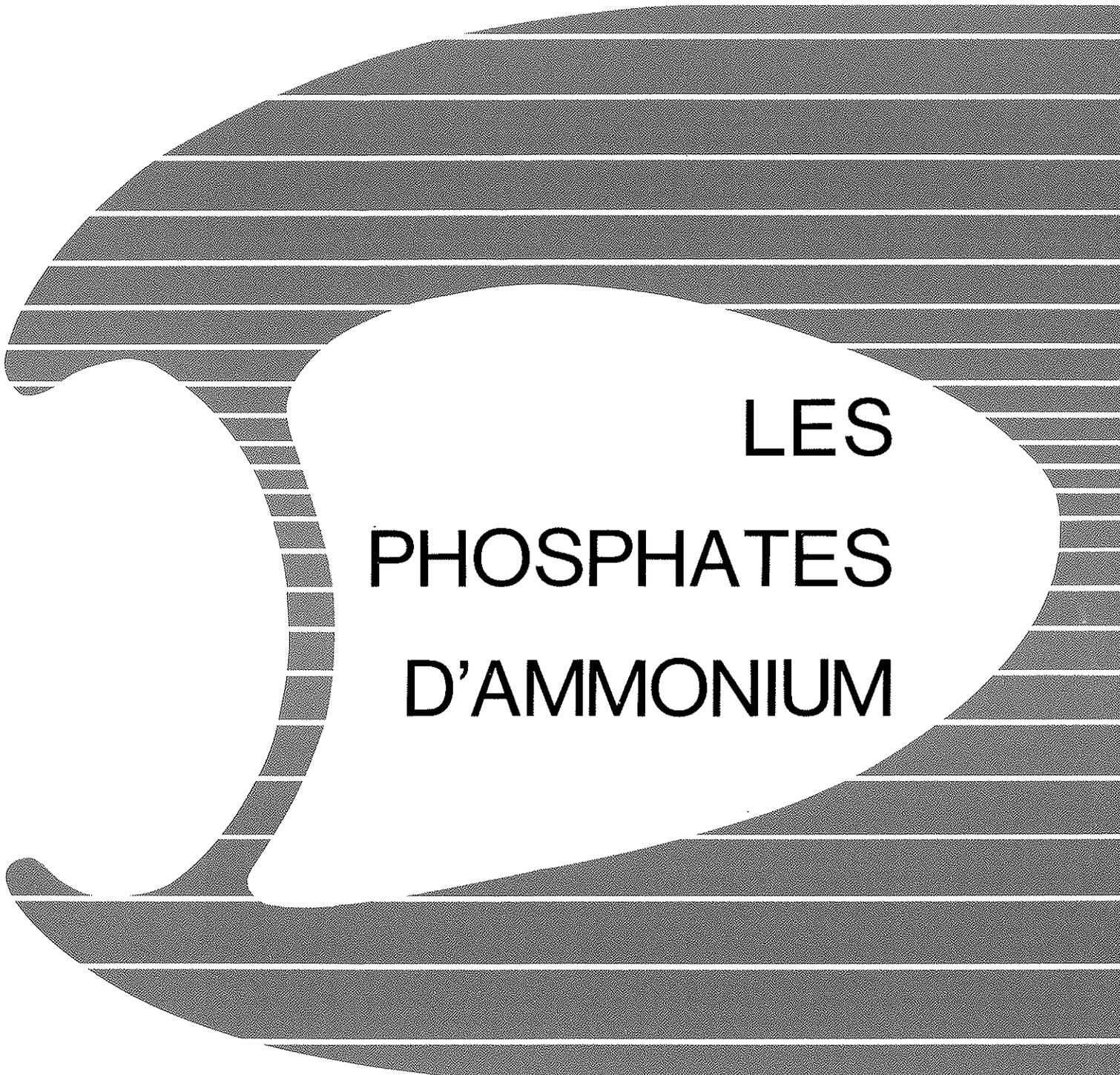




Environnement
Canada
Service de la
protection de
l'environnement

Environment
Canada
Environmental
Protection
Service

collection
ENVIROGUIDE



**LES
PHOSPHATES
D'AMMONIUM**

Canada

avril 1984

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

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

collection
ENVIROGUIDE

LES PHOSPHATES D'AMMONIUM

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

OTTAWA
MARS 1984
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
Ammonium Phosphates
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

Imprimé
par le ministère des Approvisionnements et Services
N° de catalogue: EN 48-10/1-1984F
ISBN 0-662-92601-3x

©
Ministère des Approvisionnements et Services
1984

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	VIII
	Abréviations et symboles	IX
	Définitions	X
	Sigles	XI
1	Résumé	1
1.1	Hydrogénophosphate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	1
1.2	Dihydrogénophosphate d'ammonium $\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$	1
2	Propriétés physiques et chimiques	3
3	Production, transport et commerce	6
3.1	Qualités et teneurs	6
3.1.1	Hydrogénophosphate d'ammonium	6
3.1.2	Dihydrogénophosphate d'ammonium	6
3.2	Fabricants au Canada	6
3.3	Autres fournisseurs	6
3.4	Principaux centres de production	7
3.5	Volume de production	7
3.6	Fabrication industrielle	7
3.6.1	Informations générales	7
3.6.2	Matières premières	7
3.6.3	Procédé de fabrication	7
3.7	Développement de l'industrie	8
3.8	Principales utilisations au Canada	8
3.9	Principaux acheteurs au Canada	8
4	Manutention du produit et compatibilité	9
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	9
4.1.1	Transport en vrac	9
4.1.1.1	Wagons-citernes	9
4.1.2	Autres contenants d'expédition	9
4.2	Déchargement	9
4.2.1	Matériel et procédés de déchargement	9
4.2.2	Matériaux de fabrication des organes de déchargement	12
4.3	Compatibilité entre les phosphates d'ammonium et certains matériaux	12
5	Fuite et migration du produit	16
5.1	Aperçu général	16
5.2	Fuite du produit	16
5.2.1	Introduction	16
5.2.2	Nomogrammes de fuites	17
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps	17
5.2.2.2	Débit de fuite en fonction du temps d'écoulement	17
5.2.3	Exemples de calcul	19
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	19
5.4	Comportement dans l'eau	19

5.4.1	Introduction	19
5.4.2	Nomogrammes de diffusion du polluant dans l'eau	19
5.4.2.1	Diffusion dans les rivières non soumises aux marées	20
5.4.2.2	Diffusion dans les étendues d'eau calme ou les lacs (au repos)	27
5.4.3	Étapes du calcul	27
5.4.3.1	Teneur en polluant dans une rivière non soumise aux marées	27
5.4.3.2	Teneur en polluant dans les étendues d'eau calme ou les lacs (au repos)	32
5.5	Comportement dans la subsurface: migration dans le sol	32
5.5.1	Mécanismes	32
5.5.2	Migration de l'hydrogénophosphate d'ammonium dans la zone non saturée	32
5.5.3	Coefficient de perméabilité en sol saturé	34
5.5.4	Types de sol	34
5.5.5	Nomogrammes de migration	34
5.5.6	Exemple de calcul	38
6	Protection de l'environnement	39
6.1	Limites maximales admissibles	39
6.1.1	Qualité de l'eau	39
6.1.1.1	Au Canada	39
6.1.1.2	Autres pays	39
6.1.2	Qualité de l'air	39
6.1.2.1	Au Canada	39
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	39
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux États-Unis	39
6.2.2	Toxicité en eau douce	39
6.2.3	Études sur le milieu aquatique	40
6.3	Études sur les effets toxiques	40
6.4	Dégradation	40
6.5	Devenir et effets à long terme	40
7	Protection de la santé	41
7.2	Données sur les propriétés irritantes	41
7.2.1	Contact avec la peau	41
7.2.2	Contact avec les yeux	41
7.3	Seuil de perception des caractères organoleptiques	41
7.3.1	Odeur	41
7.3.2	Goût	42
7.4	Études à long terme	42
7.4.1	Inhalation	42
7.4.2	Ingestion	42
7.5	Symptômes d'intoxication	42
7.5.1	Inhalation	42
7.5.2	Ingestion	42
7.5.3	Contact avec la peau	42
7.5.4	Contact avec les yeux	43
7.6	Toxicité des produits de décomposition pour l'homme	43
7.6.1	Oxyde nitrique, dioxyde d'azote, tétroxyde d'azote et ammoniac	43
8	Compatibilité chimique	44
8.1	Compatibilité entre le phosphate d'ammonium monobasique et divers produits chimiques	44
9	Mesures d'intervention et de sécurité	45
9,1	Mesures recommandées	45
9.1.1	Risques d'incendie	45

9.1.2	Moyens d'extinction	45
9.1.3	Mesures d'intervention de nettoyage et de traitement en cas de déversement accidentel	45
9.1.3.1	Information générale	45
9.1.3.2	Déversements sur le sol	45
9.1.3.3	Déversements dans l'eau	45
9.1.4	Élimination	45
9.1.5	Appareils et vêtements de protection	45
9.1.6	Précautions spéciales	45
10	Cas de déversements accidentels	46
10.1	Bris d'un réservoir de stockage	46
11	Identification et dosage des polluants	47
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	47
11.1.1	Méthode colorimétrique	47
11.2	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)	47
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)	48
11.3.1	Méthode colorimétrique	48
11.4	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)	48
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)	48
11.5.1	Méthode titrimétrique	48
11.6	Dosage du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)	49
12	Références et bibliographie	50
12.1	Références	50
12.2	Bibliographie	53

LISTE DES FIGURES

1	Solubilité dans l'eau en fonction de la température	4
2	Wagon-citerne	10
3	Wagon-citerne perforé dans le bas	17
4	Pourcentage de liquide restant/temps d'écoulement	18
5	Débit de fuite/temps d'écoulement	18
6	Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant dans une rivière non soumise aux marées	21
7	Distance en fonction du temps	22
8	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	23
9	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	24
10	Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente	25
11	Delta en fonction de alpha	26
12	Teneur maximale en fonction de delta	28
13	Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique	29
14	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau	30
15	Migration dans le sous-sol	31
16	Plan d'utilisation des nomogrammes	33
17	Migration dans du sable grossier	35
18	Migration dans du sable limoneux	36
19	Migration dans du till argileux	37

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de conversion	5
2	Spécifications relatives aux wagons-citernes	9
3	Spécifications des wagons-citernes — classe 111A60W1	11
4	Compatibilité entre les phosphates d'ammonium et certains matériaux de fabrication	13

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

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

X

vol.	Volume
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
°Bé	Degré Baumé
°C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
W	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.

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

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.

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

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

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

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

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

Létal. — En toxicologie, synonyme de mortel.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SIGLES

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

PHOSPHATES D'AMMONIUM

1 RÉSUMÉ

Les phosphates d'ammonium se présentent en granules ou en poudre.

1.1 Hydrogénophosphate d'ammonium (NH₄)₂ HPO₄

Synonymes

Phosphate d'ammonium dibasique, phosphate d'ammonium secondaire, orthophosphate d'ammonium monoacide, *di ammonium hydrogéné* phosphate, *diphosphate* d'ammonium.

1.2 Dihydrogénophosphate d'ammonium NH₄ H₂PO₄

Synonymes

Monophosphate d'ammonium, orthophosphate monoammonique, phosphate d'ammonium primaire, phosphate acide d'ammonium, ammonium *dihydrogéné* phosphate, orthophosphate d'ammonium diacide, phosphate d'ammonium monobasique.

NOS d'identification

Hydrogénophosphate d'ammonium. UN: aucun; CAS: 7783-28-0.

Dihydrogénophosphate d'ammonium. UN: aucun; CAS: 7722-76-1; OHM-TADS: 7216590; STCC-4918704.

Qualités et teneurs

	Hydrogéo- phosphate d'ammonium	Dihydrogéo- phosphate d'ammonium	Engrais
Commerciale	53 % P ₂ O ₅ , 25 % NH ₃	60 % P ₂ O ₅ , 14,5 % NH ₃	18-46-0 (22 % NH ₃)
Alimentaire	53,5 % P ₂ O ₅ , 25,4 % NH ₃	61,5 % P ₂ O ₅ , 14,5 % NH ₃	11-48-0 (13 % NH ₃)
Alimentaire (animaux)	—	> 24 % phosphore	11-51-0 (13 % NH ₃)

Dangers immédiats

Produit ininflammable. En cas d'incendie, peut dégager des vapeurs toxiques et irritantes d'ammoniac, des oxydes de phosphore et des oxydes d'azote.

Effets sur l'homme. — Ne présente pas de danger important en cas d'inhalation, de contact cutané ou d'ingestion.

Effets sur l'environnement. — Nocif pour le milieu aquatique à des teneurs élevées.

Données relatives aux propriétés physiques

	<u>Hydrogéo- phosphate d'ammonium</u>	<u>Dihydrogéo- phosphate d'ammonium</u>
État (15 °C, 1 atm)	Solide	Solide
Point de fusion	se décompose à 155 °C	190 °C
Inflammabilité	Ininflammable	
Densité relative (eau = 1)	1,619 (20 °C)	1,803 (19 °C)
Solubilité (dans l'eau) (20 °C)	69 g/100 g	38 g/100 g
Comportement (dans l'eau)	Coule et se mélange	
Seuil de perception par l'appareil olfactif	Inodore	

Dangers pour l'environnement

Dans l'eau, les phosphates d'ammonium agissent en tant que substances nutritives. Ils peuvent favoriser la croissance des algues et modifier l'équilibre des espèces du milieu aquatique. Ils ne présentent cependant aucun danger de bio-accumulation ou de contamination de la chaîne alimentaire.

Dangers pour l'homme

La TLV® et la teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) n'ont pas été établies.

Effets en cas d'inhalation. — Dihydrogénophosphate d'ammonium: Irritation des yeux, du nez et de la gorge, toux ou difficulté à respirer. Hydrogénophosphate d'ammonium: les vapeurs d'ammoniac pouvant se dégager en cas de décomposition du produit dans une enceinte fermée peuvent provoquer la toux, irriter les poumons, ou gêner la respiration.

Effets en cas de contact. — À l'état solide, peut être irritant pour les yeux et la peau.

Dispositions immédiates à prendre

• Déversement

Interdire l'accès au lieu où s'est produit l'accident.

Appeler les services d'incendie et avvertir le fabricant.

Arrêter l'écoulement et confiner le produit déversé si cela ne présente pas de risque.

Éviter que les eaux polluées atteignent un égout ou un cours d'eau. Éviter tout contact avec le produit à l'état solide.

• Incendie

Les phosphates d'ammonium étant ininflammables, il n'y a aucun risque d'incendie.

Mesures d'intervention d'urgence

• Déversements sur le sol

Confiner le produit déversé au moyen de barrages. Recueillir le produit à la pelle et le déposer dans des contenants pouvant se fermer.

• Déversements dans l'eau

Contenir le produit déversé au moyen de barrages, d'un dispositif de dérivation des eaux ou de digues naturelles. Utiliser une pompe de dragage ou une pompe à vide pour la récupération du produit, des liquides et des dépôts de fond.

2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Propriétés physiques

	Hydrogénophosphate d'ammonium	Dihydrogéo- phosphate d'ammonium
Aspect à l'état pur	Sel blanc, anhydre, cristallin (ERCO PDS, 1981b)	Sel blanc, anhydre, cristallin (ERCO PDS, 1981a)
Qualité pour engrais	Granules gris à brun si produit à partir des gisements de la Floride; granules verdâtres si produit à partir des gisements de l'Ouest (CCPA, 1982)	Granules verdâtres si produit à partir des gisements de l'Ouest; granules gris si produit des gisements de la Floride (CCPA, 1982)
État à l'expédition	Sel cristallin (ERCO PDS, 1981b)	Sel cristallin (ERCO PDS, 1981a)
État physique (15 °C; 1 atm)	Solide	Solide
Point de fusion	Se décompose à 155 °C avant de fondre (CRC, 1980)	190 °C (CRC, 1980)
Température de décomposition	155 °C (CRC, 1980)	—
Densités		
Masse volumique	990 kg/m ³ (ERCO PDS, 1981b)	990 kg/m ³ (ERCO PDS, 1981a)
Densité relative	1,619 (20 °C) (CRC, 1980)	1,803 (19 °C) (CRC, 1980)
Propriétés relatives à la combustion		
Inflammabilité	Ininflammable (ERCO PDS, 1981b)	Ininflammable (ERCO PDS, 1981a)
Produits de décomposition en cas d'incendie	Ammoniaque et acides orthophosphoriques; peuvent libérer des vapeurs d'ammoniac et des oxydes d'azote et de phosphore (U.S. DOL MSDS, 1979)	
Autres propriétés		
Masse molaire de la substance pure	132,05 (CRC, 1980)	115,03 (CRC, 1980)
Composition caractéristique de la qualité pour l'industrie alimentaire	53,5 % P ₂ O ₅ 25,4 % NH ₃ 0,3 % d'humidité (ERCO PDS, 1981b)	61,5 % P ₂ O ₅ 14,5 % NH ₃ 0,25 % d'humidité (ERCO PDS, 1981a)
Indice de réfraction	1,52 (CRC, 1980)	1,479 (CRC, 1980)
Chaleur de formation	– 1567 kJ/mol (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)	– 1445 kJ/mol (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)

	Hydrogénophosphate d'ammonium	Dihydrogénophosphate d'ammonium
Capacité thermique molaire à pression constante	188 J/mol · °C (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)	142 J/mol · °C (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)
pH de la solution aqueuse	8,0 (solution 1 % à 20 °C) (ERCO PDS, 1981b)	4,5 (solution 1 %, à 20 °C) (ERCO PDS, 1981a)
Solubilité		
• dans l'eau	43 g/100 g (0 °C) 69 g/100 g (20 °C) 97 g/100 g (60 °C) (ERCO PDS, 1981b)	22 g/100 g (0 °C) 38 g/100 g (20 °C) 168 g/100 g (100 °C) (ERCO PDS, 1981a)
• dans d'autres produits d'usage courant	Insoluble dans l'éthanol, l'acétone et l'ammoniaque (CRC, 1980)	Insoluble dans l'acétone (CRC, 1980)

