



---

## Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses et du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques

Sous-Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses

Soixantième session

Genève, 27 juin-6 juillet 2022

Point 3 de l'ordre du jour provisoire

Inscription, classement et emballage

### Révision du classement de l'hydroxyde de tétraméthylammonium

Communication de l'expert des Pays-Bas\*

#### Introduction

1. À la cinquante-neuvième session du Sous-Comité, un document a été présenté (document informel INF.12 (cinquante-neuvième session)) en vue de l'examen de la révision du classement de l'hydroxyde de tétraméthylammonium (TMAH). De nombreux délégués qui ont soumis des commentaires au cours de cette session ou par correspondance se sont déclarés favorables à l'affectation supplémentaire de l'hydroxyde de tétraméthylammonium à la division 6.1. Les Pays-Bas sont très reconnaissants pour les précieuses observations qui ont été communiquées.

2. Le TMAH est un ammonium quaternaire utilisé dans l'industrie chimique sous forme solide et en solution. La forme solide est affectée au No ONU 3423 HYDROXYDE DE TETRAMÉTHYLAMMONIUM, SOLIDE, classe 8, GE II, tandis que les solutions de TMAH sont affectées au No ONU 1835 HYDROXYDE DE TETRAMÉTHYLAMMONIUM EN SOLUTION, classe 8, GE II ou III. Les solutions de TMAH sont généralement transportées à des concentrations de 2,38 %, 20 % et 25 %.

3. Selon les sources documentaires, le TMAH est un composé alcalin corrosif qui peut provoquer des brûlures chimiques de la peau, et un neurotoxique systémique (agoniste cholinergique) pouvant entraîner une insuffisance respiratoire et un arrêt cardiaque. La corrosivité du TMAH en solution entraîne des lésions de la peau, ce qui accroît l'absorption cutanée du TMAH. Le TMAH solide est hygroscopique et absorbe l'eau ou se dissout dans l'humidité de surface de la peau<sup>1</sup>. Le classement actuel du TMAH dans la liste des marchandises dangereuses ne reflète pas la toxicité aiguë de la substance. Les fiches de renseignements actuelles du TMAH figurent aux annexes III (forme solide) et IV (solution) à titre d'information.

---

\* A/75/6 (Sect. 20), par. 20.51

<sup>1</sup> <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tetramethylammonium-hydroxide>.



4. Le Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses indique à plusieurs endroits que l'affectation à un groupe d'emballage doit tenir compte des effets connus sur l'homme : au 2.6.2.2.2 s'agissant des matières toxiques, et au 2.8.3.1 et au 2.8.3.2. s'agissant des matières corrosives. Cependant, aucun critère quantitatif de classement reposant sur les effets connus sur l'homme n'est donné.

5. Il est nécessaire d'actualiser le classement du TMAH sur la base des connaissances les plus récentes pour garantir la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Ce faisant, le Sous-Comité s'aligne sur le troisième objectif de développement durable, qui consiste à permettre à tous de vivre en bonne santé et à promouvoir le bien-être de tous à tout âge.

6. Le présent document de travail commence par un aperçu des données disponibles sur des incidents concernant des êtres humains, suivi d'une analyse de ces incidents et d'une proposition d'affectation aux groupes d'emballage pour les effets toxiques et corrosifs. La seconde partie du document synthétise des données provenant d'essais menés sur les animaux et indique le classement qui en découle (les données elles-mêmes figurent aux annexes I et II). Dans un troisième temps, le document présente sous forme condensée la proposition de classement du TMAH fondée sur les données issues d'incidents concernant des êtres humains et d'études menées sur les animaux, qui donne la priorité aux données obtenues sur l'homme. La dernière partie est consacrée à la mise à jour des conditions de transport en fonction de la proposition de classement, comme indiqué au paragraphe 21 du présent document.

## Données issues d'incidents touchant des êtres humains

7. Les données proviennent de trois études bibliographiques<sup>2,3,4</sup>, qui font état au total de 37 cas d'exposition humaine accidentelle, dont quatre ont entraîné la mort (voir tableau 1). Les accidents impliquaient des solutions de TMAH dont les concentrations étaient comprises entre de 0,5 % et 25 %. Les cas dans lesquels la concentration de TMAH était inconnue ont été retirés du tableau, car ils ne peuvent pas être utilisés à des fins de classement. Certaines victimes ont été traitées avec de la Diphotérine, une solution de décontamination d'urgence qui a permis de limiter la gravité des effets sur la santé. Les incidents sont classés en fonction de la concentration de la solution, du pourcentage de surface corporelle exposée, du temps écoulé entre l'exposition et la décontamination, des anomalies cliniques et de laboratoire, ainsi que du traitement et de son résultat. Les publications originales contiennent des informations supplémentaires sur les particularités de certains des cas et les signes cliniques observés.

<sup>2</sup> Chun-Chi Lin, Chen-Chang Yang, Jiin Ger, Jou-Fang Deng & Dong-Zong Hung (2010) Tetramethylammonium hydroxide poisoning, *Clinical Toxicology*, 48:3, 213-217, DOI: 10.3109/15563651003627777.

<sup>3</sup> Park SH, Park J, You KH, Shin HC, Kim HO. Tetramethylammonium hydroxide poisoning during a pallet cleaning demonstration. *J Occup Health*. 2013;55(2):120-4. doi: 10.1539/joh.12-0143-cs. Epub 2013 Jan 18. PMID: 23327884.

<sup>4</sup> Huang, CK., Hall, A.H., Wu, ML. *et al.* Presentations of tetramethylammonium hydroxide dermal exposure and the valuable potential of diphoterine solution in decontamination: a retrospective observational study. *BMC Pharmacol Toxicol* 21, 83 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40360-020-00465-8>.

Tableau 1  
**Cas d'exposition humaine accidentelle au TMAH (contact cutané)**

<i>Concentration de la solution de TMAH</i>	<i>Surface corporelle exposée</i>	<i>Durée d'exposition</i>	<i>Anomalies cliniques et anomalies de laboratoire</i>	<i>Traitement/résultat</i>	<i>Référence bibliographique</i>
0,50 %	Quasi-totalité du corps	30 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
0,50 %	Quasi-totalité du corps	30 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
1-3 %	<1 %	Aucune	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,36 %	<2 %	s.o.	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	28 %	10 min	Brûlures chimiques du deuxième au troisième degré, dyspnée, salivation, insuffisance respiratoire, faiblesse, hyperglycémie, leucocytose	Soins intensifs/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	5 %	<10 min	Brûlures chimiques du premier au troisième degré, douleur cutanée, éruptions cutanées	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	<10 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	<10 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	18 %	Inconnu	Brûlures chimiques du premier au deuxième degré	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	5 % (visage)	<1 min	Faiblesse des membres, éruptions cutanées	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	1 % (doigt)	2 h	Douleurs et gonflements cutanés, éruptions cutanées	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	Œil	<1 min	Conjonctivite	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	2 %	<1 min	Brûlures chimiques du premier au deuxième degré, douleur cutanée, éruptions cutanées	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré. Lavage à la Diphotérine	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	<5 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	<5 min	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>

