



Secrétariat

Distr.
GÉNÉRALE

ST/SG/AC.10/C.3/2004/33
7 avril 2004

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

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

Vingt-cinquième session, 5-14 juillet 2004
Point 6 de l'ordre du jour provisoire

INSCRIPTION, CLASSEMENT ET EMBALLAGE

Proposition tendant à modifier la désignation officielle de transport
de l'aldéhyde crotonique (crotonaldéhyde) (n° ONU 1143)

Communication du Conseil international des associations chimiques (ICCA)

Introduction

1. L'aldéhyde crotonique est inscrit dans la Liste des marchandises dangereuses sous le numéro ONU 1143: «ALDÉHYDE CROTONIQUE (CROTONALDÉHYDE) STABILISÉ».
2. D'après cette description, la matière peut seulement être transportée sous forme stabilisée. Il y a de bonnes raisons de penser cependant que cette restriction n'est plus justifiée. En fait le crotonaldéhyde, sous sa forme commerciale pure, est manutentionné et stocké en grande quantité dans l'industrie chimique de transformation depuis de nombreuses années sans qu'il se soit produit de réaction spontanée accidentelle.
3. On trouve dans la littérature des données prouvant la stabilité thermique du crotonaldéhyde (butène-2 al). Un rapport sur les caractéristiques environnementales de la matière crotonaldéhyde (BUA-Stoffbericht 98, Gesellschaft Deutscher Chemiker, S. Hirzel Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1993) indique que le crotonaldéhyde pur du commerce ne manifeste pas de décomposition thermique notable au-dessous de 275 °C. Des sels de métaux lourds peuvent catalyser l'oxydation du crotonaldéhyde avec formation de l'acide correspondant.

Nouvelle évaluation de la stabilité thermique de l'aldéhyde crotonique

4. Une nouvelle évaluation de la stabilité thermique du crotonaldéhyde a été effectuée. Un échantillon de qualité commerciale d'une pureté > 99,0 % (masse) a été soumis aux essais. La principale impureté était l'eau (150 ppm). Tous les autres composants étaient en teneur inférieure à 100 ppm. Le mode opératoire choisi suivait de près la méthode d'épreuve H.2 du *Manuel d'épreuves et de critères* de l'ONU, quatrième édition, 2003. L'étude a été complétée par une calorimétrie différentielle (DSC) du crotonaldéhyde utilisé (voir l'annexe).
5. Les essais ont donné les résultats suivants:
- Calorimétrie différentielle DSC: Le crotonaldéhyde présente une réaction de décomposition au-dessus de 200 °C avec une énergie exothermique de -900 J/g. Le dégagement de chaleur est étalé sur une large plage de température allant de 200 à 400 °C;
 - Épreuve de stockage adiabatique exécutée juste après l'épreuve H.2: Cette épreuve a été exécutée juste après l'épreuve H.2, mais en conditions confinées pour éviter toute perte de chaleur par évaporation et pour réaliser des conditions parfaitement adiabatiques. Pour cette raison, le dispositif de chauffage extérieur n'était pas utilisé et l'isolation thermique était mesurée avec la matière dans le vase de Dewar pendant la période de réchauffage (voir l'annexe pour la détermination du point de décomposition exothermique (TDAA) du crotonaldéhyde). Les essais ont démontré qu'une décomposition exothermique peut être exclue tant que la température de stockage ne dépasse pas 85 °C. En ce qui concerne la perte thermique de la citerne mobile, on avait pris comme valeur 2 mW/kg.K (tableau 28.3: perte de chaleur par unité de masse des colis; *Manuel d'épreuves et de critères*). La température correspondant au TMR₂₄ (temps écoulé jusqu'à la vitesse maximale sur 24 h) est évaluée à plus de 130 °C d'après les données;
 - Les essais n'indiquent pas que la matière ait des propriétés explosives, même si la chaleur de décomposition est élevée.

6. Il ressort de ces nouveaux résultats que le crotonaldéhyde, dans sa forme pure du commerce, n'a pas besoin d'être stabilisé pour le transport. Cette proposition n'entraînera donc pas de réduction du niveau de sécurité.

7. Le crotonaldéhyde de pureté technique inférieure ou les préparations à base de ce produit devraient être transportés conformément au classement résultant de la détermination des propriétés dangereuses du produit. Les qualités inférieures de crotonaldéhyde sont transportées en quantités bien moindres que le produit pur et peuvent donc l'être si nécessaire sous une rubrique n.s.a. appropriée.