Figure 1

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

SOLUBILITÉ DANS L'EAU EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

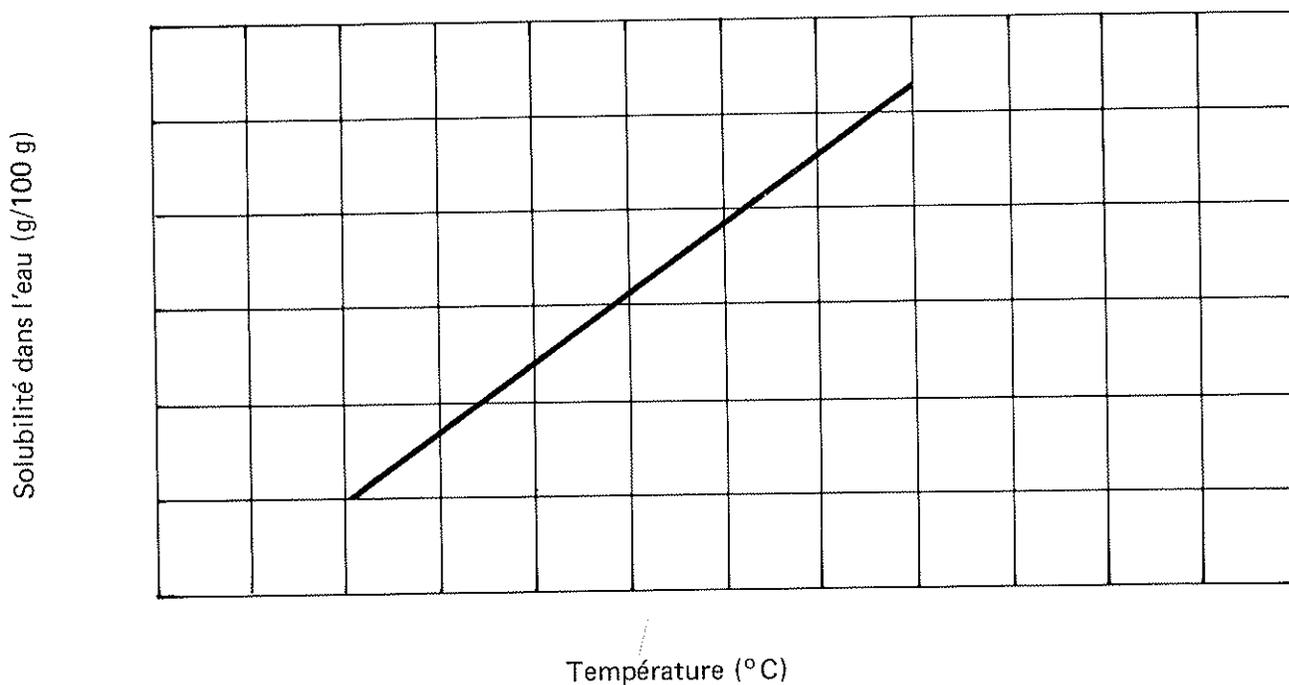
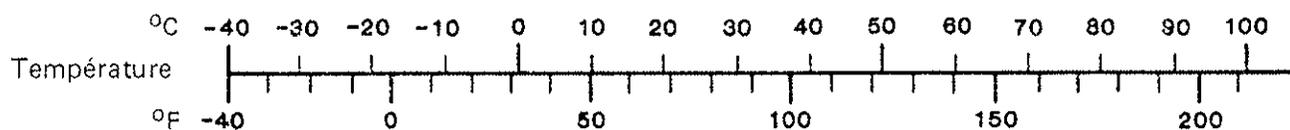


Tableau 1

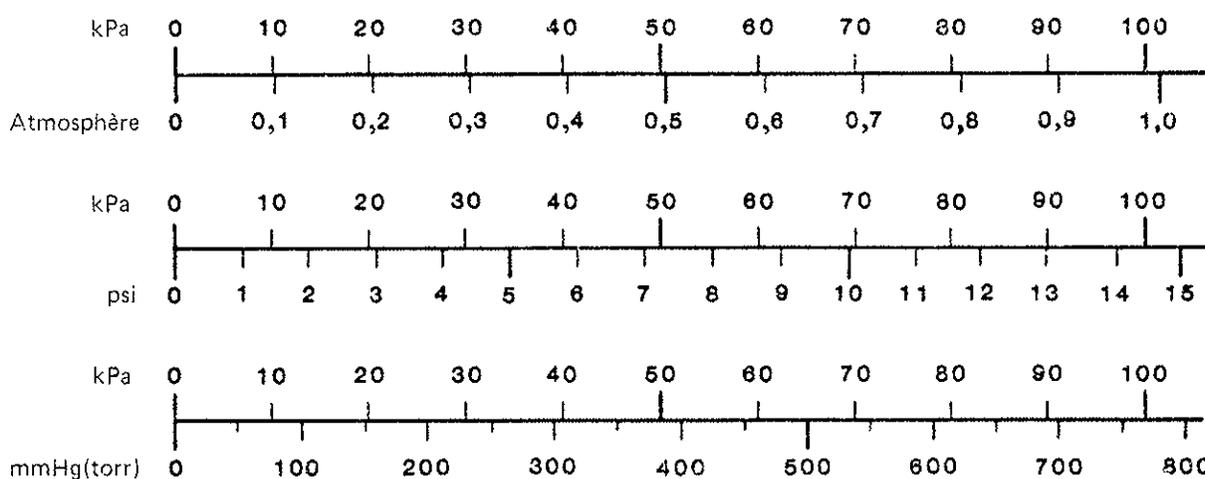
PHOSPHATES D'AMMONIUM

NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression

1 kPa = 1 000 Pa



Viscosité

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

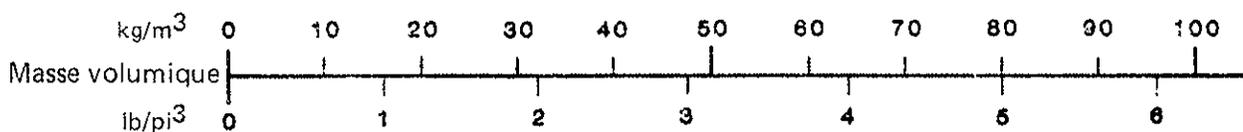
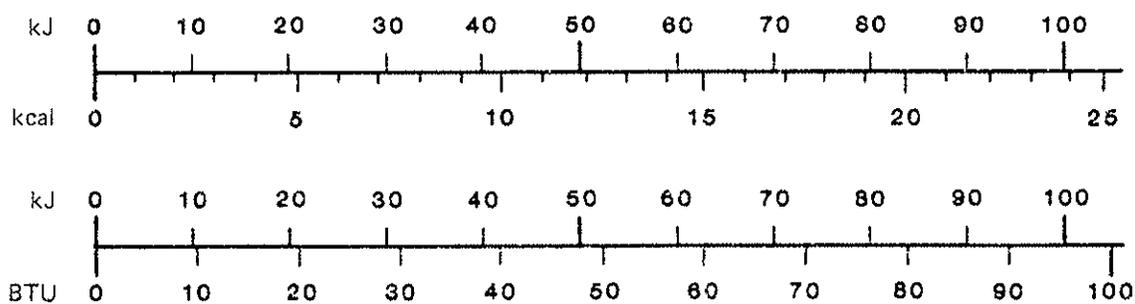
Cinématique 1 m²/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)

1 ppm \cong 1 mg/l

Énergie (chaleur)

1 kJ = 1 000 J



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et teneurs

3.1.1 Hydrogénophosphate d'ammonium. — L'hydrogénophosphate d'ammonium anhydre se présente sous la forme de granules blancs, et dans les qualités pour engrais, en granules allant du gris au brun ou en granules verdâtres selon la provenance du minéral. Les qualités pour engrais représentent une partie importante de l'hydrogénophosphate d'ammonium transporté.

La qualité commerciale se présente sous forme de granules pouvant passer aisément à travers un tamis de 100 mailles au pouce. Elle doit contenir au moins 53,0 p. 100 de P_2O_5 et 25,0 p. 100 de NH_3 (Stauffer IDS, 1981). La qualité destinée à l'industrie alimentaire est sous forme cristalline et contient au minimum 53,5 p. 100 de P_2O_5 et 25,4 p. 100 de NH_3 (ERCO PDS, 1981b).

3.1.2 Dihydrogénophosphate d'ammonium. — Le dihydrogénophosphate d'ammonium est un solide blanc, granulé ou en poudre et peut s'obtenir dans les qualités commerciales, pour engrais, pour l'industrie alimentaire et l'industrie de la nourriture pour animaux (Stauffer IDS, 1979; IMC, 1976; ERCO PDS, 1981a). La qualité commerciale vient soit sous forme de granules ou de poudre fluide, et contient au minimum 60 p. 100 de P_2O_5 et 14,5 p. 100 de NH_3 (Stauffer IDS, 1981). La qualité destinée à l'industrie alimentaire se présente sous une forme cristalline et contient au minimum 61,5 p. 100 de P_2O_5 et 14,5 p. 100 de NH_3 (ERCO PDS, 1981a). La qualité utilisée dans la nourriture pour animaux vient sous une forme granulée fluide et contient au moins 24 p. 100 de phosphore (IMC, 1976).

3.2 Fabricants situés au Canada

Le lecteur trouvera ci-dessous quelques adresses de sièges sociaux. À noter qu'elles ne sont pas fournies dans le but qu'on s'en serve comme premier recours en cas de déversement.

Belledune Fertilizer, Division of Canada Wire and Cable, 147 Laird Drive, Toronto (Ontario), M4G 3W1, (416) 421-0440

C-I-L Inc., 45 Sheppard Avenue East, Willowdale (Ontario), M2N 2Z9, (416) 226-6110

Cominco Ltd., 200 Granville Street, Vancouver (Colombie-Britannique), V6C 2R2, (604) 682-0611

Erco Industries Ltd., 2 Gibbs Road, Islington (Ontario), M9B 1R1, (416) 239-7111

Esso Chemical Canada, 2300 Yonge Street, Toronto (Ontario), M5W 1L3, (416) 488-6600

International Minerals & Chemical Corp. (Canada) Ltd. (IMC), B.P. 310 Esterhazy (Saskatchewan), S0A 0X0, (306) 745-3931

Sherritt Gordon Mines Ltd., B.P. 28, Commerce Court West, Toronto (Ontario), M5L 1B1, (416) 363-9241

Simplot Chemical B.P. 940, Brandon (Manitoba), R7A 6A1, (204) 728-5701

Western Co-operative Fertilizers, 11111 Barlow Trail S.E., B.P. 2500, Calgary (Alberta), T2P 2X1, (403) 279-4421

3.3 Autres fournisseurs* (Corpus, 1982)

Agricultural Chemicals, Highway 22, London (Ontario), (519) 471-6550

Cyanamid Canada Inc. 19400, Autoroute Transcanadienne, Baie d'Urfé (Québec), H9X 3N7, (514) 457-2110

Coopérative Fédérée du Québec, 1055, Marché Central, Montréal (Québec), H4N 1K3, (514) 384-6450

United Co-operatives of Ontario, 151, City Centre Drive, Mississauga (Ontario), L5B 1M7, (416) 270-3560

* engrais seulement

3.4 Principaux centres de production

On trouve des fabricants de phosphates d'ammonium dans six des dix provinces du Canada. Les plus importantes installations de fabrication sont situées près de Fort Saskatchewan, près de Calgary, en Alberta, dans le centre du Nouveau-Brunswick, ainsi qu'à Kimberley et Trail, en Colombie-Britannique.

3.5 Volume de production (Corpus, 1982; PC, 1981)

Société	Ville	Province	Capacité nominale kilotonnes/an (1981)
Belledune Fertilizer	Belledune	Nouveau-Brunswick	272
C-I-L	Courtright	Ontario	170
Cominco	Trail	Colombie-Britannique	160
Cominco	Kimberley	Colombie-Britannique	175
Ereo	Buckingham	Québec	5
Esso Chemical Canada*	Redwater	Alberta	430
Sherritt Gordon Mines	Ft. Saskatchewan	Alberta	123
Simplot Chemical	Brandon	Manitoba	145
Western Coop. Fertilizer	Calgary	Alberta	260
Western Coop. Fertilizer	Medicine Hat	Alberta	181
TOTAL			1921
Production nationale (1981)			1428
Importations (1981)			259,5
			1687,5

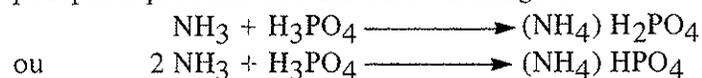
* Y compris les phosphates entrant dans les binaires azotés et phosphoriques

3.6 Fabrication industrielle

3.6.1 Informations générales. — On obtient l'hydrogénophosphate d'ammonium et le dihydrogénophosphate d'ammonium par neutralisation de l'acide phosphorique par l'ammoniac.

3.6.2 Matières premières. — Les matières premières nécessaires sont l'ammoniac et l'acide phosphorique obtenu par traitement à l'acide.

3.6.3 Procédé de fabrication. — Le procédé généralement employé pour la fabrication des qualités pour engrais consiste à mélanger de l'ammoniac avec 30 à 47 p. 100 d'acide phosphorique dans un réservoir de mélange ou un réacteur en continu. On obtient



selon la proportion d'ammoniac utilisé. La chaleur de réaction évapore une partie de l'eau de la charge acide. La bouillie d'hydrogénophosphate d'ammonium et de dihydrogénophosphate d'ammonium passe dans un moulin ou un tambour dans lequel des fines de lots précédents sont ajoutées afin de faciliter la formation de granules. La pâte obtenue est acheminée vers un séchoir rotatif puis elle est refroidie et tamisée. Le produit retenu par le tamis est broyé, mélangé avec des fines et recyclé pour aider la formation de granules lors des lots suivants (Sherritt).

3.7 Développement de l'industrie (Corpus, 1982)

Esso Chemical Canada agrandira sous peu ses installations de Redwater en Alberta afin d'accroître sa production de phosphates d'ammonium. La Sherritt Gordon Mines envisage l'agrandissement de son usine de Fort Saskatchewan en Alberta.

3.8 Principales utilisations au Canada

3.8.1 Dihydrogénophosphate d'ammonium. -- S'utilise dans la préparation des engrais phosphatés, des ingrédients alimentaires, des peintures, comme réactif dans les bains de teinture, les extincteurs en poudre et l'ignifugation des tissus, du bois et du papier (ERCO PDS, 1981a).

3.8.2 Hydrogénophosphate d'ammonium. -- S'utilise dans la préparation des engrais, des ingrédients alimentaires, des agents retardateurs de la propagation des flammes et des produits pharmaceutiques (ERCO PDS, 1981b).

3.9 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1982; CBG, 1980)

Agricultural Chemicals, London (Ont.)
 A & K Petro-Chem, Weston (Ont.)
 Alberta Wheat Pool, Edmonton (Alta.)
 Canada Colours, Toronto (Ont.)
 Cargill Grain, Winnipeg (Man.)
 Co-op Fédérée du Québec, Montréal (Québec)
 Cyanamid Canada, Montréal (Québec)
 Harrisons & Crosfield, Toronto (Ont.)
 Kingsley & Keith, Toronto (Ont.)
 Mallinckrodt, Pointe-Claire (Québec)
 Manitoba Pool Elevators, Winnipeg (Man.)
 Monsanto, Mississauga (Ont.)
 Nitrochem, Maitland (Ont.)
 Noranda, Toronto (Ont.)
 Saskatchewan Wheat Pool, Régina (Sask.)
 Swift Canadian, Toronto (Ont.)
 United Co-operatives of Ontario, Mississauga (Ont.)
 United Grain Growers, Régina (Sask.)

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 **Transport en vrac.** -- Les phosphates d'ammonium sont expédiés principalement par wagons-citernes et véhicules-citernes routiers. Les phosphates d'ammonium monobasique et dibasique s'expédient à l'état solide et parfois à l'état liquide.

4.1.1.1 **Wagons.** -- À l'état granulé, les phosphates d'ammonium sont expédiés en sacs dans des wagons couverts. Pour l'expédition des phosphates d'ammonium en solution, on utilise surtout des wagons-citernes DOT/CCT* 111A60W5 et 111A60W1 (TCM, 1979). Le tableau 2 donne une description des citernes. Le modèle DOT/CCT 111A60W1 est illustré à la figure 2 et les spécifications sont données au tableau 3 (TCM, 1979). Le déchargement peut s'effectuer par le haut ou le bas, selon le modèle de wagon choisi.

Tableau 2
Spécifications relatives aux wagons-citernes

Numéros de spécifications DOT/CCT	Description
111A60W5	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non isolée. Revêtement intérieur de caoutchouc. Volume libre pas inférieur à 2 p. 100. Indicateur de niveau. Organes de déchargement par le haut exigés. Évent de sécurité réglé à 414 kPa (60 psi). Organes de déchargement par le bas ou orifice de purge par le bas interdits.
111A60W1	Idem à 111A60W5 sauf que la citerne n'est pas garnie de caoutchouc. Déchargement par le haut ou par le bas.
111A60W1 (IL)	Idem que 111A60W1. La citerne a un revêtement intérieur.

4.1.2 **Autres contenants d'expédition.** -- Les phosphates d'ammonium s'expédient également dans des sacs de papier, à raison de 20, 40 ou 45 kg net par sac pour les formes granulées, et 20, 23 ou 40 kg net, pour le phosphate en poudre, c.-à-d. passant à travers un tamis de 100 mailles au pouce (Stauffer MSDS, 1981).

