



Secrétariat

Distr.
GÉNÉRALE

ST/SG/AC.10/C.3/1999/49
20 avril 1999

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMITÉ D'EXPERTS EN MATIÈRE DE TRANSPORT
DES MARCHANDISES DANGEREUSES

Sous-Comité d'experts du transport
des marchandises dangereuses
(Seizième session,
Genève, 5-16 juillet 1999,
point 5 g) de l'ordre du jour)

DIVERS PROJETS D'AMENDEMENTS AU RÈGLEMENT TYPE
SUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES DANGEREUSES

Matières toxiques à l'inhalation

Emballage des matières toxiques à l'inhalation

Transmis par l'expert des États-Unis d'Amérique

1. Le Sous-Comité a décidé à sa quinzième session de remettre à l'exercice biennal 1999-2000 la poursuite de l'examen des prescriptions relatives aux matières toxiques à l'inhalation. Bien que plusieurs documents consacrés à cette question aient été repris de la période biennale précédente, l'expert des États-Unis d'Amérique estime que le problème des matières toxiques à l'inhalation devrait être étudié graduellement. Un premier pas important serait de fixer des critères bien définis et de répertorier les matières y répondant.

2. En adoptant des prescriptions particulières d'emballage (instructions d'emballage P601 et P602) pour les matières qui ont été affectées à la division 6.1, groupe d'emballage I, sur la base de leur toxicité à l'inhalation (dénommées ci-après matières toxiques à l'inhalation), le Sous-Comité a jugé qu'il convenait d'assortir de telles prescriptions les matières répondant à ces critères de toxicité. On connaît toutefois des matières qui, bien que satisfaisant à ces critères, n'ont pas été affectées aux mêmes instructions d'emballage.

3. De l'avis de l'expert des États-Unis, une des premières choses à faire au cours de la présente période biennale en ce qui concerne les matières toxiques à l'inhalation serait de recourir systématiquement à des critères pour leur appliquer les instructions d'emballage. Les critères de toxicité à l'inhalation pour la division 6.1, groupe d'emballage I, définissent déjà le groupe de matières affectées aux instructions P601 et P602, mais ce sont les critères d'affectation de ces matières aux deux instructions d'emballage qui restent à préciser.

Rapport volatilité/CL₅₀ utilisé pour affecter les matières aux instructions P601 et P602

4. Les rapports de la volatilité à la CL₅₀ sont utilisés de longue date dans le Règlement type pour classer les matières présentant un risque à l'inhalation aux groupes d'emballage de la division 6.1 (voir 2.6.2.2.4.3). La décision d'affecter les matières à la P601 ou à la P602 était certes prise sur la base des instructions d'emballage existantes, mais l'on constate que les matières étaient affectées généralement à la P601 lorsque la toxicité était égale ou inférieure à 200 ppm (le Système mondial harmonisé comporte aussi un niveau de classement à une CL₅₀ de 200 ppm (1 heure)) et que le rapport de la pression de vapeur à la toxicité (PV/CL₅₀) était égal ou supérieur à 2 000. C'est bien ce que montre la liste des matières de l'annexe 1, tableau 1.

5. Les critères peuvent être tirés des affectations aux instructions d'emballage; toutefois, l'expert des États-Unis estime qu'il faut définir plus clairement les critères d'affectation des matières à la P601, afin que toutes les matières qui comportent des degrés comparables de risque soient soumises aux mêmes règles. Dans des documents antérieurs, l'expert des États-Unis avait proposé d'appliquer un rapport volatilité/CL₅₀ d'au moins 500, afin de bien établir la distinction entre les matières affectées respectivement à la P601 et à la P602. Par modélisation de la dispersion des vapeurs, il a évalué les incidences selon que le rapport retenu était de 500 ou de 2 000. L'annexe 2 présente une description de l'analyse et ses résultats. Bien qu'il soit nécessaire de poser un certain nombre d'hypothèses pour mener l'analyse, celle-ci permet de comparer les degrés de risque des deux rapports de volatilité. Elle illustre aussi les risques comparatifs entre inflammabilité et toxicité à l'inhalation, cette dernière présentant un risque supérieur de plusieurs ordres de grandeur.

6. La décision d'utiliser un rapport de 500 ou de 2 000 est certes subjective. L'expert des États-Unis est néanmoins persuadé, compte tenu des données fournies, que l'on peut accroître notablement la sécurité en faisant en sorte que les matières dont le rapport volatilité/CL₅₀ est égal ou supérieur à 500 et ayant une CL₅₀ égale ou inférieure à 200 ppm soient assujetties à l'obligation d'être placées dans des emballages conformes à la P601. Il est donc proposé d'utiliser ces critères pour affecter les matières à la P601.

7. L'adoption d'un rapport de 500 entraînera la réaffectation à la P601 de quelques-unes des matières liées actuellement à la P602. C'est le cas notamment des matières des rubriques ONU 1238, 1239, 1244 et 1834 (voir le tableau 2 de l'annexe 1).

Proposition

8. Il est proposé que pour les numéros ONU 1238, 1239, 1244 et 1834, la colonne 8 de la Liste des marchandises dangereuses soit révisée en y portant l'indication "P601".

9. Vu les critères d'affectation des matières à la P601, proposés au paragraphe 6 ci-dessus, les matières des rubriques ONU 2482 et 2484 (voir le tableau 2 de l'annexe 1), affectées actuellement à la P001, devraient être réaffectées à la P601.

Proposition

10. Il est proposé que pour les numéros ONU 2482 et 2484, la colonne 8 de la Liste des marchandises dangereuses soit révisée en y portant l'indication "P601".

11. Il découle de la proposition du paragraphe 6 que les critères pour l'affectation des matières à la P602 consistent à avoir une CL_{50} inférieure à 1 000 ppm et un rapport volatilité/ CL_{50} inférieur à 500 mais égal ou supérieur à 10. Plusieurs matières déjà affectées à la P001 répondent à ces critères, et le tableau 3 de l'annexe 1 fournit les données pertinentes qui les concernent.

Proposition

12. Il est proposé de réviser la colonne 8 de la Liste des marchandises dangereuses en y portant l'indication "P602" pour les matières des numéros ONU ci-après : 2644, 1809, 1143, 1810, 1722, 1829, 2442, 1695, 2487, 2232, 2488, 2382, 2485, 3079, 2407, 1838, 1135, 1754, 2826, 2438, 2606, 3023, 2477, 1752, 2646, 2337, 2521 et 3246.

ANNEXE 1

Liste des matières répondant aux critères de toxicité à l'inhalation de la division 6.1, GE I

Tableau 1. Liste des matières visées actuellement par la P601

No ONU		Nom	CL ₅₀	CVS	CVS/CL ₅₀
1259	P601	Nickel-tétracarbonyle	18	422 000	23 444,44
2480	P601	Isocyanate de méthyle	22	458 000	20 818,18
1380	P601	Pentaborane	12	225 000	18 750
1251	P601	Méthylvinylcétone	5	93 400	18 680
1092	P601	Acroléine stabilisée	25	289 000	11 560
1994	P601	Fer pentacarbonyle	6	30 300	5 050
1185	P601	Éthylèneimine stabilisée	76	217 000	2 855,26
1744	P601	Brome	113	237 000	2 097,35
1605	P601	Dibromure d'éthylène	650	11 300	17,38
1744	P601	Brome en solution	--	--	--
3294	P601	Cyanure d'hydrogène en solution alcoolique	--	--	--
1613	P601	Acide cyanhydrique en solution aqueuse	--	--	--
3281	P601	Métaux-carbonyle, n.s.a. (liquides)	--	--	--

CVS : Concentration de vapeur saturée.