Propositions

8. Pour le numéro ONU 1143, il conviendrait de supprimer le mot «STABILISÉ», dans la colonne 2 de la Liste des marchandises dangereuses du chapitre 3.2, et de lire «ALDÉHYDE CROTONIQUE (CROTONALDÉHYDE)».
9. L'index alphabétique des matières et objets devrait être modifié en conséquence.

Annexe

(Les figures sont en anglais seulement)

Résultats de l'étude de cinétique sur la stabilité thermique de l'aldéhyde crotonique

10. Une nouvelle évaluation de la stabilité thermique de l'aldéhyde crotonique a été effectuée au laboratoire d'essais de l'entreprise Siemens Axiva GmbH, 65926 Frankfurt, Industriepark Höchst, C 487, Allemagne.

11. L'échantillon d'essai était de qualité commerciale et a été utilisé tel quel. Il avait une pureté > 99,0 % (masse), l'eau étant la principale impureté (150 ppm) et toutes les autres impuretés étant en teneur inférieure à 100 ppm.

Calorimètre différentiel

12. La stabilité thermique a tout d'abord fait l'objet d'essais de présélection par calorimétrie différentielle (DSC). Une quantité de 10 mg de la matière était placée dans un porte-échantillon en verre scellé et chauffé à la vitesse de 3 K/min jusqu'à 450 °C. La décomposition commençait à une température de 200 °C, avec une énergie libérée de -900 J/g (moyenne de plusieurs mesures) (voir fig. 1). La décomposition s'étendait sur une large plage de température comprise entre 200 et 400 °C, avec un maximum à 310 °C.

Épreuve de stockage adiabatique

13. Le mode opératoire suivait de près la procédure de l'épreuve H.2 du *Manuel d'épreuves et de critères* de l'ONU. Pour améliorer l'isolation thermique de l'échantillon, le vase de Dewar était placé dans un autoclave, qui était ensuite fermé hermétiquement. Des thermocouples étaient placés au centre de l'échantillon et dans la chemise de l'autoclave. Un capteur de pression mesurait la pression à l'intérieur de l'autoclave. Celui-ci était chauffé de manière homogène par un four à bloc d'aluminium. Le gradient de température à la température de départ était inférieur à 0,5 K de haut en bas de l'autoclave et il a été vérifié qu'il était négligeable par rapport à la sensibilité du système de mesure. Le système était entièrement fermé; seuls les câbles des thermocouples et du capteur de pression étaient reliés au système d'enregistrement des données. Pour la même raison, on avait renoncé à tout dispositif pour préchauffer l'échantillon. Compte tenu de l'isolation thermique assurée par le vase de Dewar, le temps nécessaire pour réaliser l'équilibre de température dans le système est d'environ 48 h. Le vase de Dewar, qui avait une capacité de 200 ml, contenait environ 140 g de crotonaldéhyde.

14. Afin d'améliorer la sensibilité de l'épreuve, la température de l'autoclave était asservie à la température de l'échantillon dès que celle-ci dépassait la température ambiante par échauffement spontané. L'essai était donc exécuté dans des conditions parfaitement adiabatiques afin d'offrir la sensibilité voulue pour l'évaluation des résultats.

15. Deux essais ont été effectués. L'essai 1 avait pour température de départ 142 °C. À cette température, le crotonaldéhyde subit déjà un auto-échauffement (voir fig. 2). L'essai 2 démarrait à 100 °C. Après 50 h, pendant lesquelles il n'a pas été détecté d'auto-échauffement, la température ambiante a été augmentée par paliers de 10 K. À 140 °C, l'auto-échauffement était suffisant pour déclencher le fonctionnement en mode adiabatique (voir fig. 3: essai 2 en comparaison avec l'essai 1).

16. Ces deux essais diffèrent par l'effet thermique auquel est soumise la matière, qui peut causer une altération de l'échantillon sans qu'il y ait dégagement de chaleur détectable. La modération de la température de l'échantillon aurait dû favoriser un processus d'autocatalyse éventuel, mais il semble qu'elle supprime en fait toute décomposition thermique lente d'une impureté. (Le graphique DSC (fig. 1) montre une réaction mineure au début de la décomposition, ce qui indique un mécanisme de réaction complexe.)

17. Pour évaluer l'influence de la modération de température sur la stabilité thermique du crotonaldéhyde, les vitesses d'auto-échauffement mesurées lors des deux essais sont reproduites sous la forme d'un diagramme d'Arrhenius à la figure 4. Le premier essai sans modération de température montre une «préréaction» qui se ralentit aux températures plus élevées. Le second essai avec modération de température semble donner un comportement plus stable à basse température tout en ayant la même cinétique de décomposition à plus haute température. Il est manifeste que la modération de température accroît notablement la stabilité thermique. Une exposition prolongée aux hautes températures est plus probable dans les conditions de transport en citerne mobile par suite de l'inertie thermique de ces citernes.