<i>Concentration de la solution de TMAH</i>	<i>Surface corporelle exposée</i>	<i>Durée d'exposition</i>	<i>Anomalies cliniques et anomalies de laboratoire</i>	<i>Traitement/résultat</i>	<i>Référence bibliographique</i>
2,38 %	2 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
2,38 %	s.o. (bras droit)	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
3 %	s.o. (deux avant-bras)	s.o.	Aucune	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
8,75 %	12 %	15 - 80 min*	Brûlures chimiques	Décédé	Park <i>et al.</i>
20 % dilué	1 %	<1 min	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	3 %	<30 min	Brûlures chimiques du deuxième au troisième degré, douleur cutanée, éruptions cutanées	Traitement de soutien/a survécu	Lin <i>et al.</i>
25 %	7 %	<1 min	Brûlures chimiques du troisième degré, coma, dyspnée, choc, tachycardie ventriculaire, hyperglycémie, leucocytose, acidose métabolique	Soins intensifs/décédé	Lin <i>et al.</i>
25 %	7 %	<1 min	Brûlures chimiques du deuxième au troisième degré, coma, dyspnée, choc, hyperglycémie, leucocytose	Soins intensifs/décédé	Lin <i>et al.</i>
25 %	29 %	> 30 min	Bradycardie, brûlures chimiques du second au troisième degré, coma, myosis, choc, salivation, faiblesse, hyperglycémie, leucocytose, acidose métabolique	Soins intensifs/décédé	Lin <i>et al.</i>
25 %	5 %	5 min	Brûlures chimiques du premier au deuxième degré, dyspnée, somnolence, bradycardie. Lavage à la Diphotérine	Soins intensifs et traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	2 %	s.o.	Brûlures chimiques du deuxième degré	Soins intensifs et traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	1 %	<1 min	Brûlures chimiques du premier degré. Lavage à la Diphotérine	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	<1 %	<1 min	Brûlures chimiques du premier degré. Lavage à la Diphotérine	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	<1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>
25 %	1 %	s.o.	Brûlures chimiques du premier degré	Traitement de soutien/a survécu	Huang <i>et al.</i>

\* La durée d'exposition (temps écoulé entre l'exposition et la décontamination) n'a pas été consignée, mais en se fondant sur la présentation du cas dans Park *et al.*, on peut supposer qu'elle était comprise entre 15 et 80 minutes.

8. Corrosivité – L'exposition au TMAH a eu des effets divers sur les victimes, de l'absence de lésions aux brûlures chimiques du troisième degré. Dans la plupart des 25 incidents impliquant de faibles concentrations de TMAH (jusqu'à 3 %), l'exposition a eu des effets mineurs (éruptions cutanées, gonflements, brûlures au premier degré) ou nuls sur la santé. Deux de ces 25 incidents ont entraîné des brûlures chimiques au deuxième ou troisième degré. La durée d'exposition, lorsqu'elle est documentée, varie de moins d'une minute à deux heures. Dans la majorité des cas, la durée d'exposition était inférieure à une heure et la surface corporelle exposée était faible. Les incidents pour lesquels la surface corporelle exposée était importante ont entraîné des effets plus graves, tels que des brûlures au second degré.

9. Les incidents impliquant des concentrations plus élevées de TMAH ( $\geq 8,75$  %) ont provoqué des lésions plus sévères, au minimum des brûlures au premier degré. Dans 6 incidents sur 12, l'exposition a entraîné au moins des brûlures du deuxième degré avec parfois une desquamation de la peau, même lorsque la surface corporelle exposée était relativement faible (par exemple 7 %). Les six autres incidents ont entraîné des brûlures au premier degré, bien que certaines victimes aient été traitées à la Diphotérine, ce qui a permis de limiter la gravité des effets sur la santé. Dans trois incidents, la durée d'exposition documentée était inférieure à une minute et dans la plupart des autres incidents, elle était inférieure à une heure.

10. Les critères de classement des matières corrosives figurant dans le Règlement type sont la durée d'application (ou durée d'exposition), la période d'observation et l'effet (par. 2.8.3.3). Ces critères ont été définis pour des modèles animaux et non pour des êtres humains et ne peuvent donc pas être utilisés directement à des fins de classement ; ils établissent cependant l'existence d'effets corrosifs. Néanmoins, selon les critères énoncés au paragraphe 2.8.3.3, les solutions à 25 % de TMAH devraient être affectées au groupe d'emballage I compte tenu de la durée d'exposition ( $< 3$  min.) et des effets sur la santé (brûlures chimiques au troisième degré). Les solutions à 8,75 % de TMAH devraient être affectées au moins au groupe d'emballage III, la durée d'exposition pour laquelle des effets graves ont été observés étant très supérieure à 3 minutes. Bien que la durée d'application exacte ne soit pas connue pour cet incident, on sait que la victime a été trouvée 80 minutes après l'exposition. Ces critères correspondent aux caractéristiques de danger propres au groupe d'emballage III (durée d'application  $> 1$  h et  $\leq 4$  h). La durée d'exposition pour les incidents impliquant de plus faibles concentrations de TMAH était généralement inférieure à une heure et la plupart des incidents n'ont eu que des effets relativement limités sur la santé (au maximum des brûlures chimiques au premier degré).

11. Toxicité – Trois personnes sont décédées après exposition à une solution à 25 % de TMAH, et une personne après exposition à une solution à 8,75 % de TMAH. Dans ce dernier cas, le rapport d'autopsie a établi que la cause du décès était un empoisonnement au TMAH. Le TMAH est un neurotoxique systémique (agoniste cholinergique) qui peut provoquer une insuffisance respiratoire et un arrêt cardiaque. En général et en absence de complications, le pouvoir corrosif du TMAH est insuffisant pour provoquer des lésions mortelles en cas d'exposition de 12 % de la surface corporelle (Park *et al.*, 2013). Bien que le temps écoulé entre l'exposition et la décontamination ne soit pas connu avec précision, il ressort clairement de la documentation que la victime est décédée dans l'heure et demie qui a suivi l'exposition, la décontamination n'ayant pas permis de la sauver. Ces incidents mortels montrent clairement que le TMAH présente un danger de toxicité très grave, et que les solutions de concentration supérieure ou égale à 8,75 % devraient être affectées au groupe d'emballage I.

12. Dans deux des incidents mortels, les personnes ont été exposées à une solution à 25 % de TMAH pendant moins d'une minute, leur surface d'exposition corporelle étant de 7 %. Ces informations permettent d'estimer la toxicité pour l'homme. Si on considère que la surface corporelle<sup>5</sup> d'une personne moyenne est de 17 000 cm<sup>2</sup>, la surface exposée correspondante est de 7 % x 17 000 cm<sup>2</sup> = 1 190 cm<sup>2</sup>. En raison de la courte durée d'exposition et de la faible viscosité de l'eau, la majeure partie de l'eau s'écoule sur la peau. En supposant que l'épaisseur de la couche de peau concernée par l'absorption cutanée est de 0,01 cm, on obtient un volume d'exposition de 1 190 cm<sup>2</sup> x 0,01 cm = 11,9 cm<sup>3</sup>. Dans le cas d'une solution à 25 % (0,25 g/ml), l'exposition totale au TMAH est de 11,9 cm<sup>3</sup> x 0,25 g/ml = 2,975 g. Si l'on rapporte cette quantité au poids moyen d'une personne, soit 70 kg, on obtient une dose équivalente de 2 975 mg / 70 kg = 43 mg/kg de poids corporel. En appliquant ce calcul à l'incident avec la solution à 8,75 % de TMAH, on obtient une dose létale de 25,5 mg/kg de poids corporel pour la toxicité à l'absorption cutanée. Toutefois, cette dose létale calculée ne correspond pas à une dose létale 50 % (DL<sub>50</sub>). S'il s'agissait d'une DL<sub>50</sub>, elle correspondrait aux critères de classement dans le groupe d'emballage I tels qu'ils sont énoncés au 2.6.2.2.4.1 du Règlement type. Bien que ces critères aient été mis au point pour des modèles animaux et non pour les êtres humains, ils apportent la preuve de la grande toxicité du TMAH.

<sup>5</sup> HEEG OPINION – Biocidal products: model for dipping of hands/forearms in a diluted solution ([https://echa.europa.eu/documents/10162/19680902/heeg\\_opinion\\_16\\_dipping\\_of\\_hands\\_forearms\\_en.pdf/471333fe-84d3-4601-b7cf-89881c5a2cff](https://echa.europa.eu/documents/10162/19680902/heeg_opinion_16_dipping_of_hands_forearms_en.pdf/471333fe-84d3-4601-b7cf-89881c5a2cff)).