Tableau 2. Matières dont l'affectation à la P601 est proposée

No ONU	Instruction d'emballage		Nom	CL ₅₀ (ppm)	CVS (ppm)	CVS/CL ₅₀	Source des données	RTECS #
	Actuelle	Proposée						
1238	P602	P601	Chloroformiate de méthyle	88	135 000	1 534,09	R	FG3675
1239	P602	P601	Éther méthylique monochloré	160	210 000	1 312,50	R*	KN6650
1244	P602	P601	Méthylhydrazine	68	50 300	739,71	R*	MV5600
1834	P602	P601	Chlorure de sulfuryle	131	142 000	1 083,97	A	WT4870
2482	P001	P601	Isocyanate de n-propyle	44	69 700	1 584,09	A	NR0190
2484	P001	P601	Isocyanate de tert-butyle	22	19 700	895,45	A	NQ8300

A Données obtenues par l'Autorité compétente des États-Unis par correspondance avec les industries intéressées.

R Données du RTECS (Registre of Toxic Effects of Chemical Substances).

* CL rapportées à une heure.

Tableau 3. Matières dont l'affectation à la P602 est proposée

No ONU	Instruction d'emballage		Nom	CL ₅₀ (ppm)	CVS (ppm)	CVS/CL ₅₀	Source des données	RTECS #
	Actuelle	Proposée						
2644	P001	602	Iodure de méthyle	448	414 000	924,11	R*	PA9450
1809	P001	602	Trichlorure de phosphore	208	125 000	600,96	R*	TH3675
1143	P001	602	Aldéhyde crotonique (crotonaldéhyde) stabilisé	93	42 100	452,69	R*	GP9499
1810	P001	602	Oxychlorure de phosphore	96	35 500	369,79	R*	TH4897
1722	P001	602	Chloroformiate d'allyle	61	20 400	334,43	A	LQ5775
1829	P001	602	Trioxyde de soufre stabilisé	347	98 700	284,44	A	WT4830
2442	P001	602	Chlorure de trichloracétyle	128	22 700	177,34	R*	AO7140
1695	P001	602	Chloracétone stabilisée	262	41 900	159,92	R	UC0700
2487	P001	602	Isocyanate de phényle	16	2 470	154,38	A	DA3675
2232	P001	602	Chloro-2 éthanal (chloracétaldéhyde)	160	24 300	151,88	A	AB2450
2488	P001	602	Isocyanate de cyclohexyle	15	2 170	144,67	A	NQ8650
2382	P001	602	Diméthylhydrazine symétrique	680	92 000	135,29	A*	MV2625
2485	P001	602	Isocyanate de n-butyle	105	13 900	132,38	A	NQ8250
3079	P001	602	Méthacrylonitrile stabilisé	656	84 200	128,35	R*	UD1400
2407	P001	602	Chloroformiate d'isopropyle	299	36 800	123,08	A	LQ6475
1838	P001	602	Tétrachlorure de titane	119	12 800	107,56	R*	XR1925
1135	P001	602	Monochlorhydrine du glycol	74	6 450	87,16	A	KK0875
1754	P001	602	Acide chlorosulfonique	16	1 320	82,50	A	FX5730
2826	P001	602	Chlorothioformiate d'éthyle	138	10 900	78,99	A	LQ6950
2438	P001	602	Chlorure de triméthylacétyle	507	35 500	70,02	A	AO7200
2606	P001	602	Orthosilicate de méthyle	200	13 300	66,50	A	VV9800
3023	P001	602	2-Méthyl-2-heptanethiol	102	5 000	49,02	R*	MJ1500
2477	P001	602	Isothiocyanate de méthyle	635	27 400	43,15	A	PA9625
1752	P001	602	Chlorure de chloracétyle	660	24 600	37,27	A	AO6475
2646	P001	602	Hexachlorocyclopentadiène	3	100	33,33	R*	GY1225
2337	P001	602	Mercaptan phénylique	66	1 450	21,97	R*	DC0525
2521	P001	602	Dicétène stabilisé	551	10 500	19,06	A	RQ8225
3246	P001	602	Chlorure de sulfonylméthane	205	2 760	13,46	A	--

A Données obtenues par l'Autorité compétente des États-Unis par correspondance avec les industries concernées.

R Données du RTECS.

* CL rapportées à une heure.

CVS Concentration de vapeur saturée.

ANNEXE 2

Évaluation du risque pour les matières de la division 6.1, GE I, toxiques à l'inhalation

Introduction

Cette évaluation s'attache à déterminer le risque que présentent les matières dont le rapport pression de vapeur/CL₅₀ est de 500 relativement à celles dont le rapport est de 2 000, pour les matières toxiques à l'inhalation ayant une CL₅₀ égale ou inférieure à 200 ppm.

Le risque relatif est évalué par une analyse des conséquences des fuites de certaines matières toxiques à l'inhalation de la division 6.1, GE I, l'objectif étant de comparer les effets des fuites accidentelles de divers produits chimiques sur la population touchée. Quelques-unes des matières sont aussi inflammables et peuvent donc s'enflammer dans un tel cas. On compare aussi les effets de la toxicité avec ceux de l'inflammabilité - cause d'accidents, dont les effets, dus au rayonnement thermique et aux ondes de souffle et de choc, en cas d'explosion, font des victimes, en morts ou en blessés.

Méthode

On imagine un scénario d'accident comprenant une fuite, la vaporisation et la dispersion en résultant dans l'atmosphère. Étant donné que le dégagement et le taux de vaporisation dépendent étroitement du scénario d'accident envisagé, il est nécessaire de postuler les caractéristiques du scénario.

Le taux de dégagement dépend de la façon dont le fluide s'est échappé du récipient, de la pression exercée dans celui-ci par la vapeur de la matière et de la température de cette dernière. Aux fins de la présente analyse, deux températures étaient considérées : 20 °C et 55 °C.

Avant de procéder à la modélisation de la dispersion pour évaluer l'exposition des populations sous le vent, il faut estimer la quantité de matière qui s'évapore dans l'air à partir de la flaque de liquide déversé, ou que le récipient laisse s'échapper dans l'air. Le taux d'émission varie avec le type et la taille du récipient, l'état du fluide dans celui-ci, la température, la pression, l'étendue de la flaque - pour un déversement de liquide -, la vitesse du vent et les conditions de stabilité, la hauteur du déversement par rapport à la zone de la respiration, les risques de fuite accidentelle que présente le récipient, etc. Puisque cette étude vise à comparer les conséquences des effets sur la santé de différents liquides à différentes pressions de vapeur et les valeurs de toxicité aiguë (CL₅₀ dans ce cas), les hypothèses formulées doivent être appliquées uniformément le long des analyses.

Le choix de la meilleure méthode d'estimation du taux d'émission pour un scénario donné dépend aussi de ceux des facteurs ci-dessus auxquels il est sensible. L'analyse a utilisé plusieurs modèles informatiques conçus pour la prévision de l'intensité des sources liées aux fuites de liquides ou l'irruption de gaz. Ces modèles incluent l'"Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation" (ARCHIE) du DOT et l'ALOHA^{MD}, de l'EPA.