18. Un modèle cinétique d'ordre zéro a été ajusté aux données pour les deux essais dans la plage de température de basse consommation de produits. Pour l'essai 1 la plage de température était limitée de 140 à 170 °C, pour l'essai 2 (avec modération de température) le modèle était ajusté aux données dans la plage allant de 150 à 185 °C. On obtient ainsi des énergies d'activation de 100 kJ/mol pour l'essai 1 et 102 kJ/mol pour l'essai 2.

19. Sur la base de ces meilleurs ajustements, le point de décomposition isothermique (TDAA) a été déterminé selon la méthode d'épreuve H.2 (*Manuel d'épreuves et de critères*). Une valeur constante de chaleur spécifique de 2 500 kJ/kg.K était prise pour hypothèse pour toute la plage de température. La chaleur spécifique a été déterminée par des essais DSC à 140 °C.

Production de gaz

20. La réaction exothermique montre un accroissement de pression détectable à environ 140 °C, avec une très faible vitesse de réaction d'environ $1 \cdot 10^{-2}$ l/kg/min. Au-dessus de 300 °C, la production de gaz atteint un maximum de 10 l/min/kg. Ces données ont été estimées sur la base d'un volume de gaz libre de 0,5 l dans l'autoclave.

«Temps écoulé jusqu'à la vitesse maximale» (TMR₂₄) pour la période d'induction de 24 h

21. Le temps écoulé jusqu'à la vitesse maximale (TMR) est défini comme étant l'intervalle de temps à la température donnée, jusqu'au point de vitesse maximale de la réaction de décomposition. En traçant la courbe des temps d'induction mesurés en fonction de la température

de l'échantillon, on peut extrapoler le temps d'induction sur 24 h qui est fréquemment utilisé comme valeur de référence pour la communication de données sur la stabilité thermique (voir fig. 5). Il a seulement été donné les résultats pour l'essai à la température TDAA la plus basse, c'est-à-dire l'essai 1. L'essai 2 donnerait une valeur plus élevée du TMR à la température choisie. Sur la base des résultats de l'essai 1, un temps d'induction adiabatique de 24 h est confirmé pour une température de l'échantillon de 134 °C.

Détermination du point de décomposition exothermique (TDAA)

22. Le point de décomposition exothermique (TDAA) est déterminé par ajustement du modèle cinétique à la réaction de décomposition comme indiqué à la figure 4. La puissance de réaction est calculée d'après la vitesse mesurée d'accroissement de la température, en prenant la chaleur spécifique mesurée de 2 500 J/kg/K du crotonaldéhyde à 140 °C, et en suivant la procédure de l'épreuve H.2 (voir fig. 6). Les deux essais diffèrent par l'accroissement de la stabilité thermique résultant de la modération de température.

23. La température limite pour un stockage sans risques est donnée par l'intersection de la tangente à la courbe de vitesse d'auto-échauffement avec l'axe des x. La TDAA est alors déterminée par arrondissement de la valeur de température au point d'intersection au plus proche nombre supérieur, divisible par 5.

24. La perte thermique d'une citerne mobile (20 000 l) est censée être égale à 2 mW/kg.K (tableau 28.3 du *Manuel d'épreuves et de critères*).

25. La température ambiante critique déterminée est respectivement de 84 °C (essai 1) et 99 °C (essai 2). La température TDAA pour une citerne mobile serait en conséquence de 85 °C conformément à cette procédure et compte tenu des conditions les plus défavorables.

26. La TDAA pour une citerne mobile remplie de crotonaldéhyde est donc située au-dessus de 75 °C, ce qui est la valeur limite supérieure de classement des matières dans la division 4.1 en tant que «matières autoréactives».