4.2 Déchargement

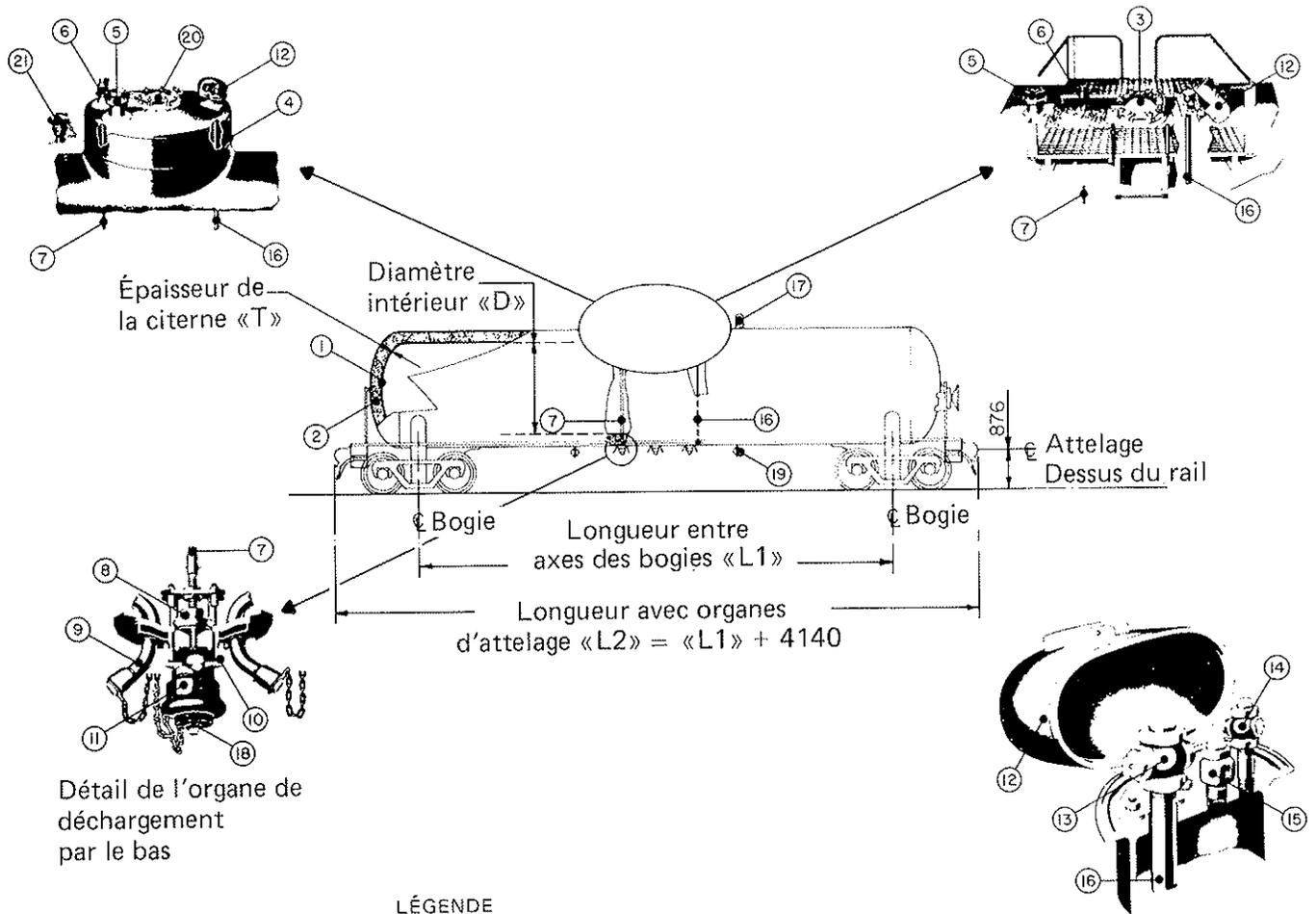
4.2.1 **Matériel et procédés de déchargement.** -- Le déchargement des wagons et véhicules-citernes routiers utilisés pour le transport des phosphates d'ammonium à l'état solide s'opère de la même façon. On se sert du matériel normalement utilisé pour la manutention des solides, par exemple camion à chargement avant, transporteur à courroie, trémies, etc. (PC, 1982).

Le déchargement *par le haut* des phosphates d'ammonium à l'état liquide se fait avec une pompe. Le déchargement *par le bas* se fait au moyen d'une pompe ou par gravité. En cas de déchargement par le haut, le tuyau d'aspiration de la pompe ou le tuyau de déchargement, de

* Department of Transportation (U.S.) et Commission canadienne des transports

PHOSPHATES D'AMMONIUM

WAGON-CITERNE



Pièce n°	Qté	Dimensions	Description
1	1	—	Corps du réservoir
* 2	—	—	Calorifugeage
* 3	1	—	Capot de protection du trou d'homme sans dôme
* 4	1	—	Dôme
5	1	—	Soupape de sûreté
* 6	1 à 3	—	Presse étoupe
* 7	1 à 3	—	Tige de commande
* 8	1 à 3	150	Obturbateur intérieur
* 9	1 à 3	25	Raccord d'entrée de vapeur
* 10	1 à 3	150	Prolongement de la buse de déchargement
* 11	1 à 3	—	Capuchon
* 12	1	—	Capot protecteur
* 13	1	50	Robinet de déchargement par le haut
* 14	1	25	Raccord d'arrivée d'air
* 15	1	—	Reniflard
* 16	1	50	Tubulure de déchargement
* 17	1	—	Indicateur de niveau
* 18	1 à 3	50	Bouchon mâle
* 19	2	25	Raccord et robinet du serpentin à vapeur
* 20	1	—	Capot de protection du trou d'homme à DSME
* 21	1	50	Ensemble évent de sécurité

REMARQUES

1. Toutes les dimensions sont en mm
2. Ce schéma n'est valable que pour les wagons de chemin de fer listés dans le tableau 2 et correspond aux spécifications sur les matières transportées, la capacité, la masse et les dimensions (indiquées par lettres)
3. Le nombre de raccords pour déchargement par le bas varie de 1 à 3 selon la matière transportée. Voir tableau 2
4. Les organes de déchargement par le bas peuvent être équipés à l'extrémité soit d'un robinet-vanne, d'une bride pleine boulonnée ou d'un couvercle vissé. Voir tableau 2
5. «*» signale les pièces facultatives. Voir tableau 2

Tableau 3
Spécifications relatives aux wagons-citernes — classe 111A60W1
(TMC, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale		
	75 700 l (16 700 gal)	78 000 l (17 200 gal)	90 900 l (20 000 gal)
Tare	33 900 kg (74 400 lb)	33 900 kg (74 700 lb)	38 900 kg (85 800 lb)
Masse brute max.	119 000 kg (262 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (262 000 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'essai	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)	414 kPa (60 psi)
Pression de rupture	1640 kPa (238 psi)	1640 kPa (238 psi)	1640 kPa (238 psi)
Dimensions (approx.)			
Longueur avec organes d'attelage	17 m (56 pi)	17 m (56 pi)	18 m (59 pi)
Longueur d'une plaque de choc à l'autre	16 m (53 pi)	16 m (53 pi)	17 m (56 pi)
Longueur entre axes de bogie	13 m (43 pi)	13 m (43 pi)	14 m (46 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (13 pi)	4 m (13 pi)	4 m (13 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (16 pi)	5 m (16 pi)	5 m (16 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (126 po)	3,2 m (126 po)	3,2 m (126 po)
Longueur du caillebotis	2–3 m (7–10 pi)	2–3 m (7–10 pi)	2–3 m (7–10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5–2 m (5–7 pi)	1,5–2 m (5–7 pi)	1,5–2 m (5–7 pi)
Dispositifs de chargement/déchargement			
● déchargement par le haut			
Raccord de déchargement	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)	51 mm (2 po)
Trou d'homme/ orifice de remplissage	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	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
Calorifugeage	Facultatif	Facultatif	Facultatif

52 mm (6 po) est raccordé à la vanne de déchargement qui se trouve sur le dessus de la citerne; pour le déchargement par le bas, le tuyau d'aspiration, muni du cône de réduction, est raccordé à l'un des orifices de déchargement par le bas, de 152 mm, après quoi l'obturateur interne est ouvert en actionnant la manette de la tige de commande, située sur le dessus de la citerne. Le déchargement par le bas peut s'effectuer par gravité directement dans un réservoir de stockage (PC, 1982).

4.2.2 Matériaux de fabrication des organes de déchargement. — Pour les phosphates d'ammonium anhydres, aussi bien monobasique que dibasique, les matériaux sont ceux couramment utilisés pour la construction d'installations de fabrication et d'entreposage. Pour les solutions de phosphates d'ammonium, on recommande l'acier inoxydable (Stauffer MSDS, 1981).

Il faut utiliser des conduites n° 40, avec joints à brides. Les raccords seront en acier inoxydable moulé. Les parties souples des organes de déchargement peuvent être construites soit avec des éléments standards et des coudes, soit avec du tuyau flexible en caoutchouc naturel. Les joints à soufflets conviennent aussi pour les parties souples de la conduite de déchargement (DOW PPS, 1972). Les robinets à membrane, en fonte ou en acier moulé, avec revêtement en polyéther chloré ou en chlorure de polyvinylidène sont adéquats (DOW PPS, 1972).

Il est recommandé d'utiliser des pompes centrifuges dont les parties immergées seront en acier inoxydable 304 ou 316 (HIS, 1969).

4.3 Compatibilité entre les phosphates d'ammonium et certains matériaux

La compatibilité entre les phosphates d'ammonium et certains matériaux de construction est indiquée au tableau 4. Le système d'évaluation est décrit brièvement ci-après.

- Recommandé: Le matériau donnera un rendement satisfaisant avec l'application indiquée.
- Avec réserves: Le matériau montrera des signes de détérioration avec l'application indiquée; peut convenir pour un usage intermittent ou pour un service de courte durée.
- Déconseillé: L'application indiquée causera une grave détérioration du matériau; son usage est donc déconseillé.

Tableau 4
Compatibilité entre les phosphates d'ammonium et certains matériaux de fabrication

		Matériaux de construction		
Éléments	Forme du produit chimique	Temp. (°C)	Recommandé	Déconseillé
1. Conduites et raccords	Toutes les formes	60	Chlorure de polyvinyle I Chlorure de polyvinyle II (DPPE, 1967)	
		66	Chlorure de polyvinylidène, (DCRG, 1978)	
		79	Polypropylène (DCRG, 1978)	
		121	Polyéther chloré (DCRG, 1978)	
		135	Fluorure de polyvinylidène	
		jusqu'à la limite permise pour le matériau	Chlorure de polyvinyle I Plastique à base d'acrylonitrile-butadiène-styrène Polyéthylène (MWPP, 1978)	
2. Soupapes	Toutes les formes	Ébullition	Acier inoxydable 316 Acier inoxydable «20» (JSSV, 1979)	
	(Dibasique, monobasique 65 %)	66	Vinyle estérique renforcé à la fibre de verre avec joint torique en caoutchouc fluoré	
3. Pompes	Dibasique, solutions aqueuses		Fer	
			Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 Monel (HIS, 1969)	

		Matériaux de construction			
Éléments	Forme du produit chimique	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
4. Autres	5 %	20	Acier inoxydable 302 Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 Acier inoxydable 430 (ASS)	Acier inoxydable 410 (ASS)	
	Saturé	20	Acier inoxydable 302 Acier inoxydable 304 Acier inoxydable 316 Acier inoxydable 430		
	Toutes les formes	60	Chlorure de polyvinyle non plastifié Polyéthylène Polypropylène Polyoxyméthylène Caoutchouc naturel* Caoutchouc butadiène-acrylonitrile (Nitrile, Buna N) Caoutchouc butyle (isobutylène/isoprène) Copolymère éthylène-propylène Polychloroprène (Néoprène) Caoutchouc fluoré (Viton) Polyéthylène chlorosulfoné (Hypalon) (GF) Chlorure de polyvinyle (TPS, 1978) Polypropylène (TPS, 1978) Chlorure de polyvinyle chloré (TPS, 1978)		
		60			
		82			
		85			

10 % à solide	24 à 100	Styrène/butadiène (GR 5, Buna S) Polychloroprène (Néoprène) Caoutchouc butadiène- acrylonitrile (Nitrile, Buna N) Caoutchouc butyle Polyéthylène chlorosulfoné (Hypalon) Copolymère éthylène- propylène (GPP) Verre (CDS, 1967)	Caoutchouc naturel (GPP)
20 %, 30 % Solide	24 24	Verre (CDS, 1967) Béton (CDS, 1967)	

* Une cote inférieure a été attribuée dans un autre ouvrage de référence

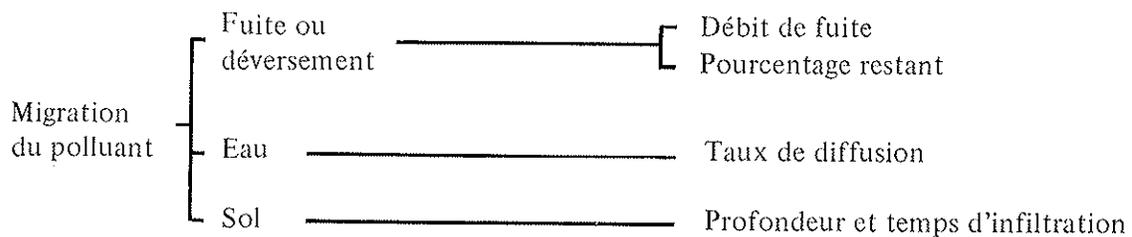
5 FUIITE ET MIGRATION DU PRODUIT

5.1 Aperçu général

Les phosphates d'ammonium sont transportés à l'état granulaire ou cristallisé, pour les formes solides, ou à l'état de solutions aqueuses. Si déversé dans l'eau, ils se dissoudront très rapidement quelle que soit la forme en cause. En cas de déversement sur le sol, les solutions aqueuses se répandront à la surface du sol et pénétreront dans ce dernier à une vitesse qui dépendra du type de sol et de sa teneur en eau. Des problèmes sur le plan de l'environnement peuvent survenir advenant l'infiltration de phosphates d'ammonium dans la nappe phréatique.

Comme les phosphates d'ammonium ne sont pas volatils, il n'y a pas à craindre de dispersion dans l'atmosphère.

En cas de migration du produit dans l'eau ou dans le sol, les facteurs suivants seront pris en considération :



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

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. -- Les phosphates d'ammonium à l'état liquide sont transportés dans des wagons-citernes. La capacité de ces wagons pouvant varier considérablement, un modèle a été choisi pour établir les nomogrammes de fuite. Le modèle retenu mesure 2,75 m de diamètre, 13,4 m de longueur, et peut contenir environ 80 000 l de liquide. En cas de perforation dans le bas de la citerne, le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide à mesure que le temps passe. Comme les citernes ne sont pas sous pression supérieure à la pression atmosphérique et que le produit est peu volatil, aucun nomogramme n'a été élaboré pour la fuite éventuelle de vapeurs par un orifice qui serait situé dans le haut de la citerne.

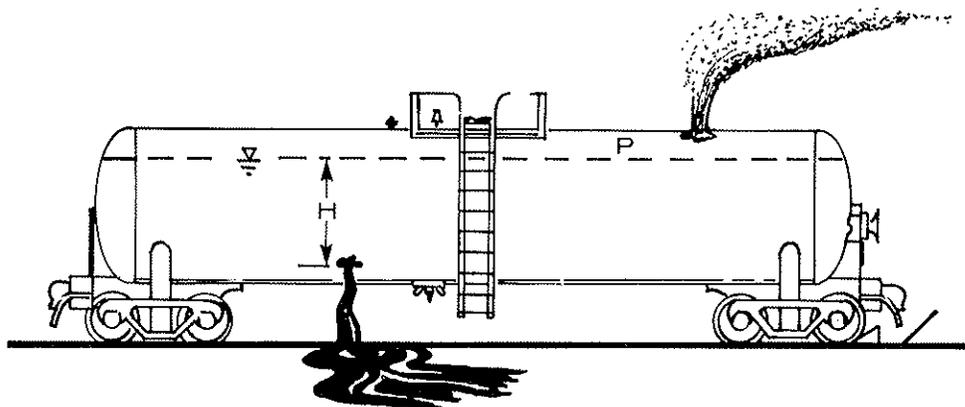


FIGURE 3 WAGON-CITERNE PERFORÉ DANS LE BAS

Le débit de fuite (q_f) par un orifice situé dans le bas d'un wagon-citerne se calcule au moyen de l'équation de l'orifice standard (Streeter, 1971). Le débit de fuite est fonction de la section (s) et de la forme de l'orifice, de la hauteur (h) du liquide au-dessus de l'orifice et du coefficient de débit (C_q). Un coefficient de débit constant de 0,8 a été supposé pour préparer les nomogrammes.

5.2.2 Nomogrammes de fuites

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps. -- La figure 4 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. Les diamètres considérés sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne type (2,75 m de diamètre, 13,4 m de longueur, capacité de 80 000 l) était plein au moment du bris. À noter que le volume de liquide restant, après un temps d'écoulement 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 d'écoulement. -- La figure 5 permet d'évaluer à n'importe quel moment le débit instantané de fuite après un temps d'écoulement donné (t), en fonction de diamètres équivalents donnés. Le nomogramme ne vaut que pour un wagon-citerne dont le contenu initial est de 80 000 litres.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Il y a eu bris d'un wagon-citerne type (diamètre de 2,75 m et longueur de 13,4 m) rempli. L'orifice est situé dans le bas de la citerne. Son diamètre équivalent est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 l représente le volume de liquide restant après 10 minutes? Solution (voir figure 4) : si $t = 10$ mn et $\phi = 150$ 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 5): si $t = 10$ mn et $\phi = 150$ mm, le débit instantané (q) = 70 l/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

Comme les phosphates d'ammonium sont des produits non volatils, ils ne présentent aucun risque notable de diffusion dans l'atmosphère, dans les déversements accidentels envisageables.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. — Lorsque les phosphates d'ammonium sont déversés dans l'eau, ils se mélangent rapidement avec celle-ci. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations de diffusion classiques, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les rivières, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent, alors que dans un plan d'eau calme, il s'effectue par diffusion moléculaire.

Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'une rivière en aval d'un lieu de déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Ce modèle s'applique aux liquides miscibles dans l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. Comme la densité relative des phosphates d'ammonium est supérieure à celle de l'eau, la teneur maximale devrait être observée près du fond.

Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute section donnée de l'écoulement (section mouillée). En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu du déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à travers le canal. Le modèle s'applique aux rivières dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le Manuel d'introduction Enviroguide.

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

5.4.2 Nomogrammes de diffusion du polluant dans l'eau. — Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer les teneurs en polluant dans les rivières non soumises aux marées et dans les étendues d'eau calme.

A. — Rivières non soumises aux marées

Figure 7 Distance en fonction du temps pour une plage de vitesses moyennes de l'écoulement

Figure 8 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal pour une plage de profondeurs du canal (hauteurs d'eau)

Figure 9 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique pour une plage de vitesses moyennes de l'écoulement

Figure 10 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente pour différentes valeurs de temps écoulé

Figure 11 Delta* en fonction de alpha pour différentes masses de liquide déversé

Figure 12 Teneur maximale en fonction de delta pour des sections mouillées de différentes surfaces

B. — Étendues d'eau calme ou lacs (au repos)

Figure 13 Volume d'eau en fonction du rayon de la zone dangereuse pour différentes profondeurs du lac (hauteurs d'eau)

Figure 14 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse pour différentes masses de liquide déversé

La figure 6 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en un point en aval après un déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les rivières non soumises aux marées

Figure 7 Distance en fonction du temps. — Le graphique montre les relations entre la vitesse moyenne de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse moyenne de l'écoulement (V) donnée, le temps (t) que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance donnée (x) en aval du lieu du déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de ce graphique.