Un segment important de l'analyse de conséquence est un modèle de dispersion permettant d'évaluer la dispersion de la concentration de vapeur sous le vent. Le modèle approprié à utiliser quand on évalue les dispersions atmosphériques dépend des propriétés physiques du produit chimique et de la façon dont celui-ci est libéré. Pour évaluer les concentrations des vapeurs ou des gaz ayant sensiblement la même densité que l'air, on utilise des modèles gaussiens de dispersion. Lorsque les vapeurs sont plus lourdes que l'air et émanent d'un produit chimique à haut poids moléculaire ou correspondent à des vapeurs très froides en forte concentration, il faut utiliser un modèle de gaz dense, pour une modélisation précise à proximité (moins de 300 m). Le logiciel "DEGADIS", adapté à la dispersion des gaz denses, s'applique à la modélisation de la dispersion atmosphérique des déversements au niveau du sol, dont les sources étendues dégagent des gaz denses ou des aérosols. Tout comme avec les modèles gaussiens de dispersion, les prévisions des concentrations fournies par DEGADIS dépendent ÉTROITEMENT des hypothèses formulées quant à des paramètres tels que la classe de stabilité, la rugosité des surfaces et le temps d'établissement des moyennes. ALOHA^{MD}, qui est aussi commercialisé sous l'appellation CAMEO^{MD}, incorpore les traits de DEGADIS.

Lorsque des matières toxiques inflammables répandues à la suite d'un accident rencontrent une source d'inflammation, elles peuvent soit prendre feu, soit faire exploser ce qui reste dans le récipient, si les conditions s'y prêtent. En cas de combustion ou d'explosion, on admet que les effets toxiques perdent leur pertinence, et ce sont les effets du feu ou des ondes de souffle ou de choc qui peuvent passer au premier plan. Dans ce cas, l'aire de conséquence se rapporte à la zone de létalité ou de lésion liée à l'exposition au rayonnement thermique des flammes ou à la surpression due aux ondes de souffle ou de choc. Les analyses de conséquence présentées dans cette étude nécessitent la détermination des zones de létalité ou de lésion corporelle au moyen du modèle de rayonnement des flammes de vapeurs non confinées et du modèle d'explosion disponible sur ARCHIE.

Propriétés de quelques produits chimiques

Le tableau 1 énumère neuf matières TIH sélectionnée pour cette étude. Elles sont affectées à la division 6.1, GE I, et leur rapport pression de vapeur/CL₅₀ varie de 452 à quelque 21 000, avec des CL₅₀ égales ou inférieures à 200 ppm. Le tableau 1 montre aussi les pressions de vapeur (PV) à 20 °C, les points d'ébullition à la pression atmosphérique, les poids moléculaires et le rapport pression de vapeur/CL₅₀ (PV/CL₅₀).

Hypothèses concernant l'analyse de conséquence

Pour les seuils d'effet de toxicité aiguë, les concentrations atmosphériques de produits chimiques entraînant chez l'homme la mort ou des lésions sont respectivement la CL₅₀ et l'ERPG-2. Telle qu'elle est utilisée dans le Règlement type, la CL₅₀ est la concentration de vapeur qui, administrée à l'inhalation pendant une heure au rat albinos jeune adulte, mâle et femelle, entraîne la mort dans les 14 jours chez la moitié des animaux d'essai. L'ERPG-2 est définie comme "la concentration atmosphérique maximale au-dessous de laquelle on estime que pratiquement tous les individus pourraient être exposés durant une heure au maximum sans ressentir ou présenter des effets irréversibles ou autres effets graves, ou des symptômes de nature à compromettre la capacité de se protéger. Le tableau 1 présente ces seuils toxicologiques pour les produits chimiques sélectionnés.

Tableau 1. Liste des matières sélectionnées - propriétés physiques et toxicité

No ONU	Produit chimique	CL ₅₀ (ppm)	PV à 20 °C (ppm)	PV/CL ₅₀	ERPG-2 (ppm)	Point d'ébullition (°C)	Poids moléculaire
1051	Cyanure d'hydrogène	40	842 000	21 050	10	26	27,03
2480	Isocyanate de méthyle	22	458 000	20 818,2	0,5	39,1	57,05
1092	Acroléine	25	289 000	11 560	0,5	52,5	56,06
1185	Éthylèneimine*	76	217 000	2 855,3	0,8	56	43,07
2482	Isocyanate de n-propyle*	44	69 700	1 584,1	0,44	83	85,11
1239	Ether méthylique monochloré*	160	210 000	1 312,5	1,6	59,1	80,51
1834	Chlorure de sulfuryle*	131	142 000	1 084	1,3	69,1	135
1244	Méthylhydrazine*	68	50 300	739,7	0,7	87,5	46,1
1143	Crotonaldéhyde	93	42 100	452,7	10	104	70,05

Note : * Indique dans le tableau que les ERPG-2 constituent des approximations obtenues dans l'hypothèse d'une concentration égale à 1/100 de la CL₅₀.

Pour les matières toxiques inflammables considérées, la présente évaluation a suivi les recommandations de l'American Institute of Chemical Engineers et la U.S. Environmental Protection Agency pour le choix des niveaux d'exposition au rayonnement thermique entraînant mort et lésions, respectivement. Les niveaux de rayonnement thermique considérés sont de 20 kW/m² et 5 kW/m², pour une exposition de 40 secondes, correspondant aux effets qui entraînent la mort ou des lésions, respectivement. Dans le scénario d'explosion, les niveaux de surpression utilisés comme indicateurs de létalité ou de lésion sont de 5 psi et de 1 psi (0,35 et 0,07 kg/cm²), respectivement, ainsi que le recommande l'EPA (1996).

Pour simuler les effets thermiques, deux niveaux de température ont été considérés (20 °C et 55 °C) et les conséquences qui en résultent évaluées séparément. On a posé que chaque matière était contenue dans un fût de 210 litres subissant une rupture instantanée avec formation d'une flaque de liquide dégageant des vapeurs qui se dispersent dans l'air.

Les conditions météorologiques postulées aux fins de cette étude portent sur l'emploi de la stabilité F avec un vent de 1,5 mètre par seconde (3,4 miles par heure), pouvant représenter des conditions nocturnes. Généralement, les conditions météorologiques stables (mélange ou turbulences faibles) correspondent aux classes de stabilité E ou F. La configuration présumée du terrain était celle d'un environnement urbain. Aucun moyen de protection, tel que abri ou évacuation, n'a été postulé. On peut évidemment retenir d'autres conditions météorologiques et topographiques. Bien que d'autres hypothèses puissent être retenues, leur choix n'est pas déterminant, l'objet de cette étude étant d'évaluer des risques relatifs.

Pour l'évaluation des effets du rayonnement thermique chez l'homme, on pose que les vapeurs qui se dégagent de la flaque de liquide, ou les vapeurs et l'aérosol émanant du récipient, peuvent prendre feu. Dans l'hypothèse d'une explosion, on a postulé que la matière contenue dans le récipient avait des propriétés explosives.