27. Les résultats des essais sont résumés dans le tableau suivant:

Essai	Crotonaldéhyde taille de l'échantillon	Température ambiante	Temps jusqu'à la vitesse maximale TMR ₂₄	Temp. max.	Pression max.	Énergie d'activation – «préréaction» – réaction principale
	[g]	[°C]	[°C]	[°C]	[bar]	
1	143	142	134	293	80	100
2	141	100 à 130 140	148	310	114	102

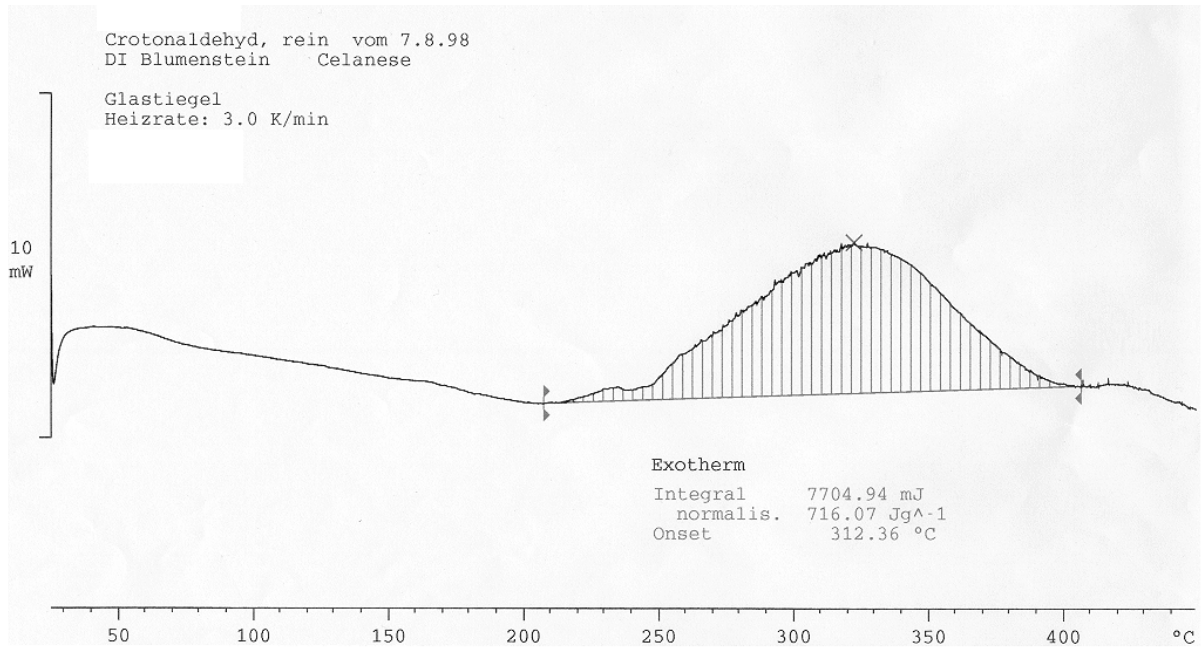
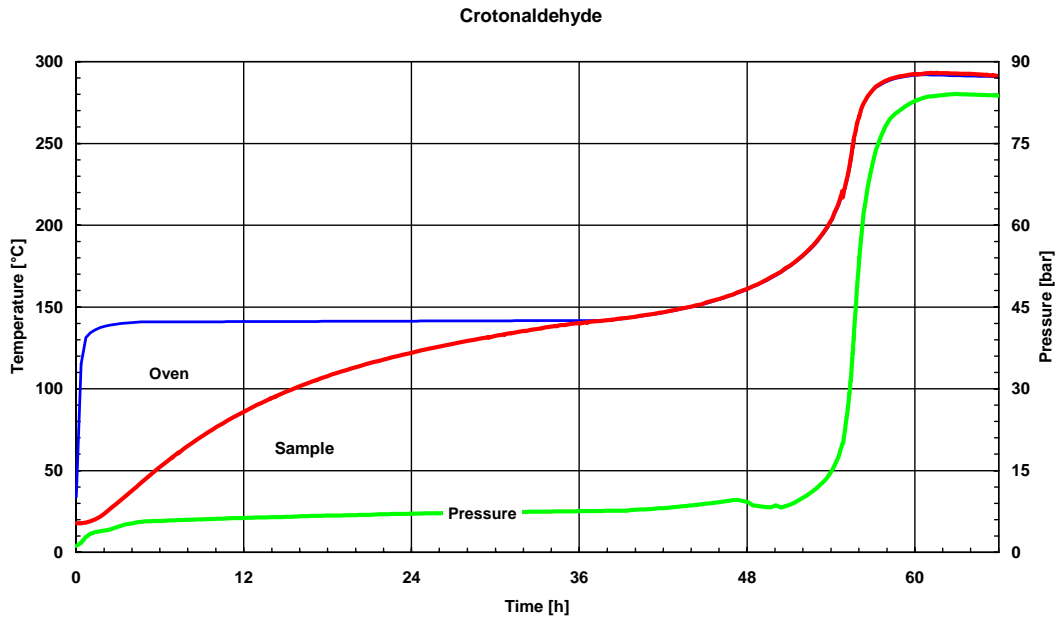