## Données issues de l'expérimentation animale

13. On dispose de données sur les propriétés dangereuses du TMAH issues de l'expérimentation animale. Cependant, toutes les études ne respectent pas les lignes directrices énoncées dans le Règlement type. C'est notamment le cas pour les études portant sur la toxicité aiguë par voie cutanée et la corrosivité du TMAH solide. Malgré ces défauts, toutes les données confirment que le TMAH est une substance toxique et corrosive. Une synthèse des dangers présentés par le TMAH en raison de sa toxicité aiguë et de sa corrosivité, reposant sur des études *in vivo* et *in vitro*, est présentée aux annexes I et II.

14. On trouvera dans le tableau ci-dessous un résumé des résultats. Aucune information sur la toxicité à l'inhalation n'est disponible. Les résultats concernant la toxicité à l'ingestion et à l'absorption cutanée ont été extrapolés au TMAH pur en appliquant la formule du paragraphe 2.6.2.3.2. Les études de toxicité à l'absorption cutanée n'ont pas été réalisées sur des lapins, comme le prévoit le paragraphe 2.6.2.1.2 du Règlement type, mais sur des rats. Elles démontrent néanmoins clairement la toxicité du TMAH. Il est plus délicat d'utiliser l'étude de corrosivité du TMAH solide à des fins de classement. Les résultats mettent en évidence des effets allant de l'absence de lésions à des lésions cutanées graves.

Tableau 2

### Résumé des études de toxicité aiguë et de corrosivité du TMAH

<i>Danger</i>	<i>Concentration en TMAH</i>	<i>Classe/Division</i>	<i>Groupe d'emballage</i>	<i>Commentaire</i>
Toxicité à l'ingestion	25 %	6.1	III	Aucun
Toxicité à l'ingestion	Solide	6.1	II	Extrapolation selon la formule du paragraphe 2.6.2.3.2
Toxicité à l'absorption cutanée	2,38 %	6.1	II	Aucun
Toxicité à l'absorption cutanée	25 %	6.1	I	Rat au lieu de lapin
Toxicité à l'absorption cutanée	Solide	6.1	I	Rat au lieu de lapin et extrapolation selon la formule du paragraphe 2.6.2.3.2
Corrosivité	2,38 %	8	III	Aucun
Corrosivité	Solide	8	II	Faible niveau de fiabilité

## Discussion

15. Les données humaines et animales disponibles montrent que le TMAH présente un danger de toxicité et de corrosivité. Elles montrent également qu'il est nécessaire de revoir l'affectation du TMAH aux différents groupes d'emballage, compte tenu de la diversité des conséquences des incidents et des résultats des expérimentations. Le Règlement type prévoit que les données humaines prennent le pas sur les données animales. De plus, la littérature montre que les victimes des incidents mortels sont décédées d'une intoxication au TMAH et non en raison de ses effets corrosifs. Il est établi que le TMAH est un neurotoxique systémique (agoniste cholinergique) qui peut provoquer une insuffisance respiratoire et un arrêt cardiaque. Dans trois des incidents mortels mentionnés au tableau 1, il est peu probable que les effets corrosifs soient la cause principale de la mort, car la surface corporelle exposée est faible (7 à 12 %). Il est donc proposé que, s'agissant de la hiérarchisation des données humaines, les effets toxiques aient la priorité sur les effets corrosifs, même si le tableau de prépondérance des dangers indique le contraire.

16. Les données issues des incidents permettent d'affecter clairement certaines concentrations aux différents groupes d'emballage. Si l'utilisation de limites de concentration dans la description de la désignation officielle de transport permet de déterminer clairement le classement approprié, les limites de concentration elles-mêmes proviennent des données issues des incidents connus et non de travaux de recherche. L'affectation à un groupe d'emballage en fonction des limites de concentration constitue de ce fait une approche pragmatique, et l'expert des Pays-Bas invite le Sous-Comité à faire part de ses vues à ce sujet.

17. Le type de danger varie par ailleurs en fonction de la concentration. L'analyse des incidents montre que les solutions à 8,75 % de TMAH peuvent avoir des effets toxiques létaux, ce qui entraîne leur affectation au groupe d'emballage I. En dessous de cette concentration, les effets toxiques observés ne permettent pas une affectation claire à un groupe d'emballage. S'agissant du danger de corrosivité, les effets d'une solution à 25 % de TMAH correspondent aux critères du groupe d'emballage I, et le groupe d'emballage qui correspond le mieux aux effets d'une solution à 8,75 % est le groupe d'emballage III, en raison de la durée d'exposition. La limite de concentration proposée pour affecter une solution au groupe d'emballage I ou II est fondée sur le danger de toxicité. Les données issues des incidents touchant les êtres humains ne permettent pas une affectation claire des solutions à faible concentration en TMAH à un groupe d'emballage. La limite de concentration proposée pour attribuer une solution au groupe d'emballage II ou III est donc fondée sur les données issues de l'expérimentation animale.

18. Il est proposé de classer le TMAH solide en se fondant sur les données obtenues par extrapolation des données issues d'incidents touchant des êtres humains. Ces données sont cohérentes avec celles des études de la toxicité à l'absorption cutanée menées sur les animaux. Les données humaines extrapolées et les données animales montrent que le danger présenté par le TMAH correspond au groupe d'emballage I de la division 6.1.

19. Toutes les données sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les données animales les moins fiables ne sont pas prises en compte s'agissant des effets corrosifs. Le tableau présente la proposition de classement fondée sur les données humaines et animales. La première colonne indique la concentration de la solution de TMAH, la deuxième colonne, la classe ou la division, et la troisième colonne, le groupe d'emballage. L'origine des données (humaines ou animales) et les commentaires éventuels figurent dans la dernière colonne.

Tableau 3

**Synthèse de la proposition de classement du TMAH, fondée sur les données issues d'incidents touchant des êtres humains et des études menées sur les animaux**

<i>Concentration en TMAH</i>	<i>Classe/Division</i>	<i>Groupe d'emballage</i>	<i>Commentaire</i>
8,75 %	8	III	Données humaines, voie cutanée, durée d'exposition estimée
8,75 %	6.1	I	Données humaines, voie cutanée
25 %	6.1	I	Données humaines, voie cutanée
25 %	8	I	Données humaines, voie cutanée
Solide	6.1	I	Données humaines, voie cutanée, extrapolation
2,38 %	6.1	II	Données animales, voie cutanée
2,38 %	8	III	Données animales, voie cutanée
25 %	6.1	III	Données animales, voie orale
25 %	6.1	I	Données animales, voie cutanée, rat au lieu de lapin
Solide	6.1	II	Données animales, voie orale, extrapolation selon la formule du paragraphe 2.6.2.3.2
Solide	6.1	I	Données animales, voie cutanée, rat au lieu de lapin et extrapolation selon la formule du paragraphe 2.6.2.3.2

20. Les données ci-dessus conduisent à un nouveau classement du TMAH. En outre, comme l'a souligné une délégation à la cinquante-neuvième session, la disposition spéciale 279 peut s'appliquer aux substances dont le classement est fondé sur les effets connus sur l'homme. Il est donc proposé d'ajouter la disposition spéciale 279 aux rubriques révisées du TMAH dont le classement est fondé sur les effets connus sur l'homme. Dans le cas présent, cela s'applique à toutes les rubriques du groupe d'emballage I.