Figure 8 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal. — Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte un canal rectangulaire théorique de largeur (L), ayant une hauteur d'eau (h). Le rayon hydraulique (r) doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente (E). Le rayon hydraulique lui-même correspond au rapport de la surface de la section (s) mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé (B). La figure 8 permet de déterminer le rayon hydraulique d'un canal à partir de la largeur de ce dernier et de la hauteur d'eau.

Figure 9 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique. — Les données connues sur le rayon hydraulique (r) et sur la vitesse moyenne de l'écoulement (V) permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente (E).

Figure 10 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente. — Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion (α); ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente (E) et du temps (t) requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

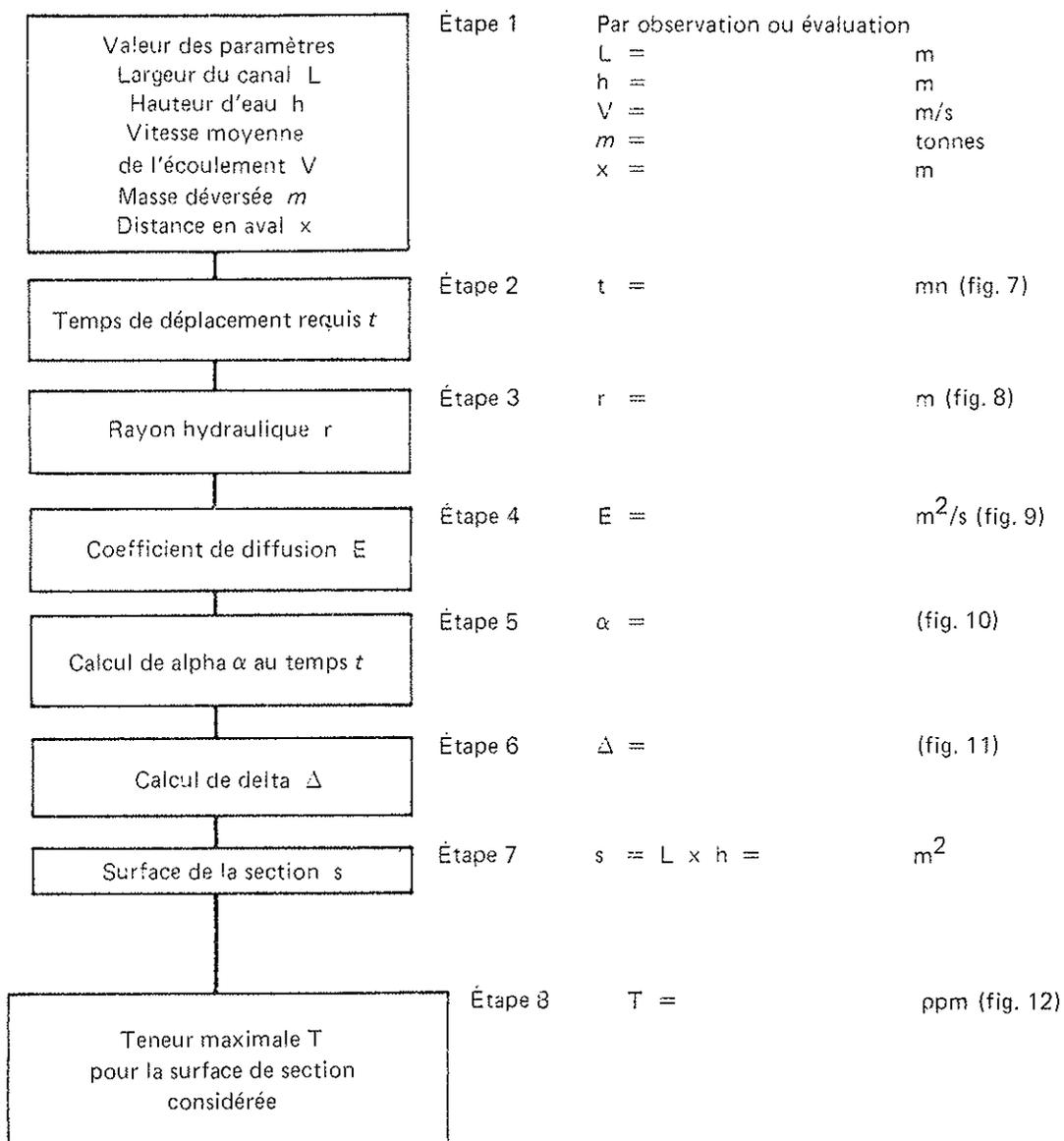
Figure 11 Delta en fonction de alpha. — Un second facteur de conversion, delta (Δ), est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

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

Figure 6

PHOSPHATES D'AMMONIUM

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT
DANS UNE RIVIÈRE NON SOUMISE AUX MARÉES



HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

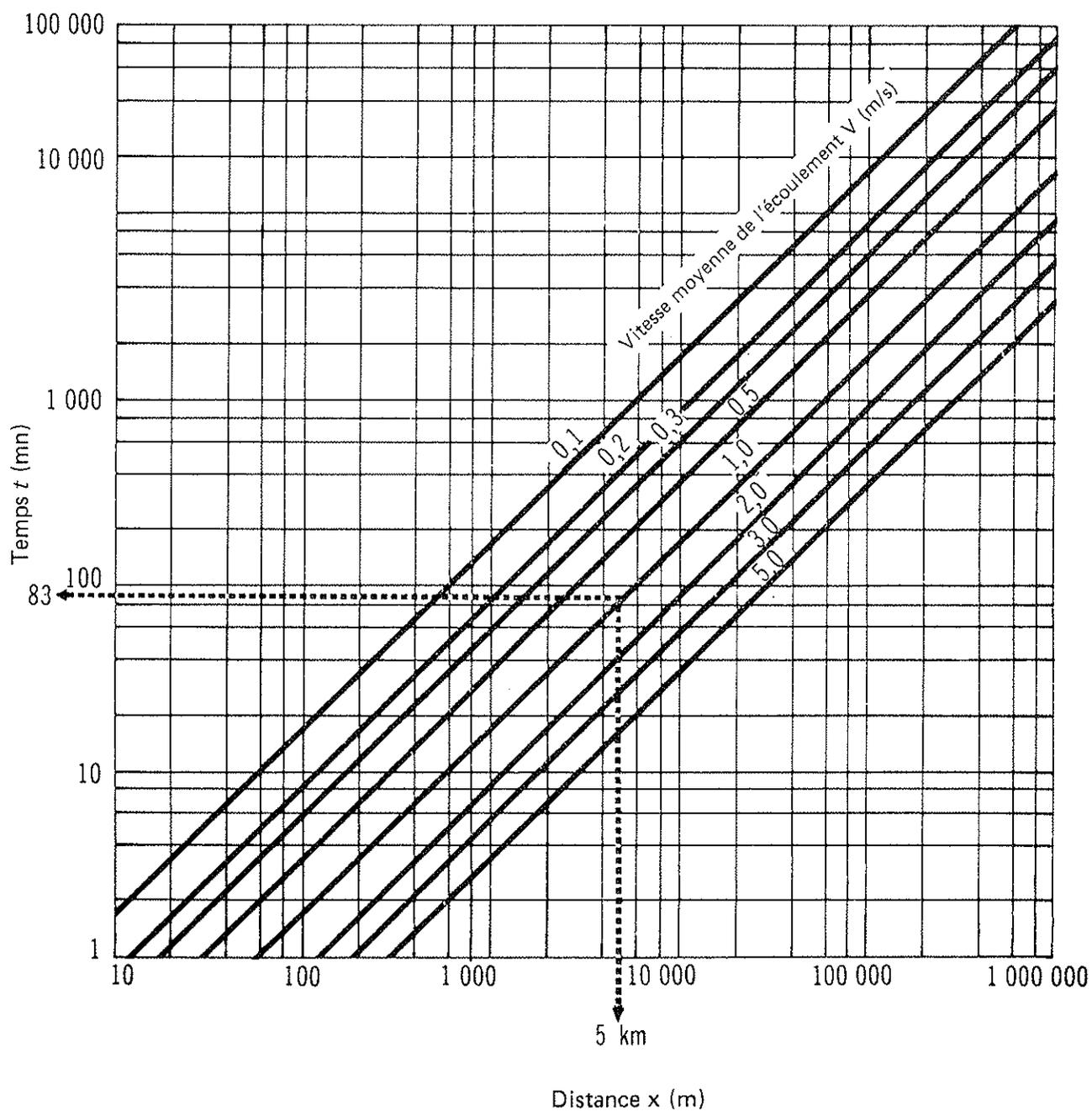
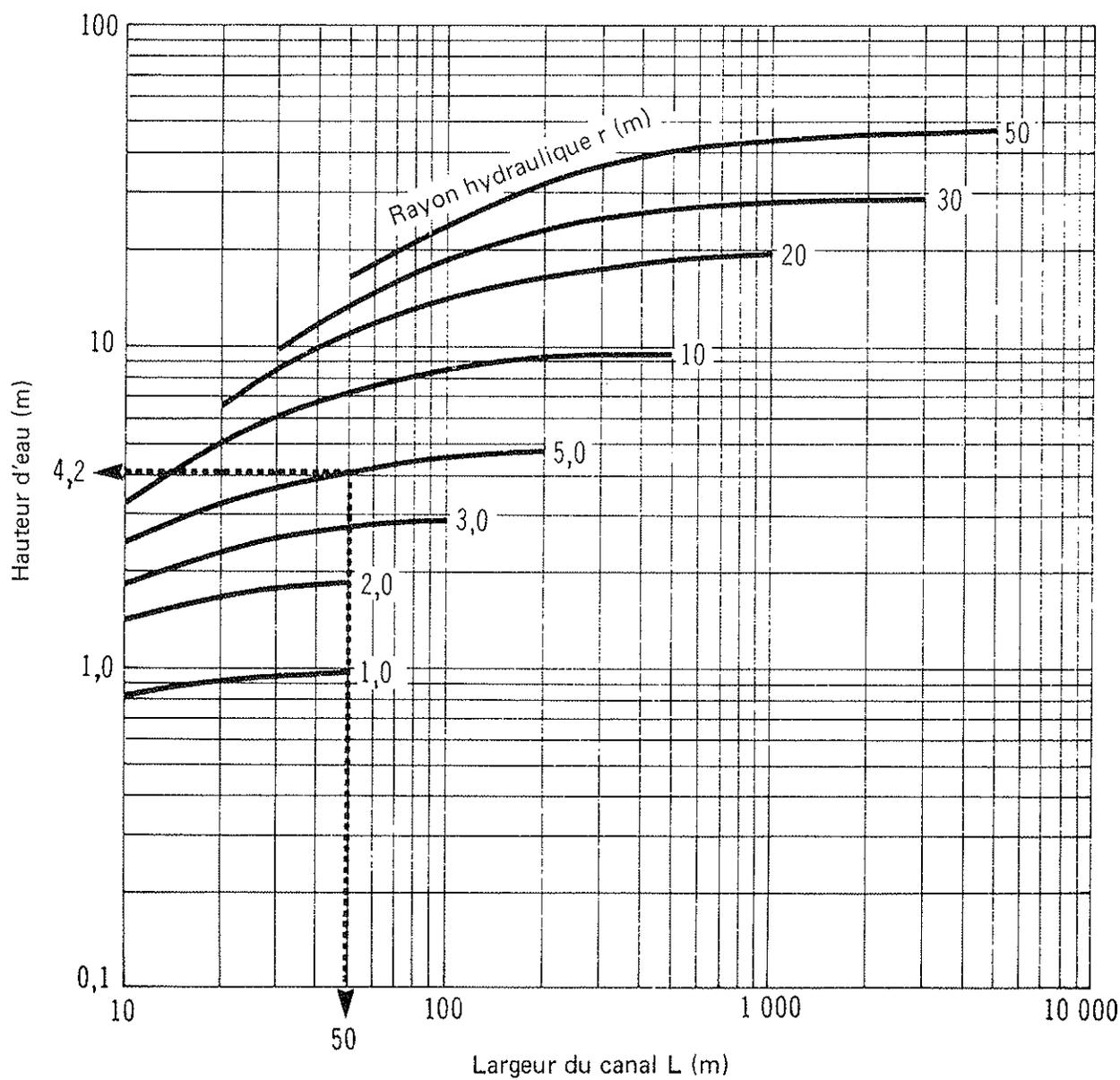
DISTANCE
EN FONCTION DU TEMPS