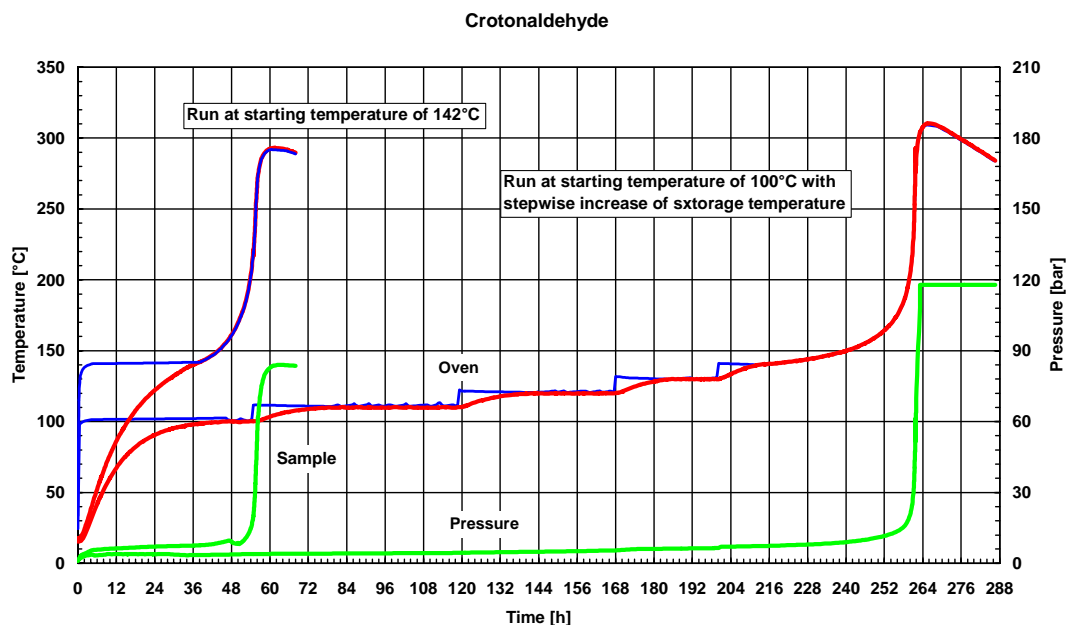
Figure 1: Calorimétrie différentielle du crotonaldéhyde (creuset en verre, vitesse de chauffage 3 K/min)



PS 19980961 0,75l / 500bar Autoklav
Customer: Blumenstein
Weight: 143g
Test Vessel: 200 ml dewar, thin-walled

Pressure transducer: 100 bar
Starting temperature : 18 °C
Storage temperature: 142 °C
Maximum temperature: 293 °C

Figure 2: Courbes température/pression, essai 1



PS 20030961.2 0,75l / 500bar Autoklav
 Costumer: Blumenstein
 Weight: 141g
 Test Vessel: 201 ml dewar, thick-walled

Pressure transducer: 100 bar
 Starting temperature : 15 °C
 Storage temperature: 140 °C
 Maximum temperature: 310 °C