## **Proposition**

21. Les résultats de classement ci-dessus ont été fusionnés afin d'établir un nouveau classement pour le TMAH. Deux solutions permettant de gérer la révision du classement sont présentées ci-dessous. La première solution prévoit d'utiliser des limites de concentration dans la description, contrairement à la seconde. Les conditions de transport actualisées sont fondées sur la logique des principes directeurs du Règlement type. Les modifications qu'il est proposé d'apporter à la liste actuelle des marchandises dangereuses du chapitre 3.2 figurent en caractères soulignés pour les ajouts et ~~biffés~~ pour les suppressions.



## Solution 1

No ONU	Nom et description	Classe ou division	Danger subsidiaire	Groupe d'emballage	Dispositions spéciales	Quantités limitées et exceptées	4				Citernes mobiles et conteneurs pour vrac	
							Instructions d'emballage	Dispositions spéciales d'emballage	Instructions de transport	Dispositions spéciales		
1835	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM EN SOLUTION contenant plus de 8,75 % d'hydroxyde de tétraméthylammonium	6.1	8	I	279	0	E5	P001		T14	TP2	
1835	SOLUTION D'HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM contenant au moins 2,38 % et au plus 8,75 % d'hydroxyde de tétraméthylammonium	6.1	8	II		1-100 ml	E2 E4	P001 IBC02		T7	TP2	
1835	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM EN SOLUTION contenant moins de 2,38 % d'hydroxyde de tétraméthylammonium	8		III	223	5 L	E1	P001 IBC03 LP01		T7	TP2	
3423	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM, SOLIDE	6.1	8	II	279	1-kg 0	E2 E5	P002 <del>IBC08</del> IBC99	<del>B2, B4</del>	<del>T3</del> T6	TP33	

## Solution 2

No ONU	Nom et description	Classe ou division	Danger subsidiaire	Groupe d'emballage	Dispositions spéciales	Quantités limitées et exceptées	4				Citernes mobiles et conteneurs pour vrac	
							Instructions d'emballage	Dispositions spéciales d'emballage	Instructions de transport	Dispositions spéciales		
1835	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM EN SOLUTION	6.1	8	I	279	0	E5	P001		T14	TP2	
1835	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM EN SOLUTION	6.1	8	II		1-100 ml	E2 E4	P001 IBC02		T7	TP2	
1835	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM EN SOLUTION	8		III	223	5 L	E1	P001 IBC03 LP01		T7	TP2	
3423	HYDROXYDE DE TETRAMETHYLAMMONIUM, SOLIDE	6.1	8	II	279	1-kg 0	E2 E5	P002 <del>IBC08</del> IBC99	<del>B2, B4</del>	<del>T3</del> T6	TP33	

## Annexe I

### Études de toxicité aiguë chez l'animal

#### 1.1 Voie orale

On dispose d'études de toxicité aiguë par voie orale pour des solutions à 2,5 % et 25 % de TMAH. Toutes les études ont été réalisées sur des rats conformément aux principes directeurs et aux bonnes pratiques de laboratoire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Les résultats sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous. La colonne 2 donne la DL<sub>50</sub> obtenue avec la solution d'essai, le groupe d'emballage correspondant étant indiqué entre parenthèses. La colonne 3 donne la DL<sub>50</sub> extrapolée à la forme pure à l'aide de la formule du paragraphe 2.6.2.3.2 du Règlement type, le groupe d'emballage correspondant étant indiqué entre parenthèses.

Tableau 1  
Toxicité aiguë chez les rats, voie orale

Concentration en TMAH de la solution d'essai (%)	DL <sub>50</sub> (mg/kg) obtenue avec la solution d'essai (GE)	DL <sub>50</sub> (mg/kg) extrapolée au TMAH pur (GE)	Référence bibliographique
2,5 %	300 à 2000 mg/kg p.c. (MND*)	7,5 à 50 mg/kg p.c. (GE II)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2</a>
25 %	50 à 500 mg/kg p.c. (GE III/MND)	>12,5 et <125 mg/kg p.c. (GE II/III)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=5567b827-5f89-4158-bb92-05dcb8fec961">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=5567b827-5f89-4158-bb92-05dcb8fec961</a>
25 %	174 mg/kg p.c. (GE III)	43,5 mg/kg p.c. (GE II)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=e864d832-06d8-46e8-8a4f-fac7a93605e3">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=e864d832-06d8-46e8-8a4f-fac7a93605e3</a>
25 %	50 à 300 mg/kg p.c. (GE III)	12,5 à 75 mg/kg p.c. (GE II)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=8cf1b039-7bcb-4209-9260-45cf6592c0e4">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/2/?documentUUID=8cf1b039-7bcb-4209-9260-45cf6592c0e4</a>

\* MND = marchandises non dangereuses.  
p.c. = poids corporel.

Les données de toxicité orale ci-dessus conduiraient à classer la solution à 25 % de TMAH dans la division 6.1, groupe d'emballage III, et le TMAH solide dans la division 6.1, groupe d'emballage II.

#### 1.2 Voie cutanée

On dispose d'études de toxicité aiguë par voie cutanée pour des solutions à 2,38 %, 2,5 % et 25 % de TMAH. Toutes les études ont été réalisées sur des rats conformément aux principes directeurs et aux bonnes pratiques de laboratoire de l'OCDE. Les résultats sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous. La colonne 2 donne la DL<sub>50</sub> obtenue avec la solution d'essai, le groupe d'emballage correspondant étant indiqué entre parenthèses. La colonne 3 donne la DL<sub>50</sub> extrapolée à la forme pure à l'aide de la formule du paragraphe 2.6.2.3.2 du Règlement type, le groupe d'emballage correspondant étant indiqué entre parenthèses.

Tableau 2  
**Toxicité aiguë chez les rats, voie cutanée**

<i>Concentration en TMAH de la solution d'essai (%)</i>	<i>DL<sub>50</sub> (mg/kg) obtenue avec la solution d'essai (GE)</i>	<i>DL<sub>50</sub> (mg/kg) extrapolée au TMAH pur (GE)</i>	<i>Référence bibliographique</i>
2,38 %	85,9 mg/kg p.c. (GE II)	2,0 mg/kg p.c. (GE I)	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21310775/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21310775/</a>
2,5 %	1 000 à 2 000 mg/kg p.c. (MND)	25 à 50 mg/kg p.c. (GE I)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=51d64548-5ca0-41d2-8c10-e89bbaa9f54a">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=51d64548-5ca0-41d2-8c10-e89bbaa9f54a</a>
25 %	>50 et <200 mg/kg p.c. (GE II)	>12,5 et <50 mg/kg p.c. (GE I)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=bbb4ce5a-d439-4078-9287-49656ba91ab6">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=bbb4ce5a-d439-4078-9287-49656ba91ab6</a>
25 %	499 mg/kg p.c. (GE III)	112 mg/kg p.c. (GE II)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=644286ad-1b78-4a56-b774-66f48d0adb96">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=644286ad-1b78-4a56-b774-66f48d0adb96</a>
25 %	200 à 1 000 mg/kg p.c. (GE III)	50 à 250 mg/kg p.c. (GE II)	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=02eaa4c8-2487-4c07-b2a6-dea7706fb090">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?document-UUID=02eaa4c8-2487-4c07-b2a6-dea7706fb090</a>
25 %	28,7 mg/kg p.c. (GE I)	7,2 mg/kg p.c. (GE I)	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21310775/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21310775/</a>

Les données de toxicité cutanée présentées ci-dessus montrent que les résultats diffèrent pour des concentrations identiques ou comparables. Elles conduisent à classer la solution à 2,38 % de TMAH dans la division 6.1, groupe d'emballage II, la solution à 25 % de TMAH dans la division 6.1, groupe d'emballage I et le TMAH solide dans la division 6.1, groupe d'emballage I. Cependant, les études n'ont pas été réalisées sur des lapins, comme le prévoit le paragraphe 2.6.2.1.2 du Règlement type, mais sur des rats.