Il est aussi nécessaire de faire l'hypothèse d'une densité de population donnée, afin d'évaluer le nombre de décès et de lésions une fois que les aires de ces zones ont été déduites des modèles appropriés de conséquence et de dispersion (ARCHIE et ALOHA^{MD}). Les densités de population retenues pour cette étude, correspondant aux aires rurales, suburbaines et urbaines, variaient de 1 284 à 5 791 personnes par km² (3 326 à 15 000 par mile carré) en zone urbaine, et de 126 à 1 284 personnes par km² (326 à 3 326 par mile carré), en zone suburbaine.

Résultats

Dans cette section sont présentées les analyses de conséquence pour les effets dus à la toxicité, au rayonnement thermique et aux ondes de souffle ou de choc. Ces effets ne se produisent pas simultanément. Si l'un d'entre eux se manifeste, les autres sont absents. Par exemple, en l'absence d'incendie, seuls les effets toxiques sont considérés; quand un incendie résulte, l'effet de toxicité est censé disparaître et ce sont les effets de rayonnement thermique qui sont pris en considération.

Le tableau 2 ci-dessous indique les rayons des zones de létalité et de lésion corporelle, pour les matières sélectionnées, à une température postulée de 20 °C lors de la rupture du récipient. Ces résultats sont obtenus au moyen des modèles ARCHIE et ALOHA^{MD}. Toutes les matières, à l'exception du cyanure d'hydrogène, sont censées s'évaporer à partir de la flaque liquide déversée et se comportent comme un gaz dense en raison de leur masse volumique en phase vapeur et de leurs points d'ébullition. Le tableau indique jusqu'à quelle distance la concentration des produits chimiques après dispersion dans l'air est égale ou supérieure à la CL₅₀ ou à l'ERPG-2. Ces niveaux de concentration sont de nature transitoire, vu la faible quantité de matières qui sont censées s'être répandues. Les figures 1 et 2 montrent des cartes de dispersion du panache obtenues au moyen du modèle ALOHA^{MD} et précisent les limites des panaches correspondants à des fuites d'isocyanate de méthyle et méthylhydrazine à 20 °C. Ces cartes indiquent la distance parcourue par les extrémités des panaches et les seuils d'effets de toxicité dans leur trajet sous le vent. Dans les limites de ces distances, les concentrations des corps chimiques devraient dépasser les CL₅₀.

Tableau 2. Zones de létalité et de lésion corporelle liées à l'action toxique, à l'incendie ou à l'explosion, la matière étant déversée à 20 °C

No ONU	Produit chimique	Distances en mètres correspondant à					
		Toxicité-décès (CL ₅₀)	Toxicité-lésions (ERPG-2)	Incendie-décès	Incendie-lésions	Explosion-décès	Explosion-lésions
1051	Cyanure d'hydrogène	427	482	--	--	--	--
2480	Isocyanate de méthyle	517	4 661	23,2	39,1	24	68,8
1092	Acroléine	422	3 850	2,7	3,9	3	6
1185	Ethylèneimine	167	2 615	3	3,9	3	6
2482	Isocyanate de n-propyle	103	2 054	2	2,6	2	5
1239	Ether méthylique monochloré	94,7	1 800	2	2	2	5
1834	Chlorure de sulfuryle	94	1 690	--	--	--	--
1244	Méthylhydrazine	81	1 181	2	2	2	5
1143	Crotonaldéhyde	31	247	2	2	2	5

Figure 1. Carte de panache montrant la concentration dans l'air correspondant à la CL₅₀ de l'isocyanate de méthyle libéré par un fût à 20 °C

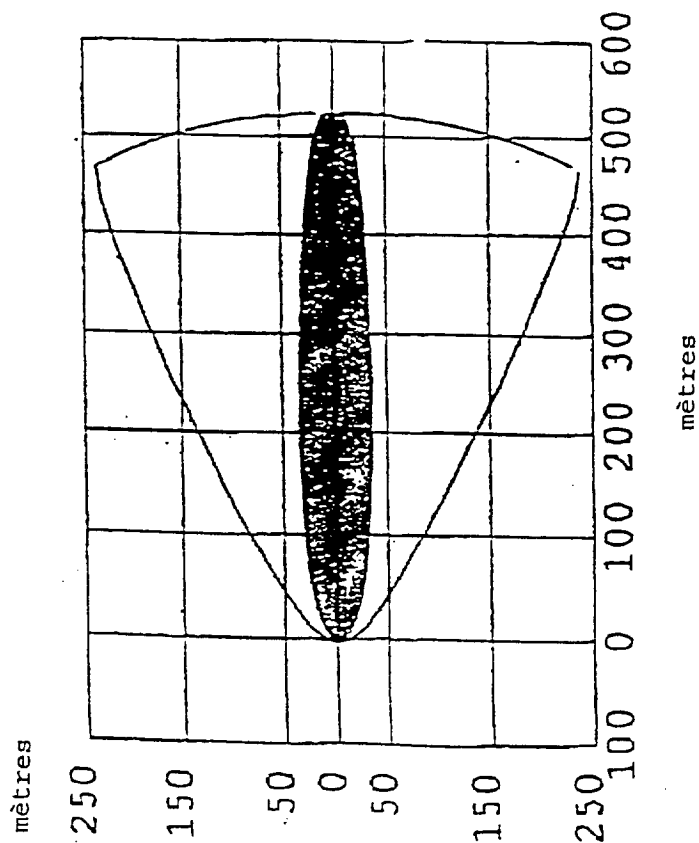
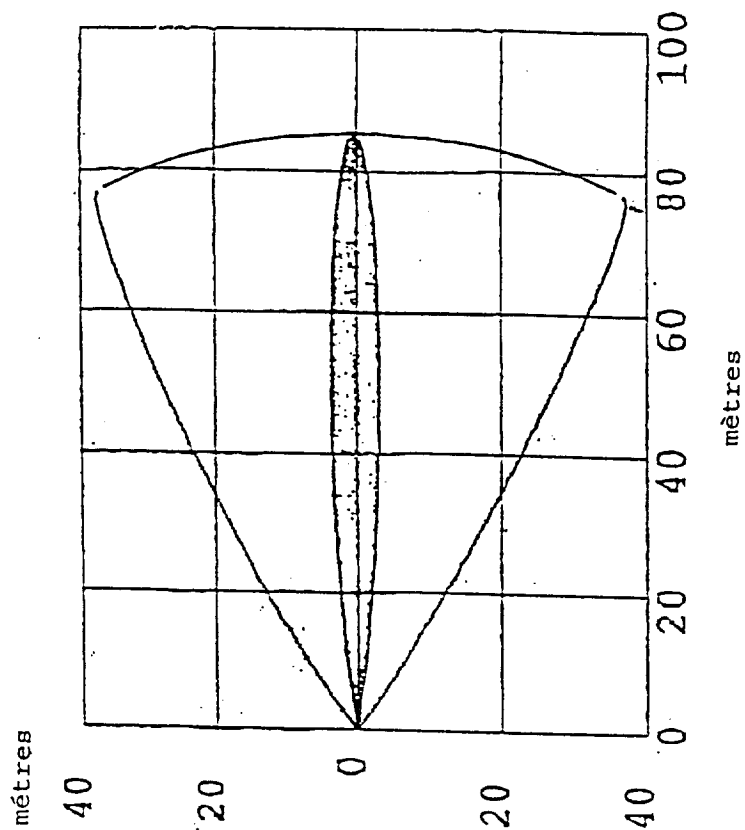


Figure 2. Carte de panache montrant la concentration dans l'air correspondant à la CL₅₀ de la méthylhydrazine libérée par un fût à 20 °C



Le tableau 3 indique les rayons des zones de létalité et de lésion corporelle liés aux dégagements hypothétiques de quelques produits chimiques à 55 °C, température à laquelle certaines matières stockées se trouvent au-dessus de leur point d'ébullition. C'est le cas notamment du cyanure d'hydrogène, de l'isocyanate de méthyle et de l'acroléine. Le dégagement atmosphérique s'opère par émission directe d'aérosols et de gaz, et non par formation d'une flaque liquide qui produit des vapeurs. Les aérosols formés s'évaporent rapidement dans l'air.