Figure 3: Courbes température/pression, essai 2 en comparaison avec l'essai 1

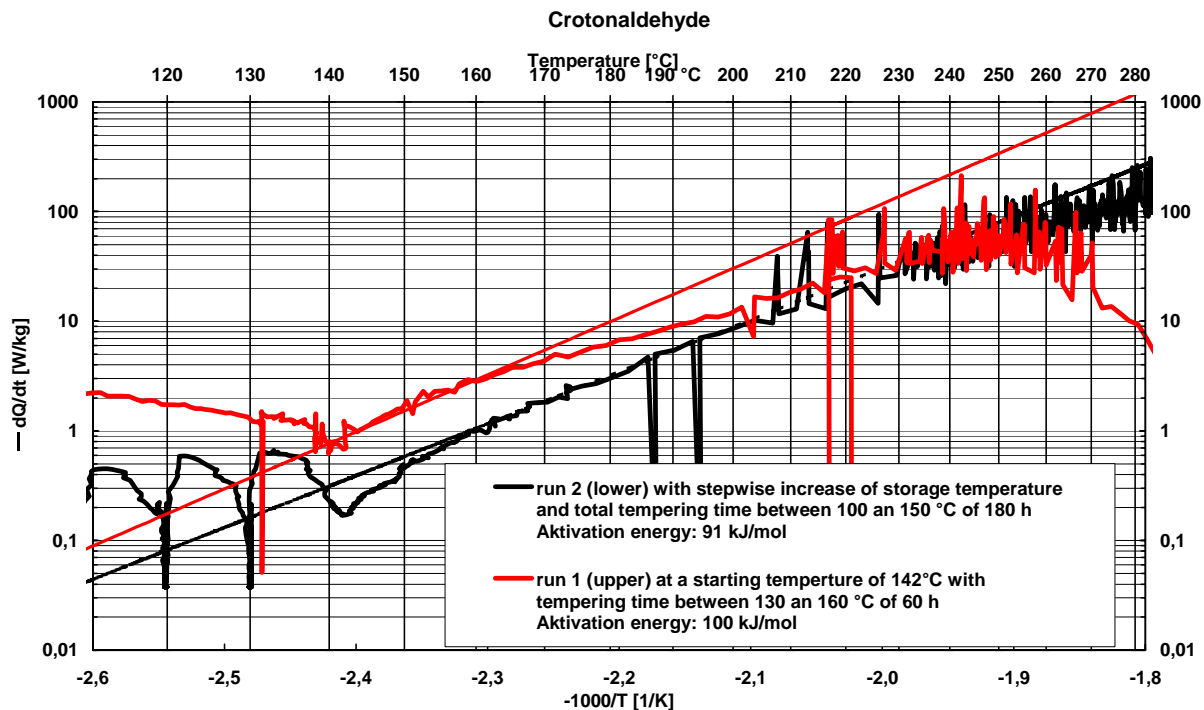
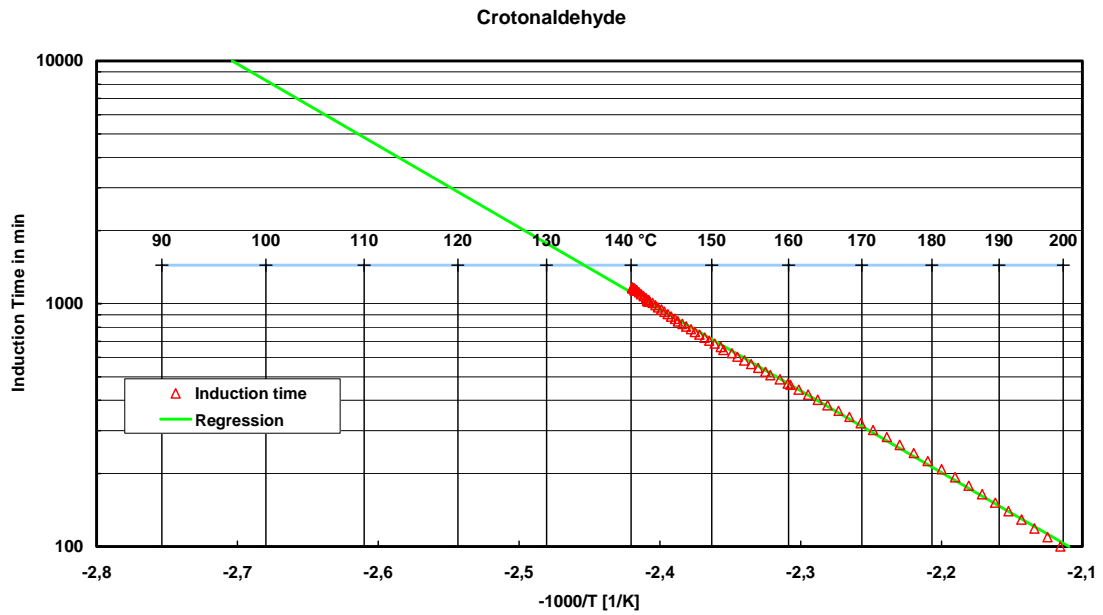
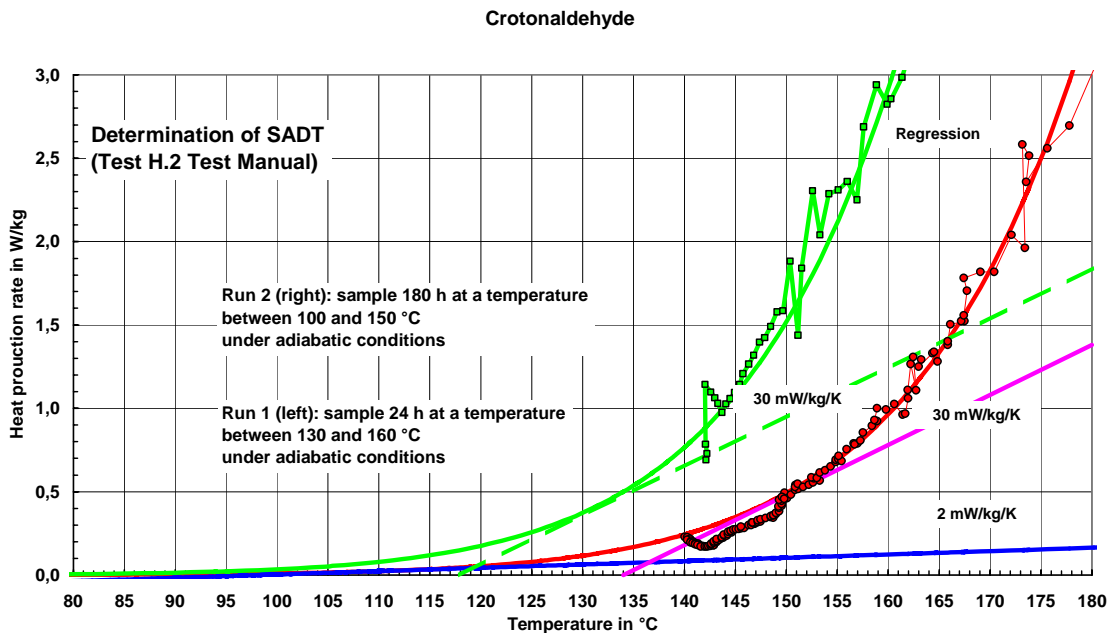