### 1.3 Toxicité aiguë par inhalation

Aucune étude de toxicité aiguë par inhalation n'a été répertoriée pour le TMAH.

## Annexe II

### Études de corrosivité chez l'animal et in vitro

On dispose d'études relatives à la corrosivité pour la solution à 2,38 % de TMAH (in vivo) et pour le TMAH solide (in vitro). L'étude in vivo a été réalisée sur des lapins conformément aux principes directeurs et aux bonnes pratiques de laboratoire de l'OCDE. Les résultats de l'étude in vitro proviennent des tests Corrositex qui ont un score de fiabilité de 2 (fiable avec restrictions) selon le Règlement concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH). Les résultats sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous. La colonne 2 indique les résultats de l'étude et le groupe d'emballage correspondant entre parenthèses.

Tableau 3  
Études de corrosivité chez l'animal

<i>Concentration en TMAH de la solution d'essai (%)</i>	<i>Résultats de l'essai (GE)</i>	<i>Référence bibliographique</i>
2,38 %	Aucune irritation cutanée n'a été observée après une application de 3 minutes. Une application d'une heure a provoqué une irritation cutanée bien définie. Une application pendant une période de 4 heures a entraîné une irritation cutanée bien définie à sévère chez tous les animaux, avec nécrose chez un animal (III).  Cotation de l'érythème : 2,43 ; cotation de l'œdème : 1,33.	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/4/2/?documentUID=803ad984-f2c4-4804-b90e-4a4534a8806c">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/4/2/?documentUID=803ad984-f2c4-4804-b90e-4a4534a8806c</a>
Solide	Selon la méthode d'essai Corrositex, le pentahydrate de TMAH doit être classé dans le groupe d'emballage II pour le transport (ADR/DOT) (II).	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/4/2/?documentUID=60d2e288-0a41-4843-861e-8d72b1575014">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/4/2/?documentUID=60d2e288-0a41-4843-861e-8d72b1575014</a>

Les données de corrosivité ci-dessus conduiraient à classer la solution à 2,38 % de TMAH dans la classe 8, groupe d'emballage III, et le TMAH solide dans la classe 8, groupe d'emballage II, bien que la fiabilité des résultats soit moindre dans ce dernier cas.

Des informations complémentaires, mais incomplètes, sur les effets corrosifs du TMAH sont disponibles dans les résumés des études de toxicité aiguë par voie cutanée chez les rats. Les effets corrosifs sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous, dans lequel est également mentionnée à titre secondaire une étude menée sur des cobayes qui a été incluse dans l'enquête sur les substances chimiques produites en grandes quantités de l'OCDE.

Tableau 4

**Effets corrosifs du TMAH mis en évidence dans des études de toxicité aiguë par voie cutanée chez les rats (solution) et les cobayes (solide)**

<i>Échantillon d'essai</i>	<i>Effets décrits dans le résumé de l'étude</i>	<i>Référence bibliographique</i>
Solution à 2,5 %	Une desquamation, des croûtes ou un érythème maculaire ont été observés dans la zone cutanée traitée de plusieurs animaux entre les jours 3 et 10.	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=51d64548-5ca0-41d2-8c10-e89bbaa9f54a">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=51d64548-5ca0-41d2-8c10-e89bbaa9f54a</a>
Solution à 25 %	L'autopsie des animaux décédés a montré que la zone de peau traitée présentait des anomalies. Quelles que soient les doses, des effets cutanés ont été observés, allant de bien définis à sévères au jour 1 et d'absents à sévères aux jours 7 et 14. Les animaux survivants présentaient un léger œdème et un début d'escarre.	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=bbb4ce5a-d439-4078-9287-49656ba91ab6">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=bbb4ce5a-d439-4078-9287-49656ba91ab6</a>
Solution à 25 %	Un animal trouvé mort (appartenant au groupe exposé à une dose de 500 mg/kg p.c.) présentait un érythème bien défini. Les autres animaux ne montraient aucun signe d'irritation cutanée.	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=644286ad-1b78-4a56-b774-66f48d0adb96">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=644286ad-1b78-4a56-b774-66f48d0adb96</a>
Solution à 25 %	Sur la zone cutanée traitée : érythème, desquamation et croûtes pendant la période d'observation.	<a href="https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=02eaa4c8-2487-4c07-b2a6-dea7706fb090">https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14295/7/3/4/?documentUUID=02eaa4c8-2487-4c07-b2a6-dea7706fb090</a>
Solide	<p>Du pentahydrate d'hydroxyde de tétraméthylammonium solide humidifié avec de l'eau a été appliqué sur la peau de cobayes à l'aide d'un timbre occlusif à des doses allant de 25 à 1 000 mg/kg p.c.</p> <p>24 heures : léger œdème. Toute la zone du timbre était nécrosée, avec un érythème grave ou une bande hémorragique en périphérie.</p> <p>1 semaine : escarres profondes se décollant en périphérie. Quelques zones à vif et formation d'escarres secondaires.</p> <p>2 semaines : escarres profondes avec bords relevés. Cicatrices en périphérie. Cinq animaux sont morts dans les 24 heures suivant l'application.</p> <p>Sur la base de ces observations, il a été conclu que le pentahydrate d'hydroxyde de tétraméthylammonium est extrêmement irritant et corrosif pour la peau.</p>	<a href="https://hvpchemicals.oecd.org/UI/SIDS_Details.aspx?key=05f8249f-1562-4e9f-950c-2ac1b42e7b20&amp;idx=0">https://hvpchemicals.oecd.org/UI/SIDS_Details.aspx?key=05f8249f-1562-4e9f-950c-2ac1b42e7b20&amp;idx=0</a> (fichier zip)

Les résultats du tableau ne sont pas assez complets pour être utilisés à des fins de classification. Ils mettent cependant en évidence des effets allant de l'absence de lésions à des lésions cutanées graves.

## Annexe III

### Formule de renseignements à communiquer à l'ONU en vue du classement ou du reclassement d'une matière

Soumise par : SACHEM

Date : 2 novembre 2021

Fournir tous les renseignements pertinents, y compris les sources des principales données relatives au classement. Les données doivent se rapporter au produit tel qu'il est présenté au transport. Indiquer les méthodes d'essai. Répondre à toutes les questions – le cas échéant, répondre « non connu » ou « sans objet » – Si les renseignements ne sont pas disponibles sous la forme requise, fournir toute autre information dont on dispose, avec les commentaires nécessaires. Biffer les mentions inutiles.

#### Section 1

##### IDENTIFICATION DE LA MATIÈRE

- 1.1 Nom chimique  
**Hydroxyde de tétraméthylammonium (pentahydrate)**
- 1.2 Formule chimique  
**C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O.HO**
- 1.3 Autres noms/synonymes  
**Méthanaminium, N,N,N,N-tétraméthyl-, hydroxyde, hydrate (1:1:5)**  
**Pentahydrate d'hydroxyde de tétraméthylammonium**  
**Pentahydrate d'hydroxyde de tétraméthylazanium**
- 1.4.1 Numéro ONU  
**3423**
- 1.4.2 Numéro CAS  
**10424-65-4**
- 1.5 Classement proposé dans les Recommandations
- 1.5.1 Désignation officielle de transport (cf. 3.1.2<sup>1</sup>)  
**Hydroxyde de tétraméthylammonium, solide**
- 1.5.2 Classe/division et danger(s) subsidiaire(s) **8, groupe d'emballage II**
- 1.5.3 Dispositions spéciales proposées, le cas échéant
- 1.5.4 Méthode d'emballage proposée

#### Section 2

##### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- 2.1 Point ou plage de fusion ... **63 à 70 °C (solide)**
- 2.2 Point ou plage d'ébullition ... **Non disponible**
- 2.3 Densité relative
- 2.3.1 ... **1,13 à 20 °C**
- 2.4 Pression de vapeur