Figure 8

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

RAYON HYDRAULIQUE
EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL



HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

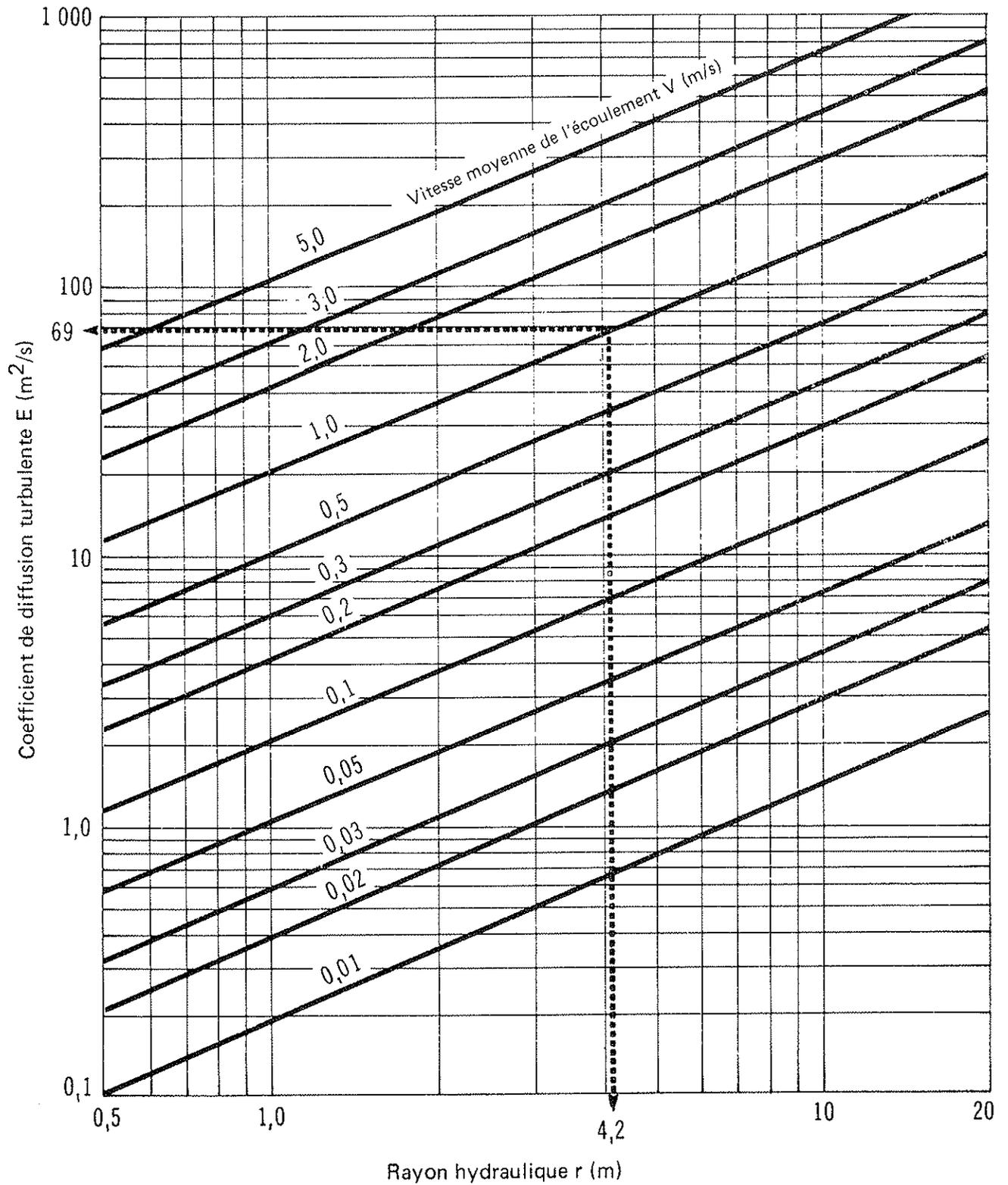


Figure 10

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

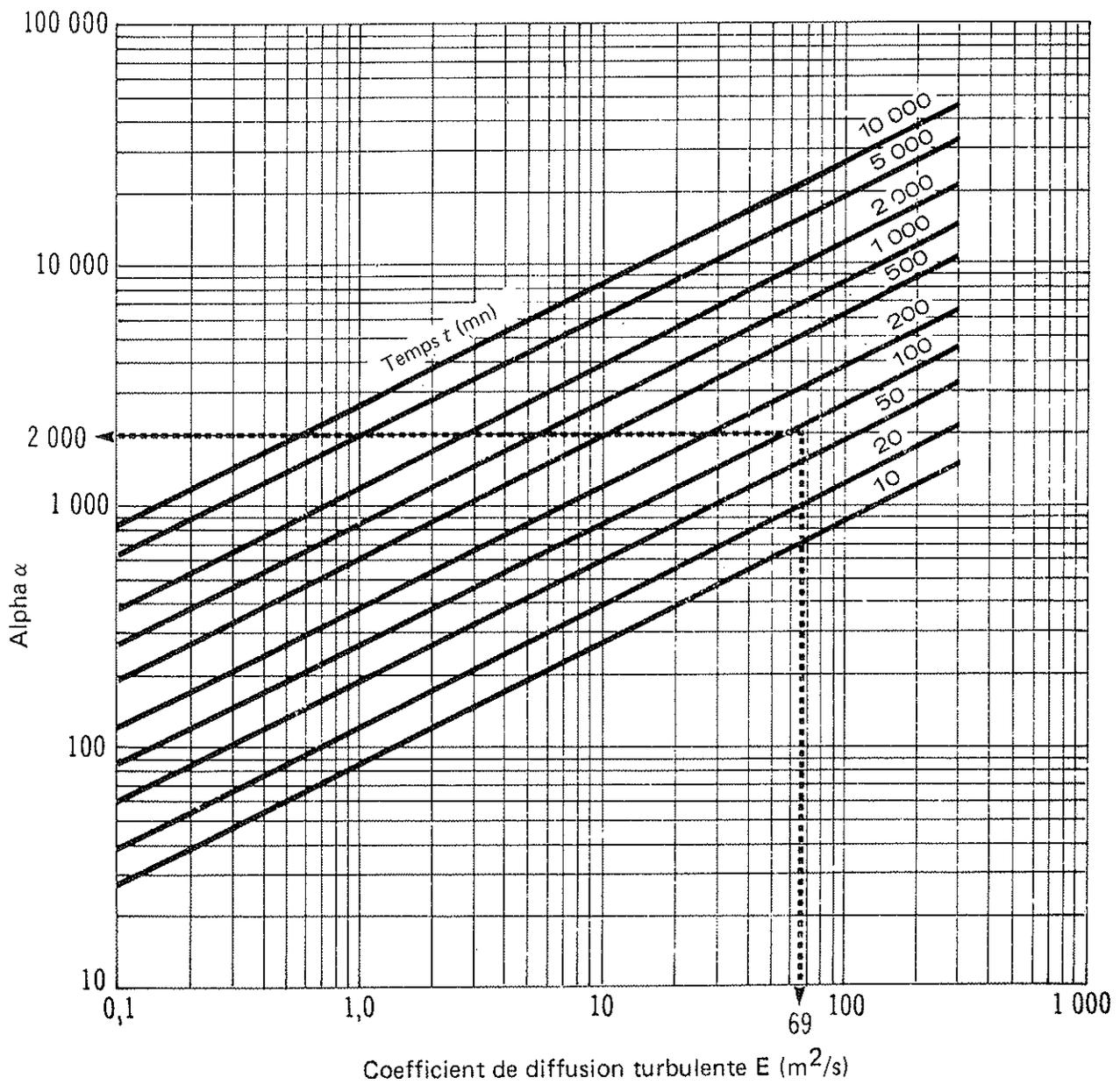


Figure 11

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

DELTA
EN FONCTION DE ALPHA

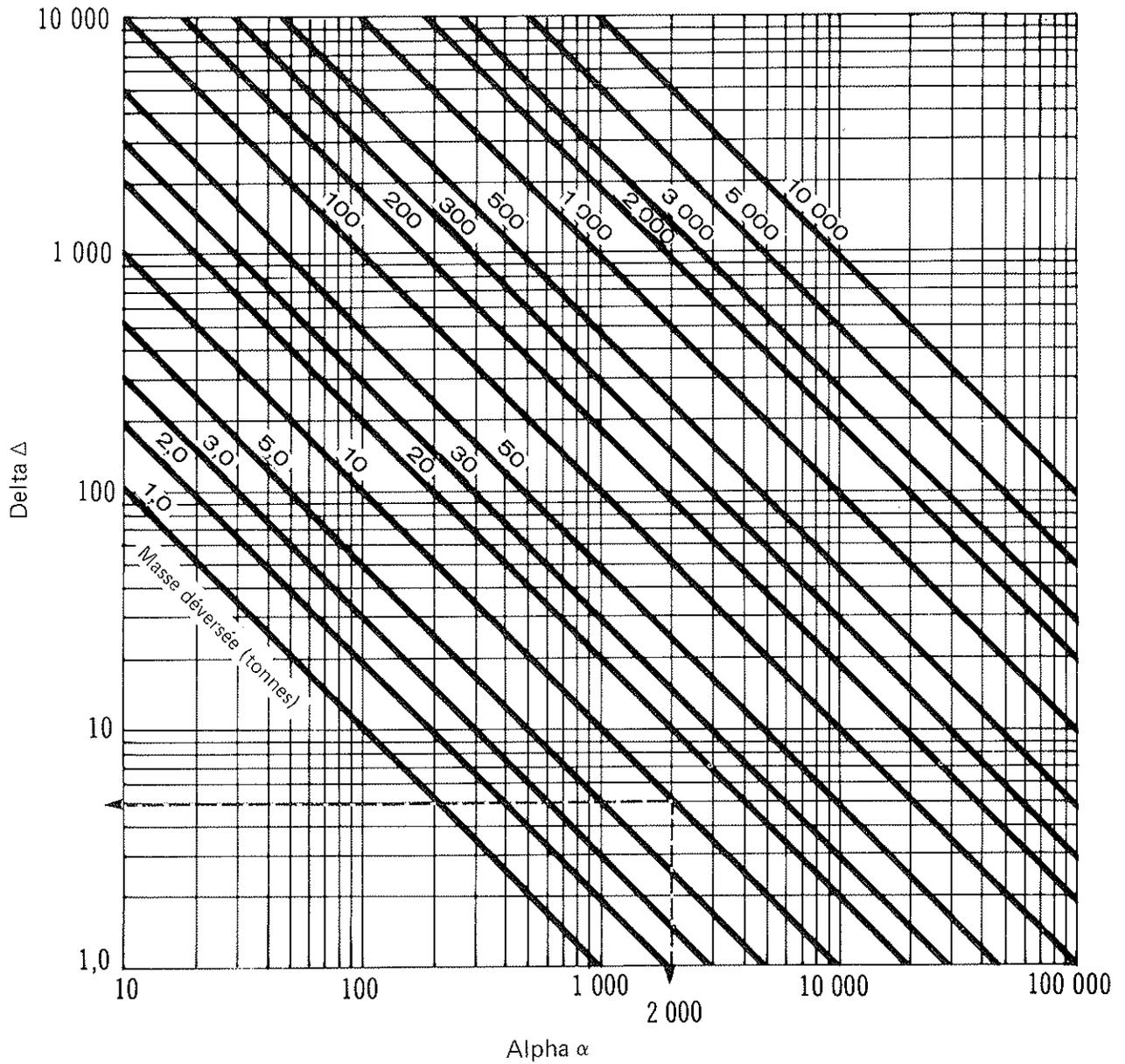


Figure 12 Teneur maximale en fonction de delta. – Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée (s), le lecteur trouve rapidement la teneur. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles dans l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les étendues d'eau calme ou les lacs (au repos)

Figure 13 Volume d'eau en fonction du rayon. – L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide miscible (dans l'eau), de densité équivalente à celle de l'eau, est représentée par un cylindre théorique de rayon (r) et de longueur égale à la hauteur d'eau (h) à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 13. Le rayon (r) équivaut à la distance (x) entre le lieu du déversement et le point où la teneur est mesurée.

Figure 14 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau. – Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon la masse de liquide déversé. Il est pris pour acquis que la diffusion du polluant est uniforme dans le cylindre. En pratique, dans le cas de substances dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Étapes du calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant dans une rivière non soumise aux marées. – Vingt tonnes d'une solution de phosphate d'ammonium à 30 p. 100 ont été déversées dans une rivière. La hauteur d'eau (h) est de 5 m et la largeur (L), de 50 m. La vitesse moyenne de l'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

- Étape 1 Déterminer les paramètres
 $L = 50 \text{ m}$; $h = 5 \text{ m}$; $V = 1 \text{ m/s}$; $x = 5\,000 \text{ m}$;
 $m = 20 \text{ tonnes}$ d'une solution à 30 p. 100 = 6 tonnes d'une solution à 100 p. 100
- Étape 2 Déterminer le temps requis pour atteindre le point qui nous intéresse
Comme $x = 5\,000 \text{ m}$ et $V = 1 \text{ m/s}$, $t = 83 \text{ mn}$ (fig. 7)
- Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique
Comme $L = 50 \text{ m}$ et $h = 5 \text{ m}$, $r = 4,2 \text{ m}$ (fig. 8)
- Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente
Comme $r = 4,2 \text{ m}$ et $V = 1 \text{ m/s}$, $E = 69 \text{ m}^2/\text{s}$ (fig. 9)
- Étape 5 Déterminer alpha
Comme $E = 69 \text{ m}^2/\text{s}$ et $t = 83 \text{ mn}$, $\alpha = 2\,000$ (fig. 10)
- Étape 6 Déterminer delta
Comme $\alpha = 2\,000$ et $m = 6 \text{ tonnes}$, $\Delta = 3$ (fig. 11)
- Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée
 $s = L \times h = 50 \times 5 = 250 \text{ m}^2$
- Étape 8 Déterminer la teneur maximale au point qui nous intéresse
Comme $\Delta = 3$ et $s = 250 \text{ m}^2$, la teneur est de 20 ppm (fig. 12)

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

TENEUR MAXIMALE
EN FONCTION DE DELTA

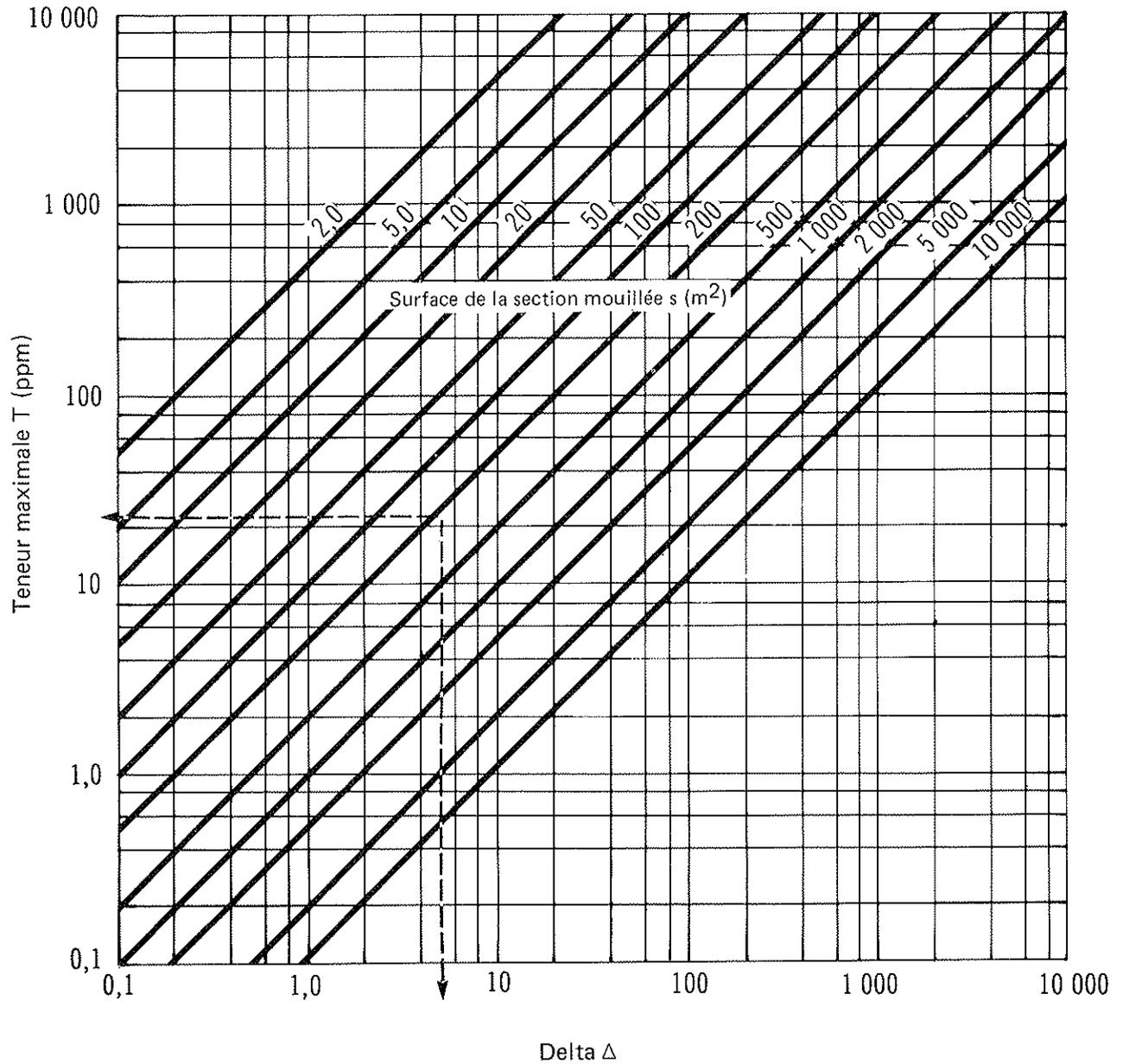
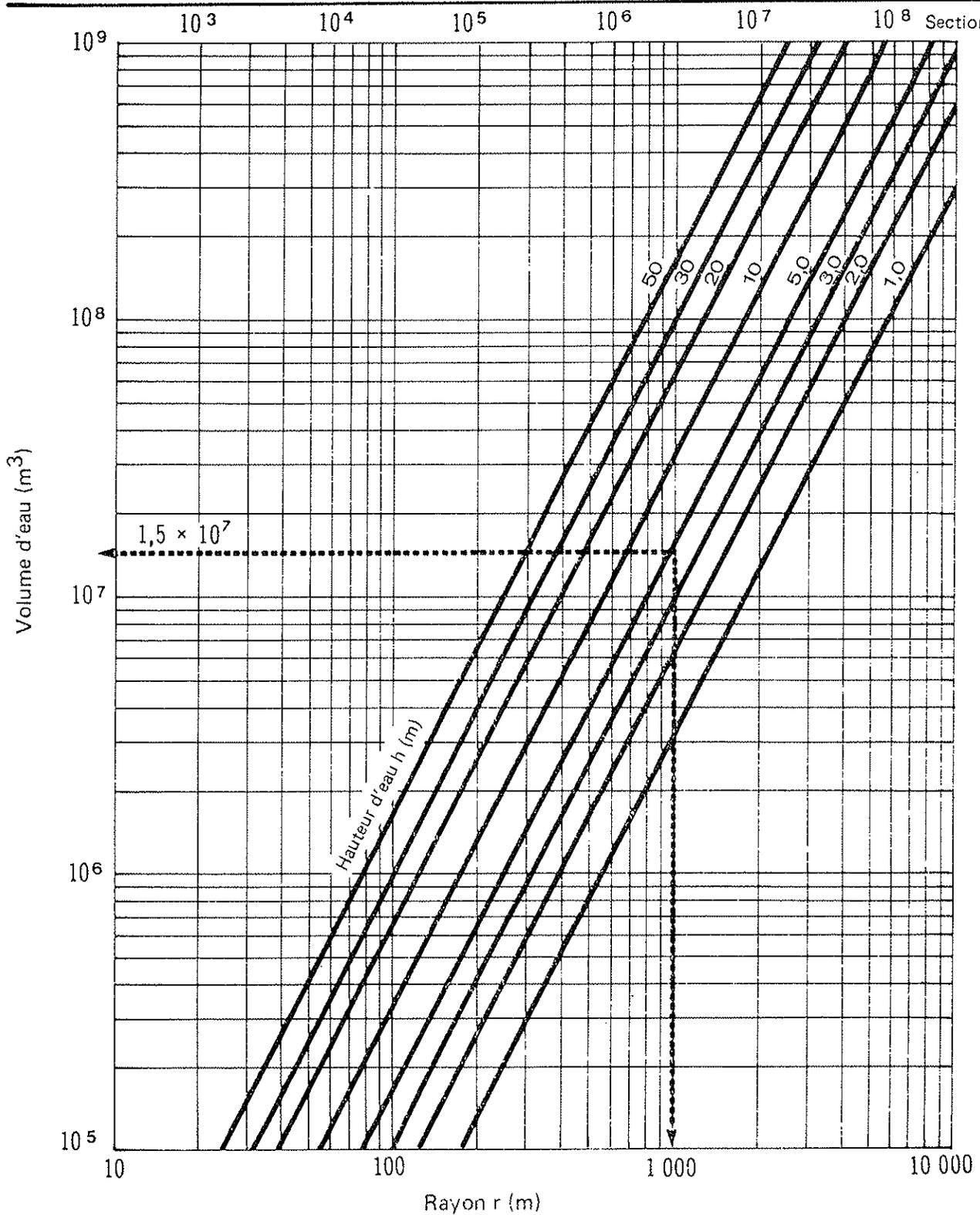