Tableau 3. Zones de létalité et de lésion corporelle associées à l'action toxique, à l'incendie ou à l'explosion lorsque la matière est dégagée à 55 °C

No ONU	Produit chimique	Distances en mètres correspondant à					
		Toxicité-décès (CL ₅₀)	Toxicité-lésions (ERPG-2)	Incendie-décès	Incendie-lésions	Explosion-décès	Explosion-lésions
1051	Cyanure d'hydrogène	409	503	--	--	--	--
2480	Isocyanate de méthyle	548	7 400	24,4	38,5	24	68,8
1092	Acroléine	439	6 931	14,3	29,6	14	58
1185	Ethylèneimine	554	5 800	5,7	8,3	5	14
2482	Isocyanate de n-propyle	479	4 850	5	8	5	14
1239	Ether méthylique monochloré	286	2 800	5	8	5	14
1834	Chlorure de sulfuryle	275	2 366	--	--	--	--
1244	Méthylhydrazine	411	5 468	5	8	5	14
1143	Crotonaldéhyde	233	1 058	5	8	5	14

Les aires des zones (distances) estimées de létalité et de lésion corporelle montrées aux tableaux 2 et 3 sont converties en aires des zones d'impact de létalité et de lésion corporelle. Ces aires sont multipliées par les densités de population, dans l'hypothèse d'une aire suburbaine ayant une densité de population de 1 284 personnes par km² (3 326 par mile carré). Les décès et lésions corporelles estimés correspondant à cette densité de population sont chiffrés aux tableaux 4 et 5. Ces derniers sont aussi présentés sous la forme de graphiques (figures 3 à 6) pour les décès potentiels associés à l'inhalation de gaz toxiques dans l'air pour trois niveaux différents de densité de population. Il est à noter que seule la portion de létalité potentielle des valeurs de conséquence sont utilisées pour établir les figures 3 à 6. Les figures 4 et 6 sont une amplification d'une portion des figures 3 et 5, respectivement, et montrent les létalités potentielles pour les rapports PV/CL₅₀ dans la fourchette approximative de 500 à 2 000, le long des droites de régression.

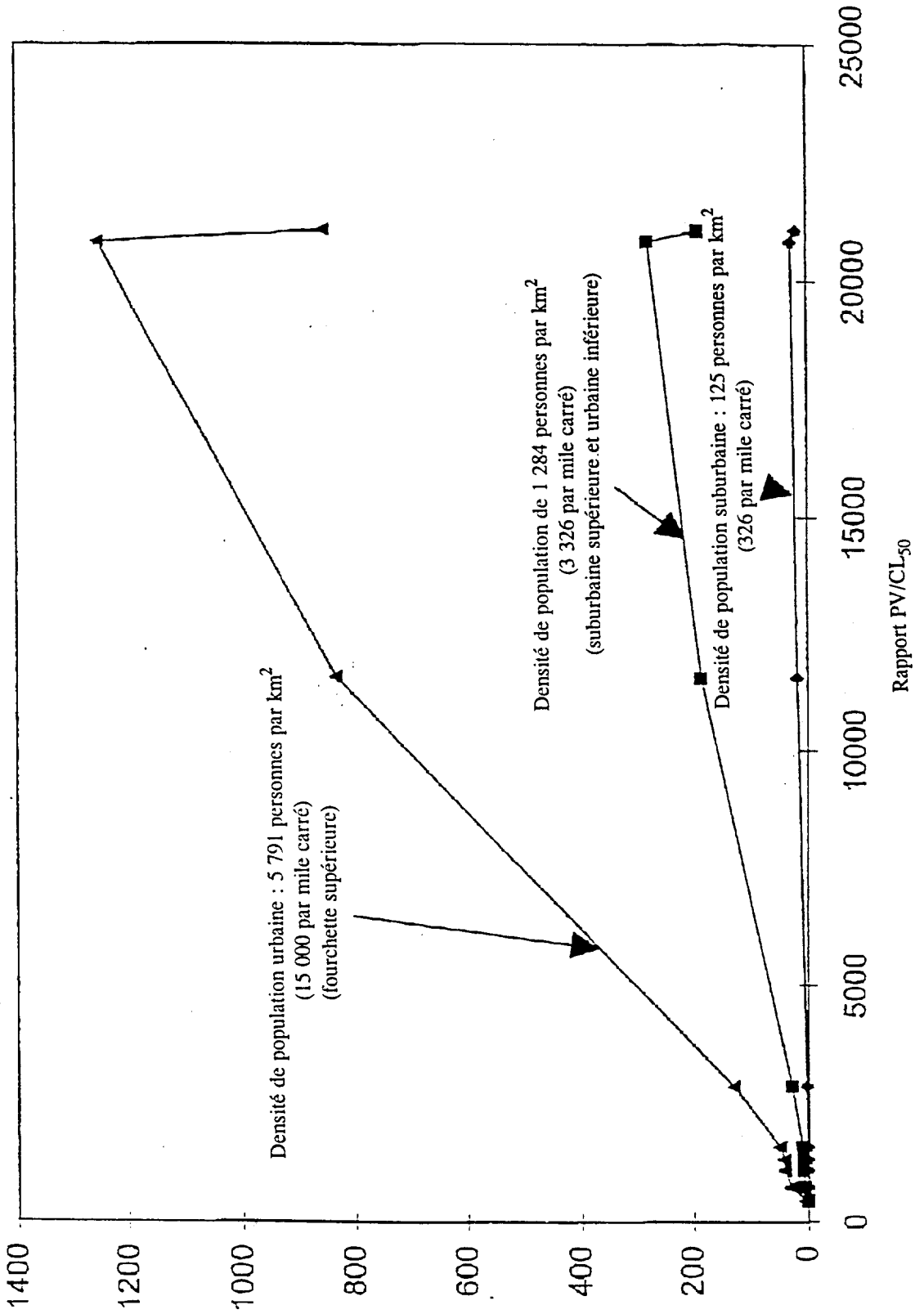
Tableau 4. Nombre des décès et lésions potentiels liés à l'action toxique, au rayonnement thermique ou aux ondes de souffle ou de choc d'explosion lors de dégagements accidentels à 20 °C