<sup>1</sup> Ces références renvoient aux chapitres, sections et paragraphes du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

- 2.4.1 ... **0,154 mPa à 25 °C**
- 2.5 Viscosité à 20 °C<sup>2</sup> .....**Aucune donnée disponible**
- 2.6 Solubilité dans l'eau à 20 °C **100 g/100 ml**
- 2.7 État physique à 20 °C (cf. 2.2.1.1) **solide, cristallin**
- 2.8 Aspect aux températures de transport normales, couleur, odeur, etc.  
**Solide cristallin, blanc, jaune clair. Légère odeur d'amine.**
- 2.9 Autres propriétés physiques pertinentes **dans l'eau : pH > 13**

### Section 3

#### INFLAMMABILITÉ – le produit n'est pas inflammable

- 3.1 Vapeurs inflammables
- 3.1.1 Point d'éclair (cf. 2.3.3)..... **Aucune donnée disponible**
- 3.1.2 La matière entretient-elle une combustion ? (cf. 2.3.1.3)
- 3.2 Température d'auto-inflammation ..... **Aucune donnée disponible**
- 3.3 Limites d'inflammabilité (LII/LSI) **Sans objet**
- 3.4 La matière est-elle une matière solide inflammable ? (cf. 2.4.2<sup>1</sup>) **Non**
- 3.4.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....

### Section 4

#### PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

- 4.1 La matière nécessite-t-elle une inhibition/stabilisation ou un autre traitement (transport sous atmosphère d'azote par exemple) pour empêcher des réactions dangereuses ? **Non**
- Dans l'affirmative, indiquer :
- 4.1.1 L'inhibiteur/le stabilisant utilisé .....
- .....
- 4.1.2 Autre méthode .....
- .....
- 4.1.3 Durée d'efficacité à 55 °C .....
- 4.1.4 Conditions dans lesquelles la méthode est inefficace .....
- .....
- 4.2 La matière est-elle une matière explosible au sens du paragraphe 2.1.1.1 ? (cf. 2.1<sup>1</sup>)  
**Non**
- 4.2.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....
- 4.3 La matière est-elle une matière explosible désensibilisée ? (cf. 2.4.2.4<sup>1</sup>) **Non**
- 4.3.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....
- 4.4 La matière est-elle une matière autoréactive ? (cf. 2.4.1<sup>1</sup>) **Non**
- Dans l'affirmative, indiquer :
- 4.4.1 La case de sortie du diagramme de décision .....

<sup>2</sup> Voir la définition de « liquide » au 1.2.1 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

- Quelle est la température de décomposition auto-accélérée (TDAA)  
(point de décomposition exothermique) pour un colis de 50 kg ?  
.....°C
- La température doit-elle être réglée ? (cf. 2.4.2.3.4<sup>1</sup>)    oui/non
- 4.4.2    Température de régulation proposée pour un colis de 50 kg.....°C
- 4.4.3    Température critique proposée pour un colis de 50 kg .....°C
- 4.5    La matière est-elle pyrophorique ? (2.4.3<sup>1</sup>)    **Non**
- 4.5.1    Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- 4.6    La matière est-elle sujette à l’auto-échauffement ? (cf. 2.4.3<sup>1</sup>)    **Non**
- 4.6.1    Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- 4.7    La matière est-elle un peroxyde organique ? (cf. 2.5.1)    **Non**
- Dans l’affirmative, indiquer :
- 4.7.1    La case de sortie du diagramme de décision .....
- Quelle est la température de décomposition auto-accélérée (TDAA)  
(point de décomposition exothermique) pour un colis de 50 kg ? .....°C
- La température doit-elle être réglée ? (cf. 2.5.3.4.1<sup>1</sup>) .....oui/non
- 4.7.2    Température de régulation proposée pour un colis de 50 kg .....°C
- 4.7.3    Température critique proposée pour un colis de 50 kg.....°C
- 4.8    La matière dégage-t-elle des gaz inflammables au contact de l’eau ? (cf. 2.4.4<sup>1</sup>)  
**Non**
- 4.8.1    Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- 4.9    La matière a-t-elle des propriétés comburantes ? (cf. 2.5.1<sup>1</sup>) **Non**
- 4.9.1    Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- .....
- 4.10    Action corrosive sur le matériau des emballages (cf. 2.8<sup>1</sup>)  
**Aucune information disponible**
- 4.10.1    Acier doux    **oui**
- 4.10.2    Aluminium    **oui**            mm/an            à            .....°C
- 4.10.3    Autres matériaux d’emballage (à préciser)
- 4.11    Autres propriétés chimiques pertinentes

## Section 5

### EFFETS BIOLOGIQUES NOCIFES

- 5.1    DL<sub>50</sub> à l’ingestion (cf. 2.6.2.1.1<sup>1</sup>)  
**DL<sub>50</sub> à l’ingestion comprise entre 7,5 et 50 mg/kg p.c. chez le rat**
- 5.2    DL<sub>50</sub> à l’absorption cutanée (cf. 2.6.2.1.2<sup>1</sup>)  
**DL<sub>50</sub> à l’absorption cutanée de 2,0 mg/kg p.c. chez le rat**
- 5.3    CL<sub>50</sub> à l’inhalation (cf. 2.6.2.1.3<sup>1</sup>)    mg/l    Durée d’exposition    heures  
**Aucune information disponible**  
ou..... ml/m<sup>3</sup>    Animal .....
- 5.4    Concentration de vapeur saturée à 20 °C (cf. 2.6.2.2.4.3<sup>1</sup>)  
**Aucune information disponible**
- 5.5    Résultats des essais cutanés (cf. 2.8<sup>1</sup>)



**Irritation/corrosion de la peau :**

Un essai destiné à déterminer l'effet irritant ou corrosif aigu sur la peau d'une solution à 2,38 % de TMAH a été effectué conformément à la Ligne directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques n° 404 et aux bonnes pratiques de laboratoire. Aucune irritation cutanée n'a été observée après une application de 3 minutes. Une application d'une heure a provoqué une irritation cutanée bien définie. Une application pendant une période de 4 heures a entraîné une irritation cutanée bien définie à sévère chez tous les animaux, avec nécrose chez un animal. En raison de la gravité et de l'irréversibilité des lésions, la solution à 2,38 % de TMAH est classée comme corrosive pour la peau, catégorie 1C, conformément au Règlement (CE) n° 1272/2008.

Le pH d'une solution aqueuse à 10 % de TMAH est de 13,6.

Selon la méthode d'essai Corrositex, le pentahydrate de TMAH doit être classé dans le groupe d'emballage II pour le transport (ADR/DOT). (Les critères de classement dans le groupe d'emballage II étant identiques aux critères de classement de la Ligne directrice de l'OCDE n° 435 s'agissant de la corrosivité, le pentahydrate de TMAH est classé comme corrosif pour la peau, catégorie 1B.)

5.6 Autres données

5.7 Effets sur l'homme

Plusieurs incidents mortels impliquant le TMAH ont été signalés.

**Section 6****INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES**

6.1 Mesures recommandées en cas d'urgence

6.1.1 Incendie (indiquer les agents d'extinction appropriés et ceux à ne pas utiliser)

**Agents extincteurs appropriés**

Eau pulvérisée, dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), mousse, produit chimique sec.

**Dangers spécifiques du produit**

Provoque de graves brûlures. Produits de décomposition dangereux. Monoxyde de carbone. Peut brûler violemment. Peut subir une décomposition auto-accélérée et produire de grandes quantités de gaz. Peut être mortel par inhalation, par contact cutané ou par ingestion.

**Équipements de protection spéciaux et précautions spéciales pour les pompiers**

En cas d'incendie ou d'explosion, ne pas respirer les fumées. En cas d'incendie : Porter un appareil respiratoire autonome. Porter des vêtements de protection. Éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements.