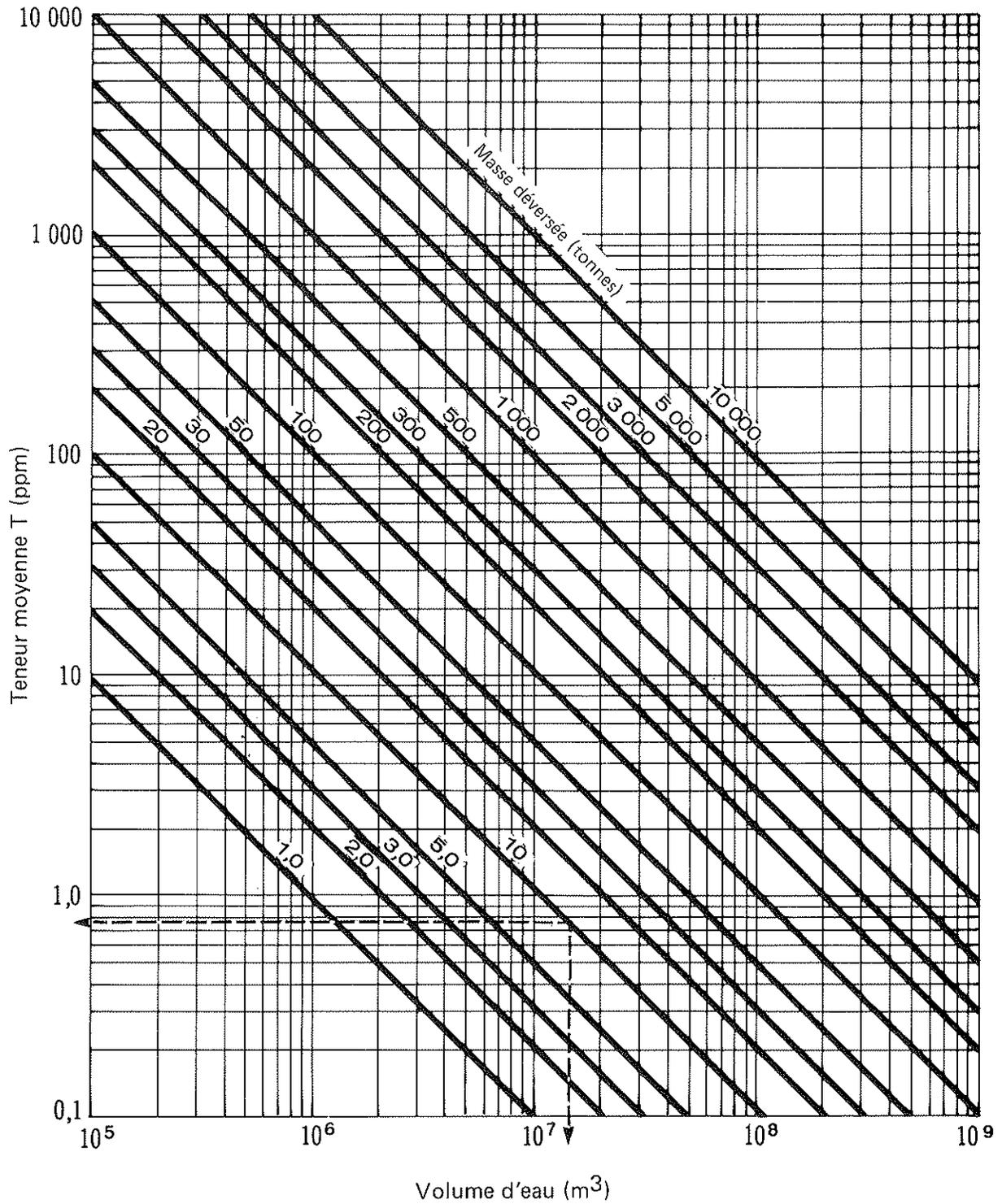
Figure 13

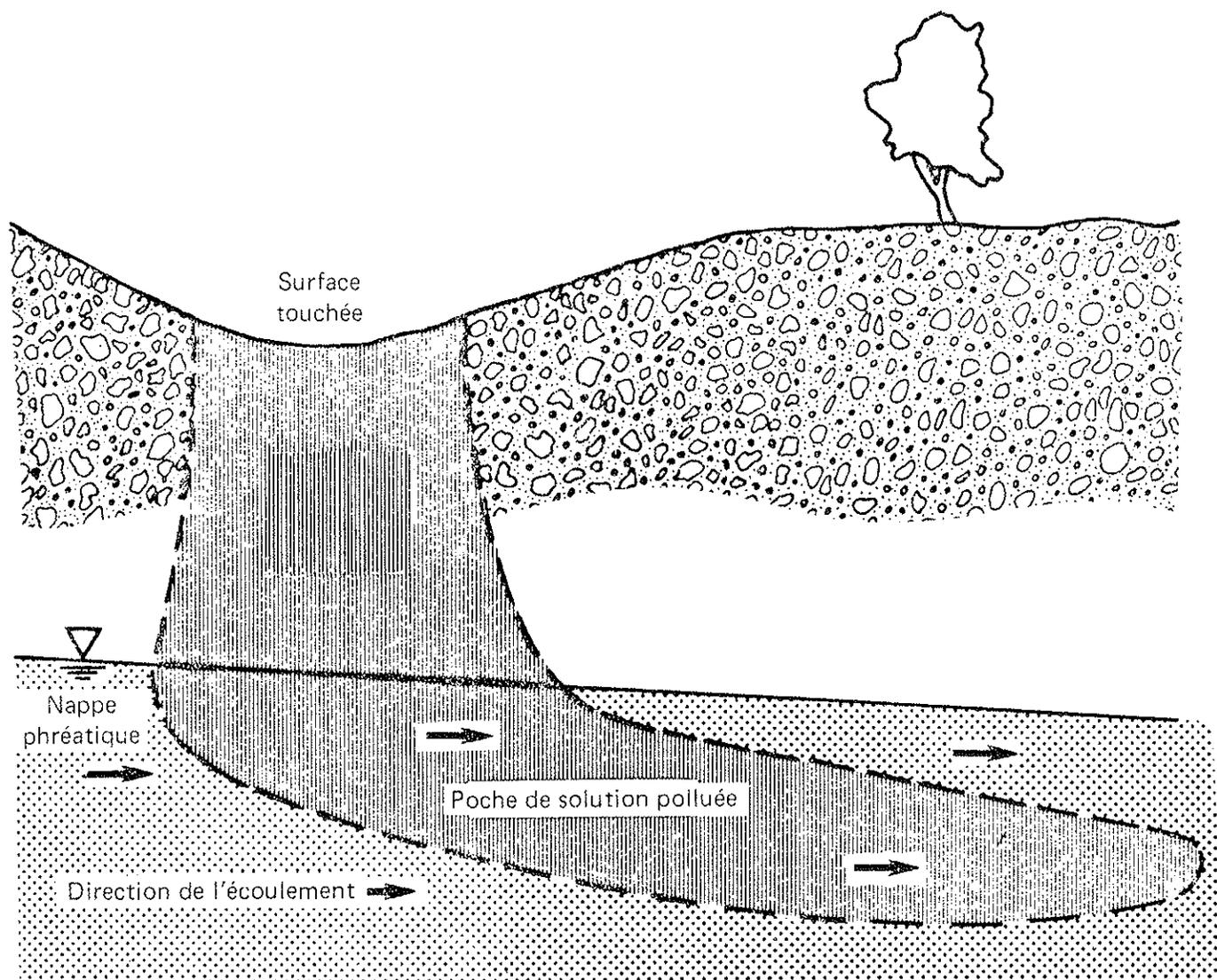
HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

VOLUME D'EAU
EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE



HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU



Sol: sable grossier

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

5.4.3.2 Teneur en polluant dans les étendues d'eau calme ou les lacs (au repos). – Vingt tonnes d'une solution de phosphate d'ammonium à 30 p. 100 ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1 000 m du lieu du déversement. Entre ce lieu et le point qui nous intéresse, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible en ce point?

Étape 1 Déterminer les paramètres

$h = 5 \text{ m}$; $r = 1\,000 \text{ m}$; $m = 6 \text{ tonnes}$ (l'équivalent de la solution à 100 p. 100)

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion

Comme $r = 1\,000 \text{ m}$ et $h = 5 \text{ m}$, $\text{vol.} = 1,6 \times 10^7 \text{ m}^3$ environ (fig. 13)

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne

Comme $\text{vol.} = 1,6 \times 10^7 \text{ m}^3$ et $m = 6 \text{ tonnes}$, la teneur moyenne est de 0,38 ppm (fig. 14)

5.5 Comportement dans la subsurface

5.5.1 Mécanismes. – Les principes de la migration des polluants dans le sol et leur application en ce qui a trait à la présente plaquette, ont été expliqués dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Nous n'aborderons donc ici que des points particuliers qui sont à considérer advenant le déversement de phosphates d'ammonium sur le sol et leur migration dans le sol.

Les phosphates d'ammonium sont généralement transportés et entreposés à l'état solide, sous forme de dihydrogénophosphate d'ammonium $[(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4]$ et/ou d'hydrogénophosphate d'ammonium $[(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4]$. Il ne sera toutefois question que du sel diammonique; les mêmes principes valent cependant pour le sel monoammonique.

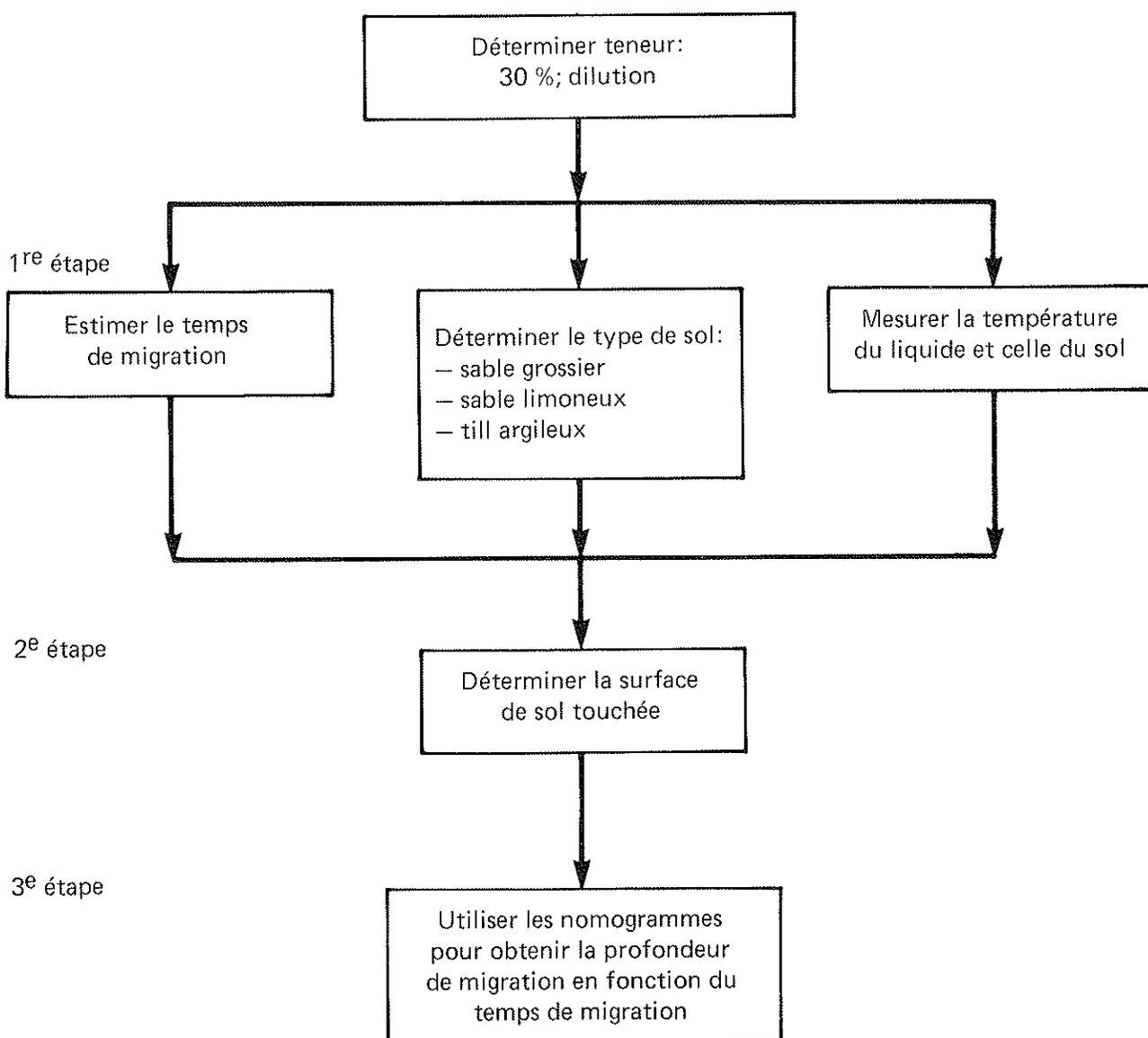
En cas de déversement de phosphates d'ammonium sur le sol, à l'état solide, le risque de pollution des eaux souterraines est faible si le sol est sec et que le nettoyage intervient avant des précipitations atmosphériques. La solubilité de $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$, à 20 °C, est d'environ 69 g/100 ml. Toute eau tombant sur le sol sous forme de précipitation, ou lors des opérations de nettoyage entraînera la dilution du polluant qui peut alors s'infiltrer dans le sol.

Tant les ions phosphate que les ions ammonium peuvent entraîner des interactions considérables dans le sol, surtout par échange d'ions. Ce phénomène n'a toutefois pas été retenu, car il peut constituer à lui seul un problème de pollution.

Il y aura ruissellement si le sol est saturé d'eau au moment du déversement. Pour nos calculs, nous avons supposé une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ. Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant, situation qui correspond au «pire cas».

Lorsque le polluant atteint la nappe phréatique, il continue sa migration dans la direction de l'écoulement de l'eau de la nappe. Il forme une poche de pollution au sein de laquelle les phénomènes de diffusion et de dispersion contribuent à une certaine baisse de la teneur en polluant. (Voir figure 15.)

5.5.2 Migration de l'hydrogénophosphate d'ammonium dans la zone non saturée. – Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du polluant dans la zone non saturée, jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Les vitesses de migration sont établies à partir de la loi de Darcy, en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc.



5.5.3 Coefficient de perméabilité de l'hydrogénophosphate d'ammonium en sol saturé. –

Le coefficient de perméabilité, qui correspond au coefficient k de la loi de Darcy, est un paramètre mesurant la perméabilité d'un milieu continu, en m/s. Il est défini par:

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

où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)

ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)

μ = viscosité absolue du fluide ($Pa \cdot s$)

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

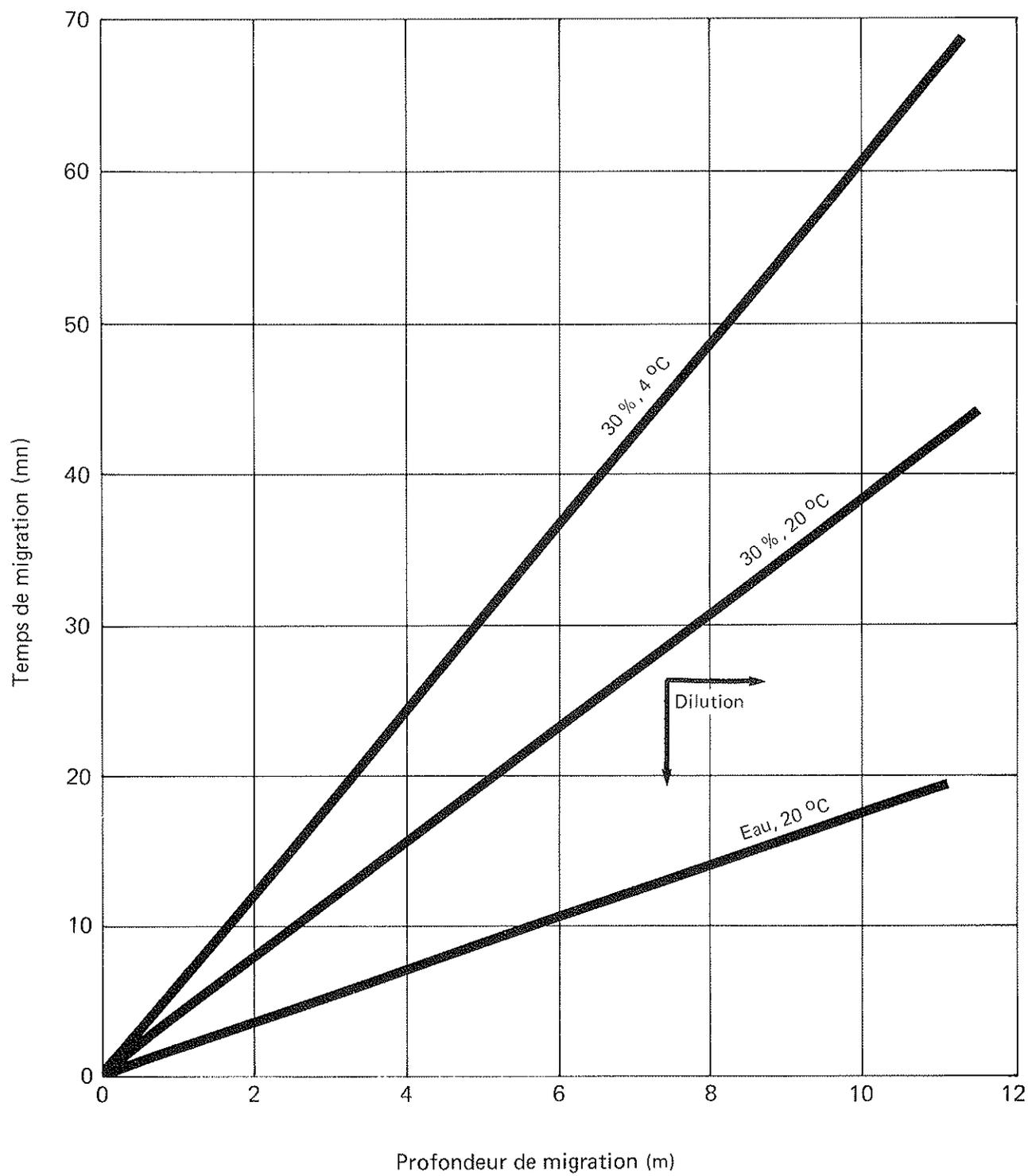
Les deux liquides présents sont le $(NH_4)_2 HPO_4$, en solution à 30 p. 100, et l'eau. Les données relatives à l'eau, dans le tableau ci-dessous, représentent le point extrême de dilution de l'hydrogénophosphate d'ammonium.

Propriétés	$(NH_4)_2 HPO_4$, 30 %		Eau
	20 °C	4 °C	20 °C
Masse volumique ρ (kg/m^3)	1,151	1,154	998
Viscosité absolue μ ($Pa \cdot s$)	$2,6 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité k (m/s)	$(0,44 \times 10^7)k$	$(0,28 \times 10^7)k$	$(0,98 \times 10^7)k$

5.5.4 Types de sol. – Le Manuel d'introduction Enviroguide décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous indique les propriétés qui nous intéressent.

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

5.5.5 Nomogrammes de migration. – Un nomogramme de migration des phosphates d'ammonium dans la zone non saturée (au-dessus de la surface de saturation) a été préparé pour chacun des trois types de sol choisis. La profondeur atteinte par le polluant est donnée en fonction du temps de migration. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le polluant doit être considérée comme maximale pour le temps donné. La figure 16 indique la marche à suivre dans l'utilisation des nomogrammes (fig. 17, 18 et 19). La droite représentant la profondeur atteinte par l'eau correspond à la profondeur maximale d'infiltration de l'eau à une température de 20 °C, pour un temps donné. Elle correspond donc à la profondeur maximale de migration du polluant dilué à l'extrême au contact de l'eau.