Figure 4: Diagramme d'Arrhenius pour la vitesse d'auto-échauffement, avec ajustement de modèles cinétiques d'ordre zéro



Ergebnis:	AZT24 = 134 °C			
Regression:	$\log(\text{TMR})[\text{min}] = A + (-B / T[\text{K}])$	A = -5,10242	B = -3366,66	Ea = 64 kJ/mol
PS 19980961	0,75l / 500bar Autoklav	Pressure transducer:	100 bar	
Customer:	Blumenstein	Starting temperature :	18 °C	
Weight:	143g	Storage temperature:	142 °C	
Test Vessel:	200 ml dewar, thin-walled	Maximum temperature:	293 °C	

Figure 5: Temps écoulé jusqu'à la vitesse maximale (TMR)



Schnittpunkt mit der x-Achse = 99 °C			
PS 20030961.2	0,75l / 500bar Autoklav	Pressure transducer:	100 bar
Customer:	Blumenstein	Starting temperature :	15 °C
Weight:	141g	Storage temperature:	140 °C
Test Vessel:	201 ml dewar, thick-walled	Maximum temperature:	310 °C

Figure 6: Point de décomposition exothermique (TDAA) pour une citerne mobile ayant une perte thermique de 2 mW/kg.K

**FORMULE DE RENSEIGNEMENTS À COMMUNIQUER À L'ONU EN VUE
DU CLASSEMENT OU DU RECLASSEMENT D'UNE MATIÈRE**

Soumise par: **Conseil international des associations chimiques**Date: **1^{er} mars 2004**

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: **ALDÉHYDE CROTONIQUE**
- 1.2 Formule chimique: **C₄H₆O, contient 5 % de cis et 95 % de trans-crotonaldéhyde**
- 1.3 Autres noms/synonymes: **crotonaldéhyde, aldéhyde de propylène, butène-2 al**
- 1.4.1 Numéro ONU: **1143**
- 1.4.2 Numéro CAS: **4170-30-3 Produit du commerce**
- 1.5 Classement proposé dans les Recommandations
- 1.5.1 Désignation officielle de transport (cf. 3.1.2¹): **ALDÉHYDE CROTONIQUE (ou CROTONALDÉHYDE)**
- 1.5.2 Classe/division: **6.1**
Risque(s) subsidiaire(s): **3**
Groupe d'emballage: **I**
- 1.5.3 Dispositions spéciales proposées, le cas échéant:
- 1.5.4 Méthode d'emballage proposée: **P001**

Section 2. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- 2.1 Point ou plage de fusion: **-75 °C**
- 2.2 Point ou plage d'ébullition: **102 °C**

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

- 2.3 Densité relative/masse volumique:
- 2.3.1 à 15 °C:
 - 2.3.2 à 20 °C: **0,8531**
 - 2.3.3 à 50 °C:
- 2.4 Pression de vapeur à:
- 2.4.1 50 °C: **9,3** kPa
 - 2.4.2 65 °C: kPa
- 2.5 Viscosité à 20 °C¹: **0,82 (mPas) m²/s**
- 2.6 Solubilité dans l'eau à 20 °C: **15** g/100 ml
- 2.7 État physique à 20 °C (cf. 2.2.1.1²): **liquide**
- 2.8 Aspect aux températures de transport normales, couleur, odeur, etc.:
liquide incolore limpide à odeur de goudron
- 2.9 Autres propriétés physiques pertinentes: **change de couleur lorsque exposé à la lumière ou à l'air**