6.1.2 Fuite de matière

**Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence**

Éviter la formation de poussière. Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols. Ne pas ingérer. Éviter tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements. Porter des vêtements de protection.

**Précautions relatives à l'environnement**

Empêcher toute autre fuite ou tout autre déversement s'il est possible de le faire en toute sécurité. Empêcher le produit de pénétrer dans les conduits d'écoulement. Les autorités locales doivent être informées en cas de déversements importants impossibles à confiner. Ne pas évacuer vers les eaux de surface ou le réseau d'égouts.

**Méthodes et matériaux pour l'isolation et le nettoyage**

Confiner et recueillir le produit répandu avec un matériau absorbant non combustible (par exemple, du sable, de la terre, de la terre de diatomées, de la vermiculite). Placer dans un récipient et éliminer conformément aux réglementations locales ou nationales (voir sect. 13).

**Méthodes de nettoyage**

Balayer et transférer dans des conteneurs correctement étiquetés. Éponger avec un matériau absorbant inerte. Nettoyer soigneusement la surface contaminée. Conserver les eaux de lavage au même titre que les déchets contaminés.

6.2 Est-il prévu de transporter la matière en

6.2.1 Conteneurs pour vrac (cf. 6.8<sup>1</sup>) ?

6.2.2 Grands récipients pour vrac (cf. 6.5<sup>1</sup>) ?

6.2.3 Citernes mobiles (6.7<sup>1</sup>) ?

Si la réponse est affirmative, donner des précisions dans les sections 7, 8 ou 9 ci-dessous, respectivement.

**Section 7****CONTENEURS POUR VRAC (à ne remplir que si la réponse sous 6.2.1 est « oui »)**

7.1 Type(s) proposé(s)

**Section 8****TRANSPORT EN GRANDS RÉCIPIENTS POUR VRAC (GRV)**

(à ne remplir que si la réponse sous 6.2.2 est « oui »)

8.1 Type(s) proposé(s)

**Section 9****TRANSPORT EN CITERNES MOBILES**

(à ne remplir que si la réponse sous 6.2.3 est « oui »)

9.1 Description de la citerne mobile prévue (y compris le type de citerne OMI s'il est connu)

9.2 Pression minimale d'épreuve

9.3 Épaisseur minimale du réservoir

9.4 Caractéristiques des orifices de vidange par le bas, s'ils existent

9.5 Dispositifs de décompression

9.6 Taux de remplissage .....

9.7 Matériaux à ne pas utiliser pour la construction .....

## Annexe IV

### Formule de renseignements à communiquer à l'ONU en vue du classement ou du reclassement d'une matière

Soumise par : SACHEM

Date : 2 novembre 2021

Fournir tous les renseignements pertinents, y compris les sources des principales données relatives au classement. Les données doivent se rapporter au produit tel qu'il est présenté au transport. Indiquer les méthodes d'essai. Répondre à toutes les questions – le cas échéant, répondre « non connu » ou « sans objet » – Si les renseignements ne sont pas disponibles sous la forme requise, fournir toute autre information dont on dispose, avec les commentaires nécessaires. Biffer les mentions inutiles.

#### Section 1

##### IDENTIFICATION DE LA MATIÈRE

- 1.4 Nom chimique  
**Hydroxyde de tétraméthylammonium en solution**
- 1.5 Formule chimique  
**C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>N.HO**
- 1.6 Autres noms/synonymes  
**Hydroxyde de tétraméthylazanium en solution**
- 1.4.1 Numéro ONU  
**1835**
- 1.4.2 Numéro CAS  
**75-59-2**
- 1.5 Classement proposé dans les Recommandations
- 1.5.1 Désignation officielle de transport (cf. 3.1.2<sup>1</sup>)  
**Hydroxyde de tétraméthylammonium en solution**
- 1.5.2 Classe/division et danger(s) subsidiaire(s)  
**8, groupes d'emballage II et III**
- 1.5.3 Dispositions spéciales proposées, le cas échéant
- 1.5.4 Méthode d'emballage proposée

#### Section 2

##### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- 2.1 Point ou plage de fusion ..... **63 à 70 °C (solide)**
- 2.2 Point ou plage d'ébullition ..... **environ 102 °C**
- 2.3 Densité relative ... **Aucune information disponible**
- 2.4 Pression de vapeur
- 2.4.1 **16,0 mm Hg à 25 °C**

<sup>1</sup> Ces références renvoient aux chapitres, sections et paragraphes du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

- 2.5 Viscosité à 20 °C<sup>2</sup> .....**3,13 centipoises à 19 °C**
- 2.6 Solubilité dans l'eau à 20 °C (**solide : 100 g/100 ml**)
- 2.7 État physique à 20 °C (cf. 2.2.1.1) **liquide**
- 2.8 Aspect aux températures de transport normales, couleur, odeur, etc.  
**Liquide, incolore, jaune clair. Légère odeur d'amine.**
- 2.9 Autres propriétés physiques pertinentes **pH > 13**

**Section 3****INFLAMMABILITÉ – le produit n'est pas inflammable**

- 3.1 Vapeurs inflammables
- 3.1.1 Point d'éclair (cf. 2.3.3) > **95 °C**
- 3.1.2 La matière entretient-elle une combustion ? (cf. 2.3.1.3)  
**Aucune information disponible**
- 3.2 Température d'auto-inflammation **Aucune donnée disponible**
- 3.3 Limites d'inflammabilité (LII/LSI) **Aucune donnée disponible**
- 3.4 La matière est-elle une matière solide inflammable ? (cf. 2.4.2<sup>1</sup>)
- 3.4.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....

**Section 4****PROPRIÉTÉS CHIMIQUES**

- 4.1 La matière nécessite-t-elle une inhibition/stabilisation ou un autre traitement (transport sous atmosphère d'azote par exemple) pour empêcher des réactions dangereuses ? **Non**
- Dans l'affirmative, indiquer :
- 4.1.1 L'inhibiteur/le stabilisant utilisé .....
- .....
- 4.1.2 Autre méthode .....
- .....
- 4.1.3 Durée d'efficacité à 55 °C .....
- 4.1.4 Conditions dans lesquelles la méthode est inefficace .....
- .....
- 4.2 La matière est-elle une matière explosible au sens du paragraphe 2.1.1.1 ? (cf. 2.1<sup>1</sup>)  
**Non**
- 4.2.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....
- 4.3 La matière est-elle une matière explosible désensibilisée ? (cf. 2.4.2.4<sup>1</sup>) **Non**
- 4.3.1 Dans l'affirmative, donner des précisions .....
- 4.4 La matière est-elle une matière autoréactive ? (cf. 2.4.1<sup>1</sup>) **Non**
- Dans l'affirmative, indiquer :
- 4.4.1 La case de sortie du diagramme de décision .....