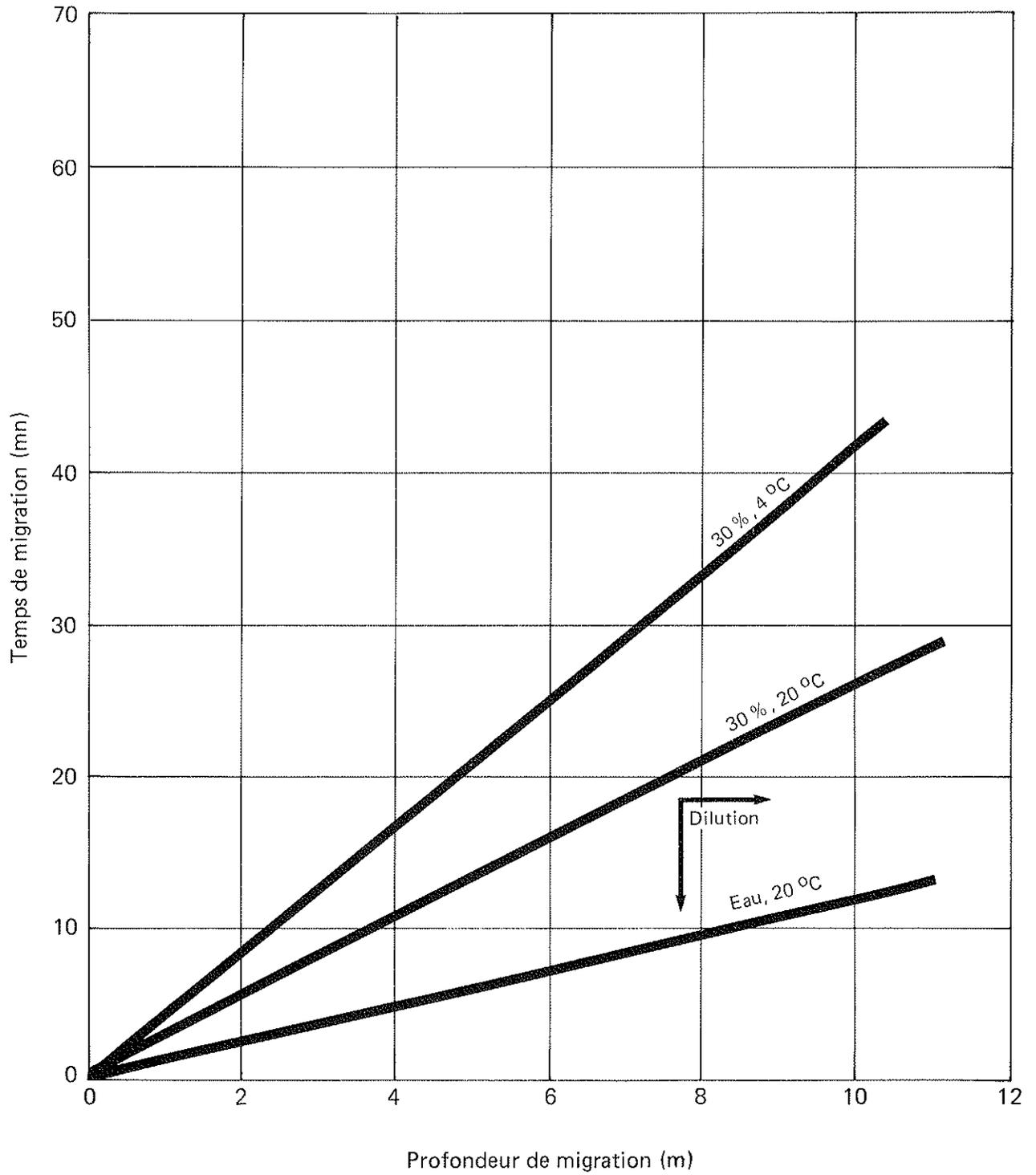
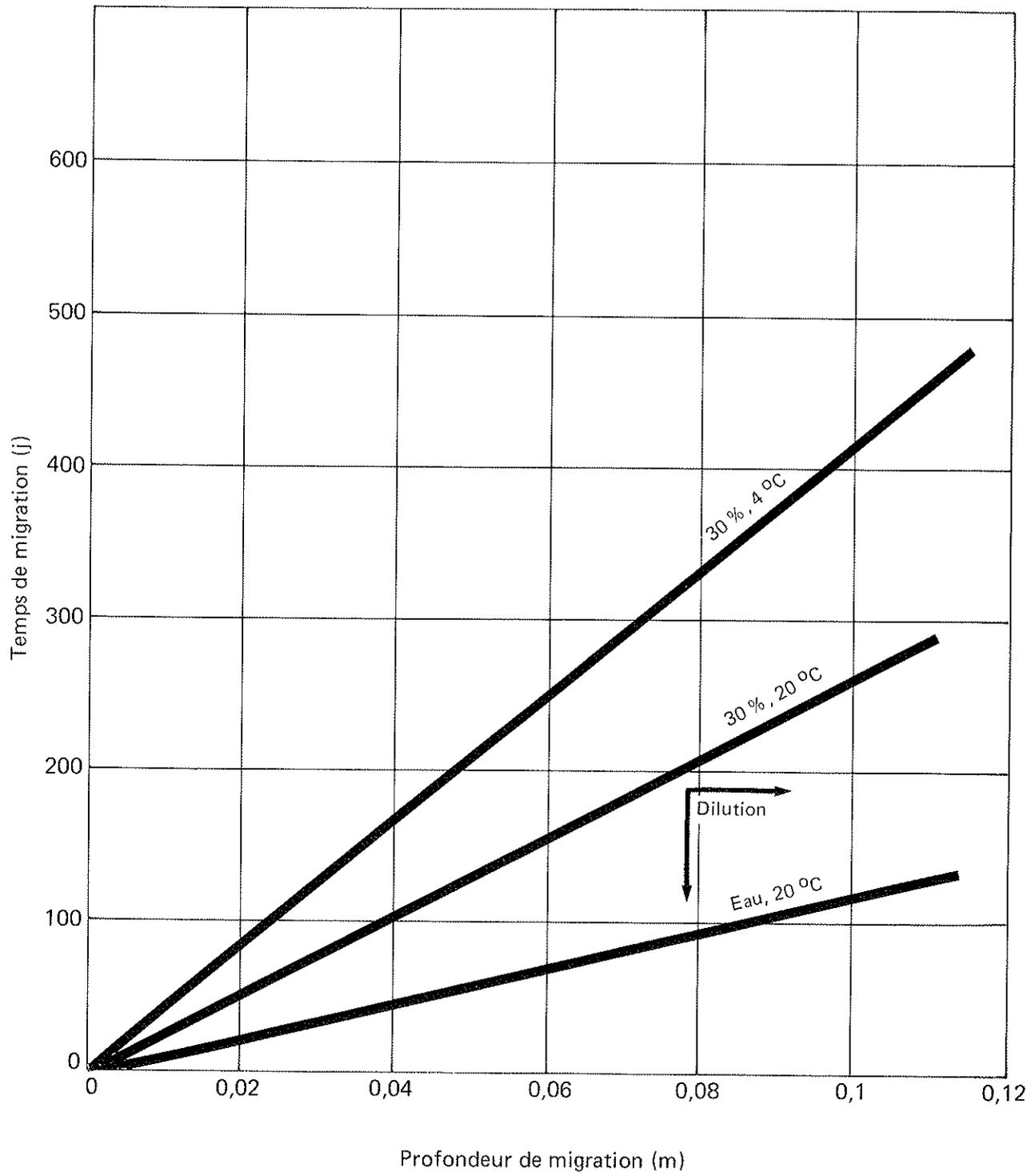


Figure 19

HYDROGÉNOPHOSPHATE D'AMMONIUM

MIGRATION DANS DU TILL ARGILEUX



5.5.6 Exemple de calcul. – Vingt tonnes de $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ à l'état solide ont été déversées sur un sol constitué de sable grossier. Le rayon de la surface polluée est de 8,6 m. La température s'élève à 20 °C. Calculer la profondeur atteinte par le polluant, 10 jours après le déversement.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

Masse déversée = 20 000 kg

Température = 20 °C

Rayon de la surface polluée = 8,6 m

Type de sol = sable grossier

Profondeur de la surface de saturation = 13 m

Temps écoulé depuis le moment du déversement = 10 j

Étape 2 Calculer la surface de sol pollué.

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

Étape 3 Évaluer la profondeur atteinte par le polluant après 10 j

Dans le cas du sable grossier, après 10 j, la profondeur est de 3,9 m pour une solution à 30 p. 100, et de 8,3 m lorsque le produit avait été dilué (pire cas) (voir figure 18).

La surface de saturation n'a pas été atteinte.

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

Il est à noter que les limites maximales admissibles constituent dans certains cas des éléments de règlements, alors que dans d'autres cas elles correspondent seulement à des recommandations.

6.1.1 Qualité de l'eau

6.1.1.1 Au Canada. – L'Ontario recommande une teneur limite de 0,02 mg d'ammoniaque (en NH_3) par litre (*Water Management Goals*, 1978).

6.1.1.2 Autres pays. – Aux États-Unis, la teneur limite recommandée est de 0,05 mg d'ammoniaque (en NH_3) par litre (OHM-TADS, 1981; O.I., 1970).

6.1.2 Qualité de l'air

6.1.2.1 Au Canada. – Il n'existe aucun règlement pour les phosphates d'ammonium. Par contre, des normes d'exposition ou des teneurs limites ont été fixées par divers paliers de gouvernement pour l'ammoniaque et les acides phosphoriques, produits de décomposition ou de dissociation des phosphates d'ammonium. Ces produits peuvent se former si des phosphates d'ammonium viennent en contact avec des bases. L'Ontario a fixé à $3,6 \text{ mg/m}^3$ la teneur maximale admissible d'ammoniaque dans l'environnement, et à $100 \mu\text{g/m}^3$ la teneur maximale admissible pour les acides phosphoriques (Loi sur la protection de l'environnement, 1971).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux États-Unis. – La tolérance moyenne pour 96 heures (TLm 96) aux phosphates d'ammonium correspond à des teneurs variant entre 1000 et 100 mg/l (RTECS, 1979).

6.2.2 Toxicité en eau douce

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Résultat	Caractéristiques de l'eau	Référence
A. Pour les poissons					
145	96	Saumon (alevins)	TL 50		Johnson, 1977
94	96	Truite (alevins)	TL 50		Johnson, 1977
350	96	Crapet arlequin	TL 50		Johnson, 1977
450	96	Achigan à grande bouche	TL 50		Johnson, 1977
225	24	Tête de boule	TL 50	pH 7,8; tests biologiques statiques et dynamiques	Inman, 1974

155	96	Tête de boule	TL 50	Idem	Inman, 1974
B. Pour les invertébrés					
40	96	Gammare	TL 50		Johnson, 1977

6.2.3 Études sur le milieu aquatique. – La teneur maximale admissible pour le poisson est de 0,5 mg d'ammoniaque à l'état libre, par litre. La toxicité est directement fonction du taux d'ammoniaque non-ionisé (NH_3) (OHM-TADS, 1981).

6.3 Études sur les effets toxiques

Les phosphates d'ammonium sont des substances nutritives et peuvent favoriser la croissance des algues.

6.4 Dégradation

Les phosphates d'ammonium sont des substances nutritives; l'azote et le phosphore sont rapidement assimilés par les micro-organismes. La chlorination de l'eau contenant des sels d'ammonium peut produire des chloramines malodorantes.

6.5 Devenir et effets à long terme

Vu que les phosphates d'ammonium sont des substances nutritives, l'équilibre des espèces aquatiques peut être bouleversé advenant un déversement. Il n'y a aucun risque de bioaccumulation ou de contamination de la chaîne alimentaire.

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

La documentation spécialisée donne très peu d'informations sur les effets nocifs observés chez des hommes et des animaux de laboratoire exposés aux phosphates d'ammonium. Les quelques travaux publiés concernent surtout leur action irritante sur les yeux et la peau.

Aucune des publications consultées ne traite des effets des phosphates d'ammonium sur la reproduction ou de leurs effets mutagènes ou cancérogènes, et aucune information n'a été trouvée sur les effets liés à une exposition de longue durée.

Les phosphates d'ammonium dibasique ou monobasique figurent dans l'inventaire dressé par l'agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA), conformément à la Loi sur le contrôle des substances toxiques.

Les données présentées dans ce chapitre rendent compte de l'information publiée jusqu'à maintenant.

7.1 Normes d'exposition recommandées

Aucune norme d'exposition n'a été trouvée pour les phosphates d'ammonium dans la documentation ou dans les lois et règlements des provinces, au Canada.

	Teneur recommandée	Référence
• Teneur pondérée en fonction du temps (MPT) Aucune donnée		
• Teneur admissible pour les expositions de courte durée (STEL) Aucune donnée		
• Teneur provisoire Durée d'exposition non précisée	0,5 mg/m ³ (dans l'air)	GE, 1980
• Autres aspects de la toxicité pour l'homme Aucune donnée		

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau. — Aucune donnée.

7.2.2 Contact avec les yeux. — Aucune donnée.

7.3 Seuil de perception des caractères organoleptiques

7.3.1 Odeur. — Aucune donnée

Phosphate d'ammonium dibasique : Vague odeur d'ammoniaque (CHRIS, 1978)
Inodore (ERCO PDS, 1981 b)

Phosphate d'ammonium monobasique: Vague odeur d'acide (CHRIS, 1978)
Inodore (ERCO PDS, 1981 a)

7.3.2 **Goût.** -- Aucune donnée.

7.4 Études à long terme

7.4.1 **Inhalation.** -- Aucune donnée.

7.4.2 **Ingestion.** -- Aucune donnée.

7.5 Symptômes d'intoxication

Aucune référence n'est donnée pour les symptômes de nature courante mentionnés dans la plupart des documents consultés. Seuls les symptômes ou troubles de nature inhabituelle ou particulière sont référencés.

7.5.1 Inhalation

1. Toux ou gêne respiratoire (poussières)
2. Irritation des muqueuses (dihydrogénophosphate d'ammonium) (CHRIS, 1978)
3. Douleurs thoraciques (TDB--en ligne, 1981)
4. Dyspnée (TDB--en ligne, 1981)
5. Hypoxémie consécutive à une forte irritation (TDB--en ligne, 1981)
6. Oedème pulmonaire et asphyxie (hydrogénophosphate d'ammonium) (CHRIS, 1978)

7.5.2 **Ingestion.** -- Les renseignements ci-dessous proviennent tous de TDB--en ligne, 1981.

1. Brûlures des muqueuses de la bouche, de la gorge et de l'oesophage, instantanément douloureuses
2. Dysphagie
3. Douleur épigastrique, pouvant s'accompagner de nausées et vomissements de matières glaireuses et à l'aspect de marc de café
4. Douleurs gastriques
5. Collapsus cardio-vasculaire pouvant entraîner une insuffisance rénale
6. Peau moite et froide
7. Pouls faible et rapide
8. Respiration peu profonde
9. Urines peu abondantes
10. Insuffisance circulatoire aiguë (choc)
11. Tachycardie
12. Oedème de la glotte
13. Rétrécissements (sténose) de l'oesophage, de l'estomac et du pylore qui se produisent tardivement et pouvant nécessiter une intervention chirurgicale
14. Mort

7.5.3 Contact avec la peau

1. Légère irritation cutanée (GE, 1980)
2. Dermite (TDB--en ligne, 1981)
3. Peau rugueuse (TDB--en ligne, 1981)
4. Graves brûlures (TDB--en ligne, 1981)

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Irritation (CHRIS, 1978)
2. Douleur cuisante (TDB—en ligne, 1981)
3. Gonflement des paupières (TDB—en ligne, 1981)
4. Érosion de la cornée
5. Perte de la vue (TDB—en ligne, 1981)

7.6 Toxicité des produits de décomposition ou de combustion, pour l'homme

Des vapeurs irritantes d'ammoniac, des oxydes d'azote et des oxydes de phosphore peuvent être libérés par les phosphates d'ammonium en cas d'incendie. Sous l'action de la chaleur, les phosphates d'ammonium libèrent des gaz toxiques d'oxydes d'azote (GE, 1980). Les vapeurs d'ammoniac et d'oxydes de phosphore sont particulièrement toxiques.

7.6.1 Oxyde nitrique – dioxyde d'azote – tétroxyde d'azote et ammoniac. — L'oxyde nitrique est un gaz incolore, à odeur très douce. Il se combine avec l'hémoglobine qui est oxydée dans le sang en méthémoglobine, ce qui provoque l'anoxie. L'oxyde nitrique n'est que légèrement irritant pour les voies respiratoires et les yeux si bien que les personnes exposées peuvent inhaler ce gaz assez longtemps avant que les premiers effets toxiques se manifestent (Sax, 1968). Dans l'air, l'oxyde nitrique est oxydé en dioxyde d'azote, qui est quatre à cinq fois plus toxique que l'oxyde nitrique (Patty, 1963). La TLV[®] pour l'oxyde nitrique est de 25 ppm, basée sur la teneur pondérée en fonction du temps (MPT – 8 h) et de 35 ppm pour l'exposition de courte durée (STEL) (TLV, 1981).

Aux températures ambiantes normales, le dioxyde d'azote et le tétroxyde d'azote sont tous deux présents (rapport NO₂/N₂O₄ de 3 pour 7 à 37,5 °C) (Sax, 1968). À des températures plus élevées, la proportion de NO₂ augmente. Le mélange de molécules de NO₂ et de N₂O₄ en équilibre est couramment appelé peroxyde d'azote. Le peroxyde d'azote est brun foncé et dégage une odeur âcre. Il est légèrement irritant pour les yeux, le nez et les voies respiratoires supérieures; il a cependant une action insidieuse si bien que les sujets exposés peuvent l'inhaler assez longtemps avant d'être incommodés. Le peroxyde d'azote est légèrement soluble dans l'eau. Lorsqu'il est en contact avec l'oxygène, il y a formation d'acide nitrique et d'acide nitreux. Cette formation s'opère très profondément dans les voies respiratoires, et provoque une irritation des poumons, avec congestion du pharynx et des bronches, et de l'œdème pulmonaire. Les symptômes d'intoxication sont notamment: faiblesse, nausées, douleurs abdominales, toux, crachats spumeux, accélération du rythme cardiaque, grave cyanose et convulsions. Une exposition trop prolongée entraînera la mort.

Les symptômes immédiats cèdent dès que le sujet est évacué à l'air frais. Par contre, les symptômes énumérés ci-dessus peuvent ne se manifester que dans les 6 à 24 heures. En cas d'intoxication fatale, le décès se produit dans les 8 à 48 heures qui suivent l'exposition. La TLV[®] pour le NO₂ est de 3 ppm (basée sur la teneur pondérée en fonction du temps) (MPT – 8 h) (TLV, 1981) et 5 ppm pour l'exposition de courte durée (STEL). La documentation ne donne aucune TLV[®] pour le tétroxyde d'azote.

L'ammoniac est un gaz incolore, d'odeur intense et suffocante. Le seuil olfactif est de 5 ppm. Une teneur de 100 ppm suffit pour irriter les muqueuses; une exposition prolongée à des teneurs dépassant 400 ppm peut causer la destruction de la surface des muqueuses par dissolution ou émulsification de la kératine, de la graisse et du cholestérol. La mort est généralement consécutive à l'œdème pulmonaire. La TLV[®] pour l'ammoniac est de 25 ppm (basée sur la teneur pondérée en fonction du temps), et de 35 ppm pour l'exposition de courte durée (STEL) (TLV, 1981).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre le phosphate d'ammonium monobasique 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 d'une plus grande toxicité	Augmentation de substances dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Caractéristiques	Sources
Produits chimiques Hypochlorite de sodium					•									NFPA, 1978
Chlorate de sodium					•									GE, 1980
En général Bases					•	•						Libération d'ammoniaque		GE, 1980

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

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

9.1.1 Risques d'incendie. — Les phosphates d'ammonium sont ininflammables. Ils peuvent cependant se décomposer en cas d'incendie et dégager alors des vapeurs irritantes d'ammoniac, des oxydes d'azote et des phosphates. Sous l'effet de la chaleur, ils peuvent se polymériser et libérer également de l'ammoniac (Stauffer PSIS, 1981).