No ONU	Produit chimique	Décès et lésions potentiels liés aux effets de toxicité, au rayonnement thermique ou aux effets d'explosion lorsque le contenu est libéré à 20 °C (nombre estimatif de personnes)					
		Toxicité (CL ₅₀)	Toxicité (ERPG-2)	Incendie	Incendie	Explosion	Explosion
		Décès	Lésions	Décès	Lésions	Décès	Lésions
1051	Cyanure d'hydrogène	189	240,8	--	--	-	--
2480	Isocyanate de méthyle	277	22 519	0,6	1,6	0,6	4,9
1092	Acroléine	184,6	15 364	0,0076	0,016	0,0093	0,037
1185	Éthylèneimine	28,9	7 088	0,0093	0,016	0,0093	0,037
2482	Isocyanate de n-propyle	11	4 373	0,0042	0,0073	0,0042	0,026
1239	Ether méthylique monochloré	9,3	4 373	0,0042	0,0042	0,0042	0,026
1834	Chlorure de sulfuryle	9,2	3 358	--	--	--	--
1244	Méthylhydrazine	6,8	1 446	0,0042	0,0042	0,0042	0,026
1143	Crotonaldéhyde	1,0	63	0,0042	0,0042	0,0042	0,026

Tableau 5. Nombre des décès et lésions potentiels liés à l'action toxique, au rayonnement thermique ou aux ondes de souffle ou de choc d'explosions lors de dégagements accidentels à 55 °C

No ONU	Produit chimique	Décès et lésions potentiels liés aux effets de toxicité, au rayonnement thermique ou aux effets d'explosion lorsque le contenu est libéré à 55 °C (nombre estimatif de personnes)					
		Toxicité (CL ₅₀)	Toxicité (ERPG-2)	Incendie	Incendie	Explosion	Explosion
		Décès	Lésions	Décès	Lésions	Décès	Lésions
1051	Cyanure d'hydrogène	173,4	262	--	--	-	--
2480	Isocyanate de méthyle	311	56 760	0,6	1,5	0,6	4,9
1092	Acroléine	200	49 794	0,2	0,9	0,2	3,5
1185	Éthylèneimine	318	34 869	0,034	0,071	0,026	0,2
2482	Isocyanate de n-propyle	238	24 382	0,026	0,066	0,026	0,2
1239	Ether méthylique monochloré	85	8 126	0,026	0,066	0,026	0,2
1834	Chlorure de sulfuryle	78,4	5 803	--	--	--	--
1244	Méthylhydrazine	175,1	30 991	0,026	0,066	0,026	0,2
1143	Crotonaldéhyde	56,3	1 160	0,026	0,066	0,026	0,2

Figure 3. DÉCÈS POTENTIELS EN FONCTION DU RAPPORT PV/CL₅₀ POUR QUELQUES MATIÈRES DE LA DIVISION 6.1 TOXIQUES À L'INHALATION, À 20 °C



Décès potentiels liés à la libération du contenu d'un fût

Figure 4. DÉCÈS POTENTIELS EN FONCTION DU RAPPORT PV/CL₅₀ POUR QUELQUES MATIÈRES DE LA DIVISION 6.1 TOXIQUES À L'INHALATION, À 20 °C

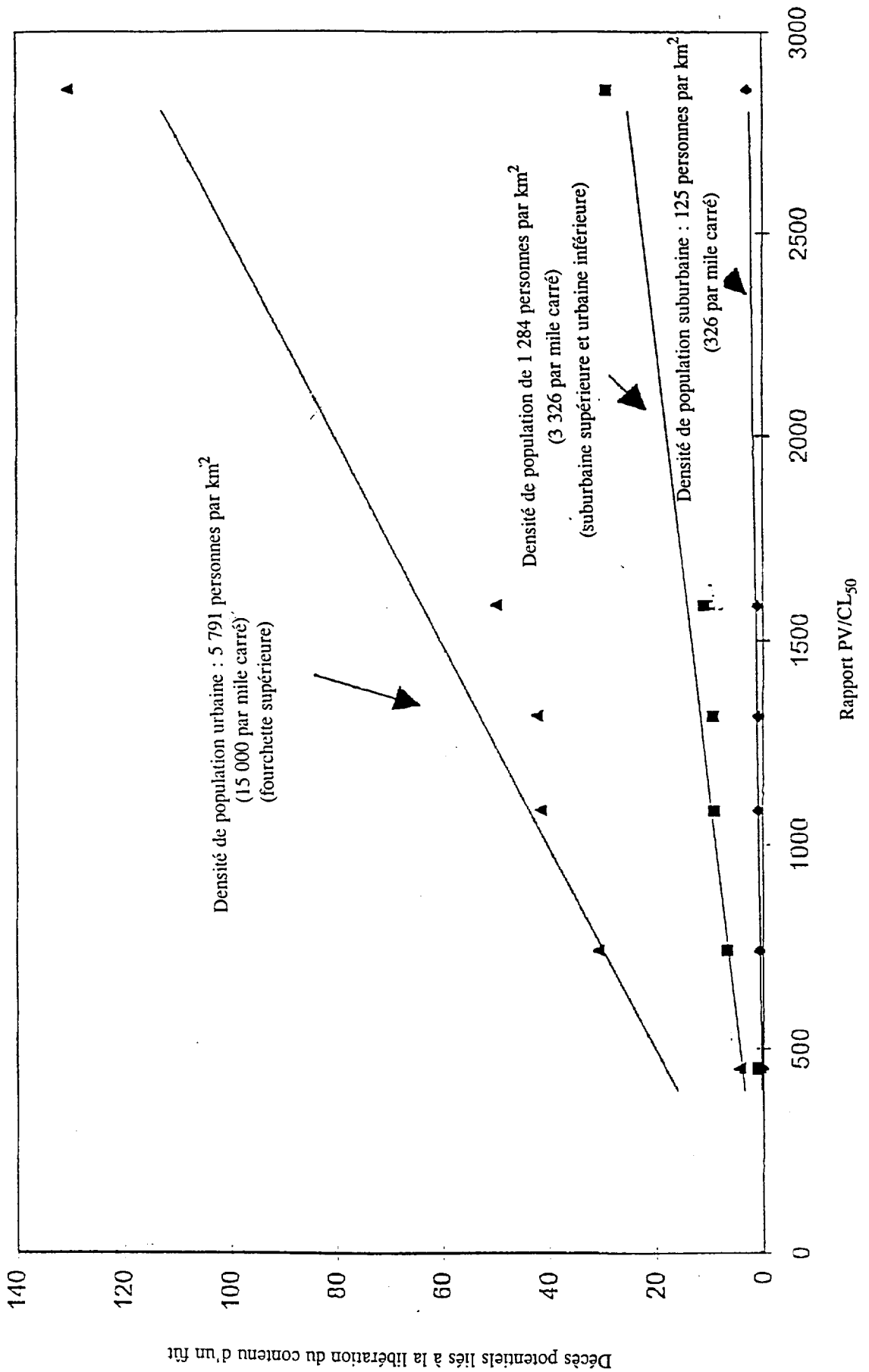


Figure 5. DÉCÈS POTENTIELS EN FONCTION DU RAPPORT PV/CL₅₀ POUR QUELQUES MATIÈRES DE LA DIVISION 6.1 TOXIQUES À L'INHALATION, À 55 °C

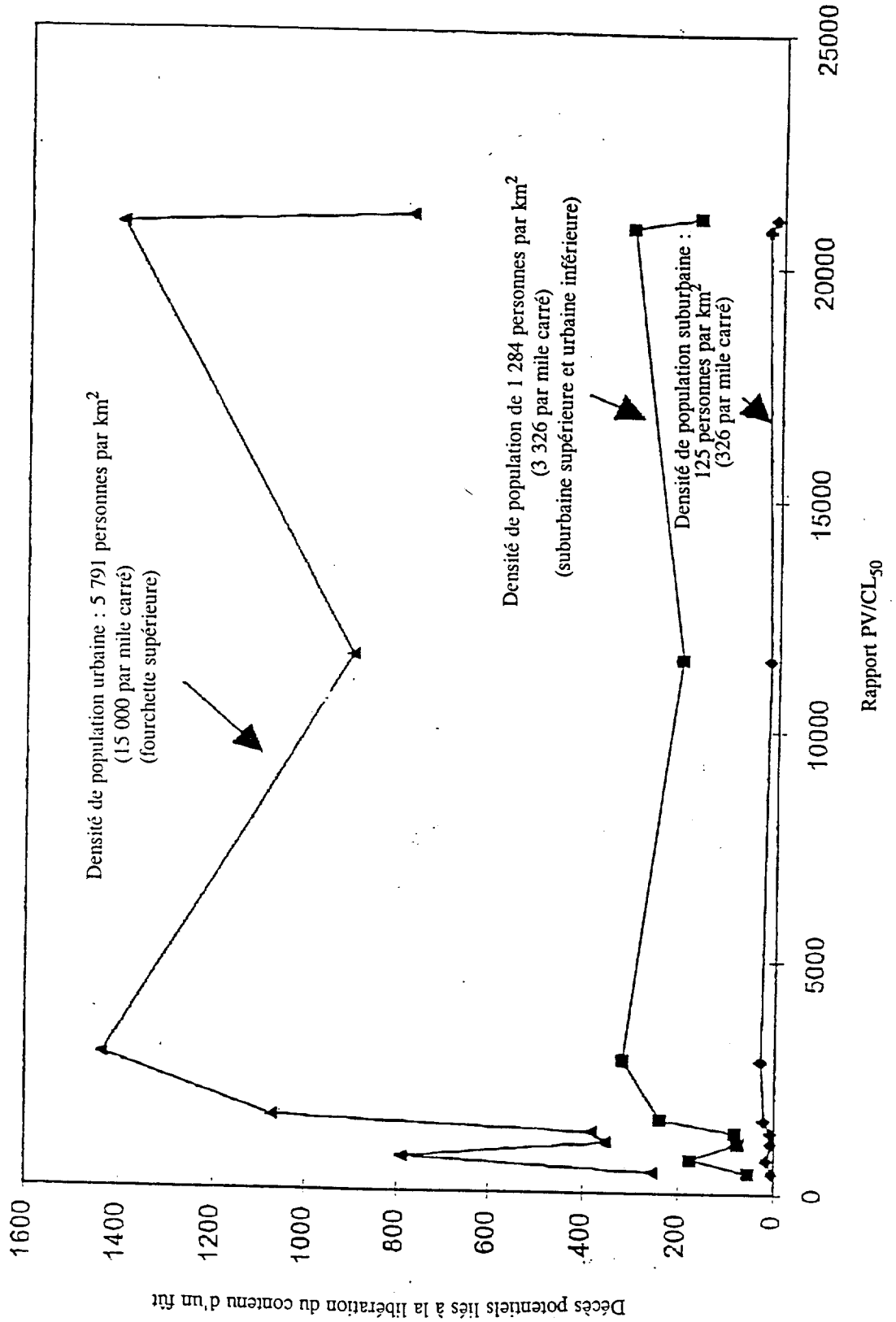


Figure 6. DÉCÈS POTENTIELS EN FONCTION DU RAPPORT PV/CL₅₀ POUR QUELQUES MATIÈRES DE LA DIVISION 6.1 TOXIQUES À L'INHALATION, À 55 °C

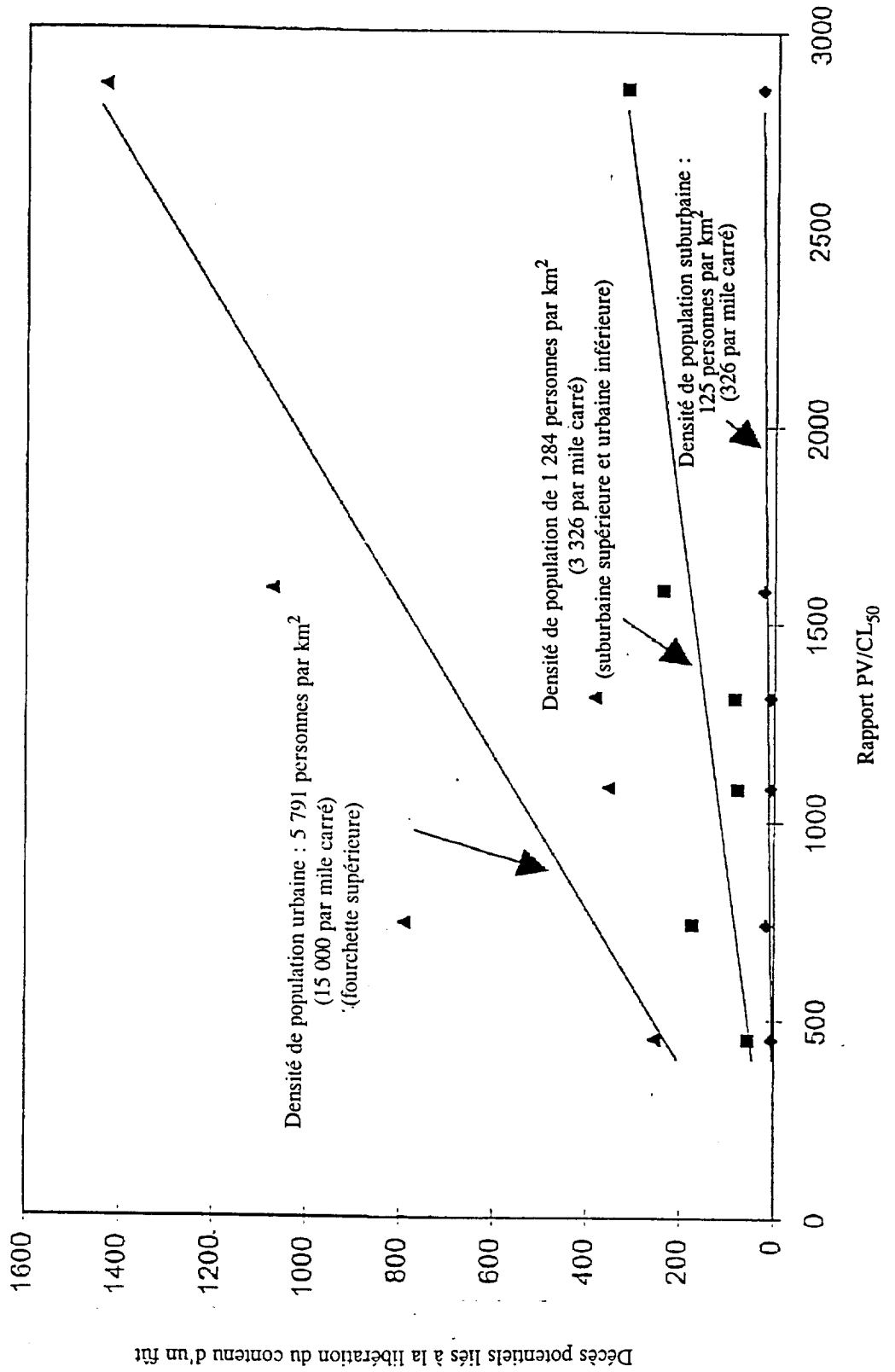
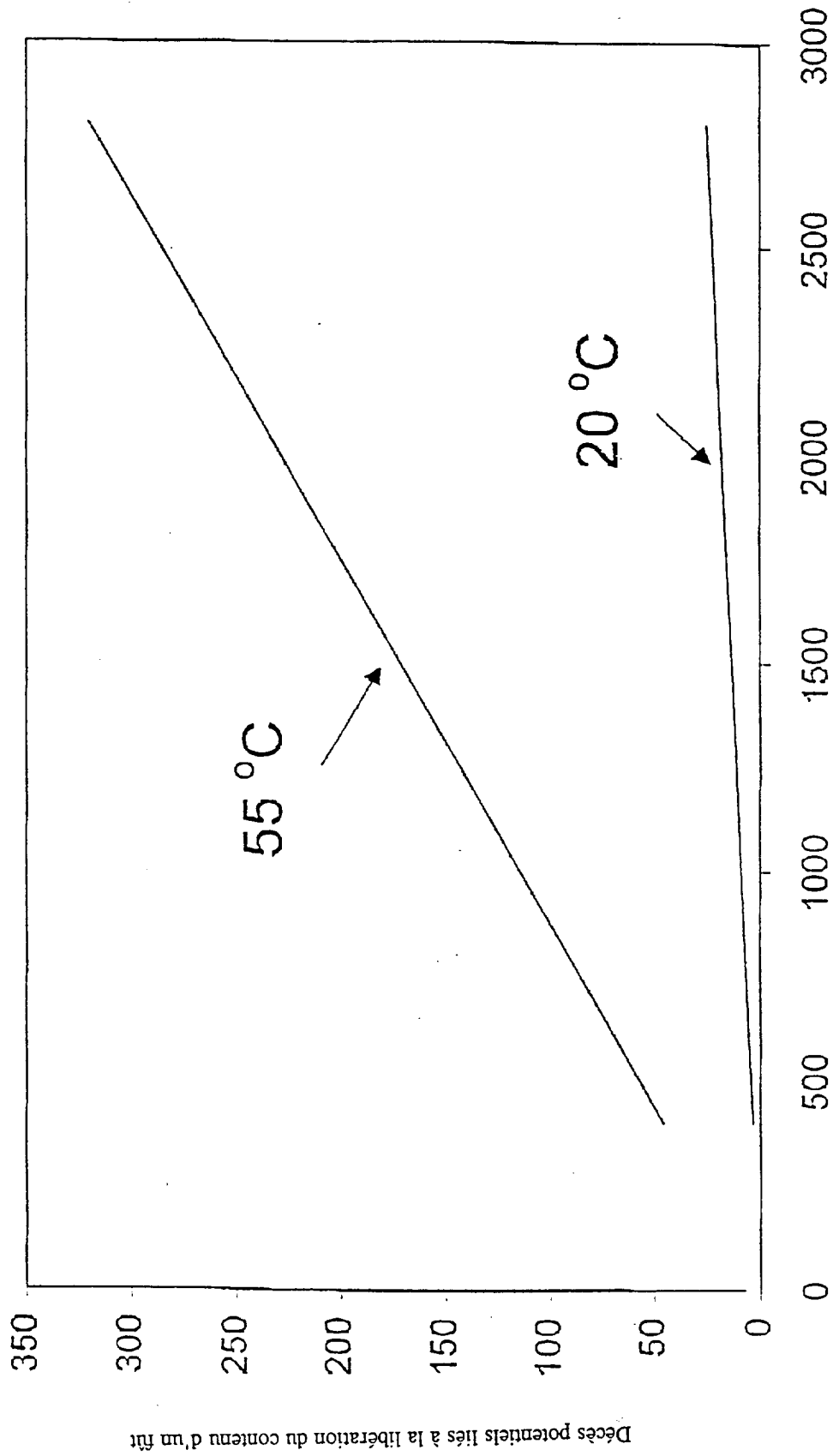


Figure 7. VARIATION DU NOMBRE DE DÉCÈS ESTIMATIFS EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE DE LA MATIÈRE DÉGAGÉE, POUR UNE DENSITÉ DE POPULATION DE 1 284 PERSONNES PAR KM² (3 326 PAR MILE CARRÉ)



Il est à noter que le rapport PV/CL₅₀ pour l'isocyanate de n-propyle, l'ether méthylique monochloré, le chlorure de sulfuryle et le chlorure de méthyle se situe entre 500 et 2 000. Les figures, et particulièrement les figures 4 et 6, montrent que les décès potentiels liés à l'inhalation de vapeurs toxiques libérées à 20 °C varient de quelque 7 à 11 personnes, dans l'hypothèse d'une densité de population de 1 284 personnes par km² (3 326 par mile carré). Si les vapeurs sont dégagées à 55 °C, les décès potentiels sont beaucoup plus élevés, soit approximativement entre 78 et 238 personnes. Les chiffres des lésions corporelles sont beaucoup plus élevés, comme en témoignent les tableaux 4 et 5. La figure 7 montre l'effet de la température du produit déversé pour une population de densité donnée, correspondant aux droites de régression des figures 4 et 6. La figure 7 fait bien ressortir le fort accroissement des décès potentiels avec la température.

Les tableaux 4 et 5 montrent que les décès potentiels liés aux accidents d'inflammation ou d'explosion varient de 4×10^{-3} à la température de libération de 20 °C à $2,6 \times 10^{-2}$ pour une température de libération de 55 °C. On voit ainsi que les effets toxicologiques sur la santé sont plus marqués que les autres effets des produits chimiques examinés.

Conclusions

L'évaluation de risques que présentent les matières de la division 6.1, GE I, ici examinées montre que les conséquences potentielles liées aux matières dont le rapport PV/CL₅₀ varie entre 500 et 2 000 sont considérables; elles le deviennent encore plus si l'on considère l'effet de la température. Les effets de la toxicité sur la santé l'emportent de loin sur les effets liés à l'inflammabilité et à l'explosibilité.

L'analyse présentée dans ce document se fonde sur la libération du contenu d'un fût de 210 litres. Pour une quantité supérieure au contenu d'un fût, les conséquences seront encore plus importantes.

Bibliographie

American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1994. Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires and Fireballs. American Institute of Chemical Engineers. Center for Chemical Process Safety, New York, New York.

Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation (DOT) and U.S. Environmental Protection Agency. Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures, Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation (ARCHIE), sans date.

Harwood, D.W. et E.R. Russell, 1990 : "Present Practices of Highway Transportation of Hazardous Materials", FHWA/RD-89/013, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.

U.S. Environmental Protection Agency, RMP OFFSITE CONSEQUENCE ANALYSIS
GUIDANCE, 24 mai 1996. EPA#550-B96-014.

U.S. Environmental Protection Agency and National Oceanic and Atmospheric
Administration. 1996. ALOHATM User's Manual.