<sup>2</sup> Voir la définition de « liquide » au 1.2.1 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

- Quelle est la température de décomposition auto-accélérée (TDAA)  
(point de décomposition exothermique) pour un colis de 50 kg ? .....  
.....°C
- La température doit-elle être réglée ? (cf. 2.4.2.3.4<sup>1</sup>) .....oui/non
- 4.4.2 Température de régulation proposée pour un colis de 50 kg .....°C
- 4.4.3 Température critique proposée pour un colis de 50 kg.....°C
- 4.5 La matière est-elle pyrophorique ? (2.4.3<sup>1</sup>) **Non**
- 4.5.1 Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- 4.6 La matière est-elle sujette à l’auto-échauffement ? (cf. 2.4.3<sup>1</sup>) **Non**
- 4.6.1 Dans l’affirmative, donner des précisions
- 4.7 La matière est-elle un peroxyde organique ? (cf. 2.5.1) **Non**
- Dans l’affirmative, indiquer :
- 4.7.1 La case de sortie du diagramme de décision .....
- Quelle est la température de décomposition auto-accélérée (TDAA)  
(point de décomposition exothermique) pour un colis de 50 kg ? .....  
.....°C
- La température doit-elle être réglée ? (cf. 2.5.3.4.1<sup>1</sup>) .....oui/non
- 4.7.2 Température de régulation proposée pour un colis de 50 kg .....°C
- 4.7.3 Température critique proposée pour un colis de 50 kg.....°C
- 4.8 La matière dégage-t-elle des gaz inflammables au contact de l’eau ? (cf. 2.4.4<sup>1</sup>)  
**Non**
- 4.8.1 Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- .....
- 4.9 La matière a-t-elle des propriétés comburantes ? (cf. 2.5.1<sup>1</sup>) **Non**
- 4.9.1 Dans l’affirmative, donner des précisions .....
- .....
- 4.10 Action corrosive sur le matériau des emballages (cf. 2.8<sup>1</sup>)
- 4.10.1 Acier doux **oui**
- 4.10.2 Aluminium **oui** mm/an à .....°C
- 4.10.3 Autres matériaux d’emballage (à préciser)
- 4.11 Autres propriétés chimiques pertinentes

## Section 5

### EFFETS BIOLOGIQUES NOCIFS

- 5.1 DL<sub>50</sub> à l’ingestion (cf. 2.6.2.1.1<sup>1</sup>)  
**DL<sub>50</sub> à l’ingestion comprise entre 50 et 300 mg/kg p.c. chez le rat**
- 5.2 DL<sub>50</sub> à l’absorption cutanée (cf. 2.6.2.1.2<sup>1</sup>)  
**DL<sub>50</sub> à l’absorption cutanée de 28,7 mg/kg p.c. chez le rat**
- 5.3 CL<sub>50</sub> à l’inhalation (cf. 2.6.2.1.3<sup>1</sup>) .....mg/l Durée d’exposition heures  
**Aucune information disponible**  
ou..... ml/m<sup>3</sup> Animal .....
- 5.4 Concentration de vapeur saturée à 20 °C (cf. 2.6.2.2.4.3<sup>1</sup>)  
**Aucune information disponible**
- 5.5 Résultats des essais cutanés (cf. 2.8<sup>1</sup>)

### **Irritation/corrosion de la peau**

Un essai destiné à déterminer l'effet irritant ou corrosif aigu sur la peau d'une solution à 2,38 % de TMAH a été effectué conformément à la Ligne directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques n° 404 et aux bonnes pratiques de laboratoire. Aucune irritation cutanée n'a été observée après une application de 3 minutes. Une application d'une heure a provoqué une irritation cutanée bien définie. Une application pendant une période de 4 heures a entraîné une irritation cutanée bien définie à sévère chez tous les animaux, avec nécrose chez un animal. En raison de la gravité et de l'irréversibilité des lésions, la solution à 2,38 % de TMAH est classée comme corrosive pour la peau, catégorie 1C, conformément au Règlement (CE) n° 1272/2008.

Le pH d'une solution aqueuse à 10 % de TMAH est de 13,6.

Selon la méthode d'essai Corrositex, le pentahydrate de TMAH doit être classé dans le groupe d'emballage II pour le transport (ADR/DOT). (Les critères de classement dans le groupe d'emballage II étant identiques aux critères de classement de la Ligne directrice de l'OCDE n° 435 s'agissant de la corrosivité, le pentahydrate de TMAH est classé comme corrosif pour la peau, catégorie 1B.)

5.6 Autres données

5.7 Effets sur l'homme

Plusieurs incidents mortels impliquant le TMAH ont été signalés.

6.1 Mesures recommandées en cas d'urgence

6.1.1 Incendie (indiquer les agents d'extinction appropriés et ceux à ne pas utiliser)

### **Agents extincteurs appropriés**

Eau pulvérisée, dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), mousse, produit chimique sec.

### **Dangers spécifiques du produit**

Provoque de graves brûlures. Produits de décomposition dangereux. Monoxyde de carbone. Peut brûler violemment. Peut subir une décomposition auto-accélérée et produire de grandes quantités de gaz. Peut être mortel par inhalation, par contact cutané ou par ingestion. Peut se décomposer en triméthylamine, qui est un gaz inflammable, et en méthanol, susceptible de produire des vapeurs inflammables.

### **Équipements de protection spéciaux et précautions spéciales pour les pompiers**

En cas d'incendie ou d'explosion, ne pas respirer les fumées. En cas d'incendie : Porter un appareil respiratoire autonome. Porter des vêtements de protection. Éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements.

6.1.2 Fuite de matière

### **Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence**

Ne pas respirer les vapeurs ou les brouillards. Ne pas ingérer. Éviter tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements. Porter des vêtements de protection individuelle (voir sect. 8).

### **Précautions relatives à l'environnement**

Empêcher toute autre fuite ou tout autre déversement s'il est possible de le faire en toute sécurité. Empêcher le produit de pénétrer dans les conduits d'écoulement. Les autorités locales doivent être informées en cas de déversements importants impossibles à confiner. Ne pas évacuer vers les eaux de surface ou le réseau d'égouts. Ne pas déverser dans les cours d'eau ou les systèmes aquatiques.

## Méthodes et matériaux pour l'isolation et le nettoyage

Confiner et recueillir le produit répandu avec un matériau absorbant non combustible (par exemple, du sable, de la terre, de la terre de diatomées, de la vermiculite). Placer dans un récipient et éliminer conformément aux réglementations locales ou nationales (voir sect. 13).

### Méthodes de nettoyage

Éponger avec un matériau absorbant inerte. Nettoyer soigneusement la surface contaminée. Conserver les eaux de lavage au même titre que les déchets contaminés. Peut se décomposer en triméthylamine, qui est un gaz inflammable, et en méthanol, susceptible de produire des vapeurs inflammables. Les conteneurs vides peuvent contenir un ou deux gaz inflammables et doivent être manipulés de manière adaptée. Tous les équipements utilisés pour le nettoyage des conteneurs ainsi que les conteneurs doivent être mis à la terre et reliés entre eux pour assurer la continuité de masse, afin d'éviter l'accumulation de charges électriques et les décharges d'électricité statique qui pourraient provoquer un incendie ou une explosion.

- 6.2 Est-il prévu de transporter la matière en :
- 6.2.1 Conteneurs pour vrac (cf. 6.8<sup>1</sup>) ? .....
- 6.2.2 Grands récipients pour vrac (cf. 6.5<sup>1</sup>) ?
- 6.2.3 Citernes mobiles (6.7<sup>1</sup>) ? .....

Si la réponse est affirmative, donner des précisions dans les sections 7, 8 ou 9 ci-dessous, respectivement.

### Section 7

#### CONTENEURS POUR VRAC

(à ne remplir que si la réponse sous 6.2.1 est « oui »)

- 7.1 Type(s) proposé(s)

### Section 8

#### TRANSPORT EN GRANDS RÉCIPIENTS POUR VRAC (GRV)

(à ne remplir que si la réponse sous 6.2.2 est « oui »)

- 8.1 Type(s) proposé(s)

### Section 9

#### TRANSPORT EN CITERNES MOBILES

(à ne remplir que si la réponse sous 6.2.3 est « oui »)

- 9.1 Description de la citerne mobile prévue (y compris le type de citerne OMI s'il est connu)
- 9.2 Pression minimale d'épreuve
- 9.3 Épaisseur minimale du réservoir
- 9.4 Caractéristiques des orifices de vidange par le bas, s'ils existent
- 9.5 Dispositifs de décompression
- 9.6 Taux de remplissage .....
- 9.8 Matériaux à ne pas utiliser pour la construction .....
- .....