9.1.2 Moyens d'extinction. — Utiliser de l'eau, une poudre extinctrice, du CO₂, de la mousse ou autres agents d'étouffement appropriés (Stauffer PSIS, 1981).

9.1.3 Mesures d'intervention, de nettoyage et de traitement en cas de déversement

9.1.3.1 Information générale. — Arrêter ou ralentir l'écoulement du produit si cela ne présente aucun risque. Éviter d'inhaler.

9.1.3.2 Déversement sur le sol. — Ramasser le produit déversé en soulevant le moins possible de poussières, placer les balayures dans des récipients à produits chimiques appropriés et évacuer ces derniers (Stauffer PSIS, 1981).

9.1.3.3 Déversements dans l'eau. — En cas de déversement dans l'eau, les phosphates d'ammonium se dissocient et produisent des ions phosphate et des ions ammonium. Pour le traitement sur place des ions phosphate, utiliser Al³⁺, Ca²⁺, Fe³⁺, Mg²⁺. Pour les ions ammonium, utiliser des zéolites naturelles, par ex. de la cléoptilolite (OHM-TADS, 1981).

9.1.4 Élimination. — Les phosphates d'ammonium recueillis ne doivent *jamais* être rejetés dans des égouts ou des eaux de surface. Après neutralisation soit sur les lieux du déversement ou dans une installation de traitement des déchets, la boue obtenue sera mise en décharge.

9.1.5 Appareils et vêtements de protection. — Pour entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés ne sont connues, il faut porter un appareil respiratoire autonome et être vêtu d'un vêtement protecteur contre les agents chimiques, *entièrement étanche*.

Si le produit déversé est du phosphate d'ammonium:

- porter des vêtements imperméables, un masque facial avec appareil respiratoire autonome, s'il y a dégagement d'ammoniac (Stauffer PSIS, 1981)
- porter des gants et des bottes en caoutchouc ou en plastique (ERCO PDS, 1981a)
- porter des lunettes de sécurité contre les produits chimiques lorsque la situation l'exige (ERCO PDS, 1981a).

9.1.6 Précautions spéciales. — Ne pas entreposer les phosphates d'ammonium avec ou à proximité de l'hypochlorite de sodium et certaines autres bases vu le risque de libération d'ammoniac. Ne pas entreposer dans des endroits très chauds.

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTELS

Seuls les cas qui présentent un intérêt pour le lecteur ont été retenus. En conséquence, le nombre de cas décrits ne traduit ni l'ampleur du problème ni la fréquence des déversements. L'information que nous donnons a pour but d'aider le lecteur à comprendre les mesures d'intervention prises.

Toute nouvelle information pertinente sera incluse dans les révisions ultérieures, au fur et à mesure des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'intervention.

10.1 Bris d'un réservoir de stockage

À la suite de vandalisme dans une usine d'engrais, un réservoir de 113 550 l de phosphate d'ammonium liquide (teneur en ammoniacque de 7 p. 100) a été endommagé. Environ 37 850 l ont été récupérés dans un puisard et 75 000 l se sont déversés dans un cours d'eau voisin, causant la mort de quelque 31 000 poissons.

L'équipe d'intervention est arrivée sur les lieux quelques jours après. Le produit visqueux qui se trouvait encore dans le puisard et le sol pollué ont été retirés au moyen de pelles rétro-caveuses, et les déchets ont été enfouis dans un champ à proximité de l'usine. Dans les parages du point de rejet dans la rivière, la teneur en ammoniacque atteignait 60 mg/l, mais à 2,5 km en aval, elle était tombée à des valeurs moins nocives.

Il a été jugé que le prochain orage diluerait suffisamment l'ammoniacque et que lorsque l'eau polluée atteindrait la partie de la rivière d'où l'on pompe de l'eau potable et qui sert également à des activités récréatives, à 110 km en aval du point de déversement, l'ammoniacque serait à l'état de traces. On n'a pas signalé de destruction de poissons par la suite.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DES POLLUANTS

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

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'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 États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials (ASTM) 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 Méthode colorimétrique (AWWA). – Cette méthode convient pour le dosage des phosphates d'ammonium présents dans l'air à des teneurs supérieures à 0,2 ppm ($851 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dans un échantillon de 30 litres.

Un échantillon de 30 litres d'air est recueilli au moyen d'un appareil de filtration qui comporte une membrane filtrante en ester cellulosique, d'un diamètre de 37 mm, avec pores de $0,8 \mu\text{m}$. L'échantillon est désorbé dans 100 ml d'eau en l'agitant vigoureusement pendant 45 mn. L'extrait doit être incolore et parfaitement limpide. On lui ajoute une goutte de phénolphtaléine. S'il se colore en rose, ajouter un acide fort, goutte à goutte, jusqu'à disparition de la couleur. Dissoudre 25 g de molybdate d'ammonium dans 175 ml d'eau, ajouter à une solution de 280 mg d'acide sulfurique concentré et 400 ml d'eau. Diluer à 1 litre. Préparer une solution de chlorure stanneux en ajoutant 2,5 g de chlorure stanneux dans 100 ml de glycérol; chauffer pour dissoudre. Ajouter à l'extrait 0,4 ml de solution au molybdate et 0,5 ml de solution au chlorure stanneux. Maintenir à une température constante à $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, entre $20 \text{ }^\circ\text{C}$ et $30 \text{ }^\circ\text{C}$, pendant le développement de la couleur. Attendre 10 à 12 minutes et effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 690 nm. Pratiquer parallèlement une mesure témoin avec de l'eau distillée ainsi qu'avec les réactifs. Se reporter à la courbe d'étalonnage. Minuter soigneusement les opérations car la couleur se forme progressivement puis perd peu à peu de son intensité.

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

Recueillir l'échantillon d'air tel qu'indiqué en 11.1 le désorber et le diluer dans 6 ml d'eau déionisée. Transférer 1 ml dans un bécher, ajouter 5 ml d'acide nitrique concentré et réduire l'échantillon à environ 1 ml par évaporation. *Cette opération doit se faire sous hotte.* Ajouter 2 ml d'eau et transvaser dans un tube à essais. Ajouter 1 ml de nitrate d'ammonium 1 M

et 2 ml de molybdate d'ammonium 0,5 M. Porter à ébullition. La formation d'un précipité jaune indique la présence de phosphates (Welcher, 1955).

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

11.3.1 Méthode colorimétrique (AWWA, 1981). — Cette méthode convient pour doser les phosphates d'ammonium dans l'eau à des teneurs supérieures à 25 $\mu\text{g/l}$ (0,025 ppm).

Recueillir un échantillon d'eau de 1 litre environ. L'échantillon doit être incolore et parfaitement limpide. Ajouter une goutte de phénolphtaléine. Si l'échantillon se colore en rose, ajouter de l'acide fort, goutte à goutte, jusqu'à disparition de la couleur. Préparer une solution de molybdate d'ammonium en dissolvant 25 g de molybdate d'ammonium dans 175 ml d'eau et l'ajouter à une solution constituée de 280 ml d'acide sulfurique concentré et 400 ml d'eau, et étendre à 1 litre. Préparer une solution de chlorure stanneux. Mettre 2,5 g de chlorure stanneux dans 100 ml de glycérol et chauffer pour dissoudre. Ajouter à l'extrait 0,4 ml de solution de molybdate et 0,5 ml de solution de chlorure stanneux. Maintenir à une température constante à ± 2 °C, entre 20 °C et 30 °C, pendant que la couleur se développe. Attendre 10 à 12 minutes et faire la lecture au spectrophotomètre approprié, à la longueur d'onde de 690 nm. Pratiquer parallèlement au dosage un essai à blanc avec de l'eau distillée et avec les réactifs. Se reporter à la courbe d'étalonnage. Minuter soigneusement les opérations car la couleur se forme progressivement puis perd peu à peu de son intensité.

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

Prélever environ 1 litre d'eau à analyser. L'eau doit être incolore et parfaitement limpide. En transférer 1 ml dans un bécher, ajouter 5 ml d'acide nitrique concentré et réduire à environ 1 ml par évaporation. *Cette opération doit se faire sous hotte.* Ajouter 2 ml d'eau et transférer dans un tube à essais. Ajouter 1 ml de nitrate d'ammonium 1,0 M et 2 ml de molybdate d'ammonium 0,5 M, et porter à ébullition. La formation d'un précipité jaune indique la présence de phosphates.

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

11.5.1 Méthode titrimétrique (AOAC, 1925). — Mélanger 5 g du sol à analyser et 10 g de peroxyde de sodium dans un creuset en porcelaine. Chauffer le mélange avec un bec Bunsen jusqu'à ce qu'une réaction s'amorce. Couvrir le creuset et chauffer au rouge faible pendant 30 minutes. Transvaser intégralement le mélange dans une fiole jaugée en rinçant avec de l'eau chaude. Acidifier avec de l'acide chlorhydrique concentré et porter à ébullition. Laisser refroidir et compléter au volume avec de l'eau. Laisser la silice se déposer et prélever 200 ml du surnageant.

De l'hydroxyde d'ammonium à 50 p. 100 est ajouté pour précipiter le fer, l'aluminium et le phosphore, puis la solution est filtrée. Laver plusieurs fois le précipité à l'eau chaude puis l'introduire dans un bécher. Dissoudre le précipité à l'aide d'acide chlorhydrique à 25 p. 100, chaud. Évaporer à siccité sur un bain-marie et éliminer la silice par filtration. Évaporer le filtrat jusqu'à l'obtention d'un volume de 10 ml environ et lui ajouter 2 ml d'acide nitrique concentré. Neutraliser l'excès d'acide avec de l'hydroxyde d'ammonium à 50 p. 100 puis ajouter de l'acide nitrique jusqu'à ce que la solution soit limpide. Porter la température de la solution entre 40 °C

et 50 °C en la chauffant sur un bain-marie et ajouter 15 ml de solution au molybdate. Maintenir à une température constante pendant une heure ou deux. Laisser reposer la solution toute la nuit. Filtrer, débarrasser le résidu de l'acide en le lavant à l'eau froide. Placer le filtre ainsi que le résidu dans un petit bécher et dissoudre avec de l'hydroxyde de sodium ou de potassium. L'excès d'alcali est titré à l'aide d'acide nitrique 1 *M*. Utiliser le phénolphthaléine comme indicateur (AOAC, 1925).

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

Procéder tel qu'indiqué en 11.5.1 jusqu'au prélèvement des 200 ml de surnageant. Mettre 1 ml du surnageant dans un tube à essais et ajouter 4 ml d'acide chlorhydrique 6 *M*. Porter à ébullition et introduire du sulfure d'hydrogène par barbotage. Centrifuger la solution et traiter le surnageant avec 5 ml d'acide nitrique concentré. Évaporer sous hotte pour ne conserver qu'environ 1 ml de solution. Ajouter 2 ml d'eau puis 1 ml de nitrate d'ammonium 1,0 *M* et 2 ml de molybdate d'ammonium 0,5 *M*. Porter à ébullition. Il y aura formation d'un précipité jaune si l'échantillon contient des phosphates (Welcher, 1955).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

(Reproduction intégrale de l'édition anglaise)

12.1 Références

AOAC 1925: Association of Official Agricultural Chemists, Methods of Analysis, Washington, D.C., p. 31. (1925).

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

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., pp. 417-420. (1981).

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

CCPA 1981: The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario. (October, 1981).

CCPA 1982: The Canadian Chemical Producers' Association, private communication, Ottawa, Ontario. (November, 1982).

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

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

Corpus 1981: Corpus Information Services Ltd., "Ammonium Phosphates", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1981).

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

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

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

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

ERCO PDS 1981a: Erco Industries Ltd., Product Data Sheet on Monoammonium Phosphate, Islington, Ontario. (1981).

ERCO PDS 1981b: Erco Industries Ltd., Product Data Sheet on Diammonium Phosphate, Islington, Ontario. (1981).

ERCO: Erco Industries Ltd., Properties of Inorganic Phosphate Salts, Islington, Ontario. Not dated.

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

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

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

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

HMIR 1980: World Information Systems, "Spilled Fertilizer Kills More than 30,000 Fish in Missouri", Hazardous Material Intelligence Report, p. 3. (22 August 1980).

IMC 1976: International Minerals and Chemical Corp., Monofos Information Data Sheet, Mundelein, Illinois. (1976).

Inman 1974: Inman, R.C., Acute Toxicity of Phos-check 202 and Diammonium Phosphate to Fathead Minnows, U.S. NTIS No. AD/A 006122/6 GA. (December, 1974).

Johnson 1977: Johnson, W.W., Sanders, H.D., "Chemical Forest Fire Retardants: Acute Toxicity to Five Freshwater Fishes and a Scud", U.S. Fish and Wildlife Service Technical Paper, Vol. 91, pp. 1-8. (1977).

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

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

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

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

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

O.I. 1970: Oceanology International. (October, 1970).

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 1963: Patty, F.A., Fassett, D.W., Irish, D.D. (ed.), Industrial Hygiene and Toxicology, Second Revised Edition, Vol. II, Toxicology, Interscience Publishers, New York, New York. (1963).

PC 1981: Personal Communication (Letter) with Erco Industries Limited, Islington, Ontario. (November, 1981).

PC 1982: Personal Communication, Sherritt Gordon Mines Limited, Toronto, Ontario. (3 February 1982).

PC DOC 1982: Personal Communication, Missouri Department of Conservation, Columbia, Missouri. (15 June 1982).

RTDCR 1974: Regulations for the Transport of Dangerous Commodities by Rail, Canadian Transport Commission, 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, Ohio. (September, 1980).

Sax 1968: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Third Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1968).

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

Sherritt: Personal Communication, Sherritt Gordon Mines Limited. (1982).

Stauffer IDS 1979: Stauffer Chemical Company of Canada Limited, Information Data Sheet on Monoammonium Phosphate, Markham, Ontario. (1979).

Stauffer IDS 1981: Stauffer Chemical Company of Canada Ltd., Information Data Sheet on Diammonium Phosphate, Markham, Ontario. (1981).

Stauffer MSDS 1981: Stauffer Chemical Company, Material Safety Data Sheet, Westport, Connecticut. (1981).

Stauffer PSIS 1981: Stauffer Chemical Company, Product Safety Information, Diammonium Phosphate, Westport, Connecticut. (September, 1981).

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

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

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

TLV 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 1981, Cincinnati, Ohio. (1981).

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

U.S. DOL MSDS 1979: U.S. Department of Labour, Material Safety Data Sheet, Monoammonium Phosphate, Occupational Safety and Health Administration, Washington, D.C. (1979).

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).

Welcher 1955: Welcher, F.J., Hahn, R.B., Semimicro Qualitative Analysis, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey, pp. 458. (1955).

12.2 Bibliographie

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 1981, Cincinnati, Ohio. (1981).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., pp. 417-420. (1981).

Association of Official Agricultural Chemists, Methods of Analysis, Washington, D.C., p. 31. (1925).

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

The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario. (October, 1981).

The Canadian Chemical Producers' Association, private communication, Ottawa, Ontario. (November, 1982).

Canadian Transport Commission, Regulations for the Transport of Dangerous Commodities by Rail, Ottawa, Ontario. (1974).

Corpus Information Services Ltd., "Ammonium Phosphates", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1981).

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

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

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

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

Erco Industries Ltd., Product Data Sheet on Diammonium Phosphate, Islington, Ontario. (1981).

Erco Industries Ltd., Product Data Sheet on Monoammonium Phosphate, Islington, Ontario. (1981).

Erco Industries Ltd., Properties of Inorganic Phosphate Salts, Islington, Ontario. Not dated.

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

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, Material Safety Information Services, Schenectady, New York. (August, 1980).

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

- GSR Fluid Handling, Thermoplastic Piping Systems, Sun Valley, California. (1978).
- Hydraulic Institute, Hydraulic Institute Standards, 12th Edition, New York, New York. (1969).
- Inman, R.C., Acute Toxicity of Phos-check 202 and Diammonium Phosphate to Fathead Minnows, U.S. NTIS No. AD/A 006122/6 GA. (December, 1974).
- International Minerals and Chemical Corp., Monofos Information Data Sheet, Mundelein, Illinois. (1976).
- Jenkins Brothers, Jenkins Corrosion Resistant Stainless Steel Valves, New York, New York. (1979).
- Johnson, W.W., Sanders, H.D., "Chemical Forest Fire Retardants: Acute Toxicity to Five Freshwater Fishes and a Scud", U.S. Fish and Wildlife Service Technical Paper, Vol. 91, pp. 1-8. (1977).
- 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, Ohio. (September, 1980).
- National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, Texas. (1967).
- National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, Massachusetts. (1978).
- Oceanology International. (October, 1970).
- Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. EPA, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, D.C. (1981).
- 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).
- Patty, F.A., Fassett, D.W., Irish, D.D. (ed.), Industrial Hygiene and Toxicology, Second Revised Edition, Vol. II, Toxicology, Interscience Publishers, New York, New York. (1963).
- Personal Communication (Letter) with Erco Industries Limited, Islington, Ontario. (November, 1981).
- Personal Communication, Missouri Department of Conservation, Columbia, Missouri. (15 June 1982).
- Personal Communication, Sherritt Gordon Mines Limited. (1982).
- Personal Communication, Sherritt Gordon Mines Limited, Toronto, Ontario. (3 February 1982).

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

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, Third Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, New York. (1968).

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

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

Stauffer Chemical Company of Canada Limited, Information Data Sheet on Diammonium Phosphate, Markham, Ontario. (1981).

Stauffer Chemical Company of Canada Limited, Information Data Sheet on Monoammonium Phosphate, Markham, Ontario. (1979).

Stauffer Chemical Company, Material Safety Data Sheet, Westport, Connecticut. (1981).

Stauffer Chemical Company, Product Safety Information, Diammonium Phosphate, Westport, Connecticut. (September, 1981).

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

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

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

U.S. Department of Labour, Material Safety Data Sheet, Monoammonium Phosphate, Occupational Safety and Health Administration, Washington, D.C. (1979).

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

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

Welcher, F.J., Hahn, R.B., Semimicro Qualitative Analysis, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey, pp. 458. (1955).

World Information Systems, "Spilled Fertilizer Kills More than 30,000 Fish in Missouri", Hazardous Material Intelligence Report, p. 3. (22 August 1980).