Section 3. INFLAMMABILITÉ

- 3.1 Vapeurs inflammables
- 3.1.1 Point d'éclair (cf. 2.3.3²): **10 °C creuset fermé**
 - 3.1.2 La matière entretient-elle une combustion? (cf. 2.3.1.3²) **oui**
- 3.2 Température d'auto-inflammation: **160 °C**
- 3.3 Limites d'inflammabilité (LII/LSI): **2,0/30,0 %**
- 3.4 La matière est-elle une matière solide inflammable? (cf. 2.4.2²) **non**
- 3.4.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:

¹ Voir la définition de «liquide» au 1.2.1 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

² Ces références renvoient aux chapitres, sections et paragraphes du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses.

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. 2.1¹) **non**

4.2.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:

.....

- 4.3 La matière est-elle une matière explosible désensibilisée? (cf. 2.4.2.4¹) **non**

4.3.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:

.....

- 4.4 La matière est-elle une matière autoréactive? (cf. 2.4.1¹) **non**

Si oui, indiquer:

- 4.4.1 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? > **110** °C

La température doit-elle être régulée? (cf. 2.4.2.3.4¹) **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? (cf. 2.4.3¹) **non**

4.5.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:

.....

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

- 4.6 La matière est-elle sujette à l'auto-échauffement ? (cf. 2.4.3¹) **non**
- 4.6.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:
- 4.7 La matière est-elle un peroxyde organique? (cf. 2.5.1¹) **non**
- Si oui, 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. 2.5.3.4.1¹) 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. 2.4.4¹) **non**
- 4.8.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:
- 4.9 La matière a-t-elle des propriétés comburantes? (cf. 2.5.1¹) **non**
- 4.9.1 Dans l'affirmative, donner des précisions:
- 4.10 Action corrosive sur le matériau des emballages (cf. 2.8¹):
- 4.10.1 Acier doux mm par an à °C
- 4.10.2 Aluminium..... mm par an à °C
- 4.10.3 Autres matériaux d'emballage (à préciser):
- mm par an à °C
- mm par an à °C
- 4.11 Autres propriétés chimiques pertinentes:.....
-

Section 5. EFFETS BIOLOGIQUES NOCIFS

- 5.1 DL₅₀ à l'ingestion (cf. 2.6.2.1.1¹): **206** mg/kg; animal: **Rat**
- 5.2 DL₅₀ à l'absorption cutanée (cf. 2.6.2.1.2¹): **380** mg/kg; animal: **Lapin**
- 5.3 CL₅₀ à l'inhalation (cf. 2.6.2.1.3¹): mg/l; durée d'exposition: **2 h**
ou: **200** ml/m³; animal: **Souris**
- 5.4 Concentration de vapeur saturée à 20 °C (cf. 2.6.2.2.4.3¹): **38 (Chemsafe)** ml/m³
- 5.5 Résultats des essais cutanés (cf. 2.8¹) durée d'exposition:heures/minutes
animal:
- 5.6 Autres données:
- 5.7 Effets sur l'homme:

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):
- 6.1.2 Fuite de matière:
- 6.2 Est-il prévu de transporter la matière en:
- 6.2.1 Grands conteneurs (cf. 6.8¹)? **non**
- 6.2.2 Grands récipients pour vrac (cf. 6.5¹)? **non**
- 6.2.3 Citernes mobiles (cf. 6.7¹)? **oui**

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

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

Section 7. TRANSPORT EN GRANDS CONTENEURS (à ne remplir que si la réponse sous 6.2.1 est oui)

7.1 Type(s) proposé(s):

Section 8. TRANSPORT EN GRANDS CONTENEURS 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 CONTENEURS-CITERNES MULTIMODAUX (à ne remplir que si la réponse sous 6.2.3 est oui)

9.1 Description de la citerne prévue (y compris le type de citerne OMI s'il est connu): **T14**

9.2 Pression minimale d'épreuve: **6 bar**

9.3 Épaisseur minimale du réservoir: **6 mm acier de référence**

9.4 Caractéristiques des orifices en bas, s'ils existent: **non admis**

9.5 Dispositifs de décompression: **voir 6.7.2.8.3**

9.6 Taux de remplissage: **TP2**

9.7 Matériaux à ne pas utiliser pour la construction:
