

FLUOROCHEMICALS

# Agent d'expansion Forane<sup>®</sup> FBA 1233zd Documentation technique



## INTRODUCTION

La gestion de l'énergie est critique pour l'économie. Ces dernières années, l'inquiétude face au coût de l'énergie a augmenté et les normes d'efficacité énergétique sont devenues plus contraignantes afin d'assurer une bonne qualité de vie et préserver l'environnement.

Une part importante de notre consommation énergétique provient de pertes dues à une mauvaise isolation. Les mousses rigides, dont les mousses polyuréthanes (PUR) et polyisocyanurates (PIR), sont habituellement utilisées pour l'isolation thermique des appareils électroménagers et des bâtiments résidentiels ou commerciaux car ils permettent d'atteindre un haut niveau d'efficacité énergétique. Les agents d'expansion sont des composants essentiels et la source de la performance thermique exceptionnelle des mousses rigides.

Le Forane® FBA 1233zd (trans-1-chloro-3,3,3-trifluoropropène) d'Arkema est un agent d'expansion liquide non inflammable dont le point d'ébullition est proche de la température ambiante. L'agent d'expansion à bas GWP Forane® FBA 1233zd est utilisable dans la plupart des applications PUR (l'électroménager, mousses à couler, spray) et dans les panneaux en PIR. Arkema s'est vu délivrer des brevets à travers le monde pour l'utilisation du 1233zd dans le domaine de la mousse.

## PROPRIÉTÉS

Arkema a évalué une série de nouveaux agents d'expansion, autrefois connus sous le nom de « AFA Series », destinés à la plupart des applications PUR, dont l'électroménager, les résines coulées, les sprays et les panneaux en PIR. La série AFA est constituée à la fois d'agent d'expansion liquide et gaz qui possèdent un GWP très faible et un OPD négligeable. Nous avons sélectionné le Forane® FBA 1233zd en tant qu'agent d'expansion liquide de 4e génération pour ses propriétés physiques, environnementales (bas GWP, ODP nul) et toxicologiques (cf. Tableaux 1 et 2).

**TABLEAU 1 Propriétés de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd**

Nom chimique	<i>trans</i> -1-chloro-3,3,3-trifluoropropène
Numéro CAS	102687-65-0
Formule chimique	CHCl=CHCF <sub>3</sub> (E)
Masse moléculaire (g/mol)	130.5
Point d'ébullition	18.6/65.5
Conductivité thermique vapeur à 20°C	9.94/0.0689
Conductivité thermique liquide (mW/m.K à 20°C)	88.35
Masse volumique vapeur (kg/m <sup>3</sup> ) à 20°C	6.10
Masse volumique liquide (kg/m <sup>3</sup> ) à 20°C	1.27
Pression de la vapeur en mmHg à 20°C	809
Viscosité de la vapeur (cP) à 20°C	0.010
Viscosité du liquide (cP) à 20°C	0.319
Tension de surface (cm) à 20°C	14.039
Chaleur latente de vaporisation à 20°C (kJ/kg)	193.3
Durée de vie dans l'atmosphère (jours)	26
GWP <sup>2</sup>	1
ODP <sup>3</sup>	~ 0
Flash Point <sup>4</sup> (°C)	Non
Limite d'inflammabilité (LFL/UFL)	Non/Non
Teneur Kauri-Butanol <sup>6</sup> (KB)	27

## TRANSPORT

En se basant sur les propriétés du Forane® FBA 1233zd, Arkema a établi les recommandations suivantes pour le transport.

**TABLEAU 2 Informations concernant le transport de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd**

Numéro UN	3163
Code de transport	Gaz liquéfié
Nom technique	<i>trans</i> -1-chloro-3,3,3-trifluoropropène
Classe	2.2
Polluant marin	Non

## ENVIRONNEMENT

L'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd a été conçu pour répondre aux exigences de la 4e génération de produits à bas GWP. Le potentiel de réchauffement climatique de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd est de 1. Il est identique à celui des hydrocarbures. Le Forane® FBA 1233zd n'est pas considéré comme un COV en raison de sa faible réactivité incrémentale maximale (RIM). Cependant, en tant que membre de RESPONSIBLE CARE®, Arkema vise à minimiser tout rejet dans l'environnement. Toute destruction ou traitement de déchets contenant de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd doit être pris en charge selon les recommandations établies par RESPONSIBLE CARE®.

## TOXICITÉ

L'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd a été approuvé dans les applications de mousse polyuréthane par l'US EPA au travers du programme SNAP. Comme exigé par le SNAP, une valeur Limite d'Exposition Professionnelle a été établie pour la manipulation du produit lors de la préparation ou la fabrication de mousse. Les utilisateurs de produits chimiques doivent lire l'étiquetage et se référer à la Fiche de Données de Sécurité avant utilisation.

## STABILITÉ

Le Forane® FBA 1233zd a été testé à 100°C pendant 15 jours et aucune réaction chimique ou dégradation n'a été observée. Il est par conséquent considéré comme stable pour le stockage et la manipulation.

## COMPATIBILITÉ AVEC LES MATÉRIAUX

L'exposition de différents métaux à l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd a été testée. La variation de masse et le degré de dissolution des coupons métalliques détermine la corrosivité de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd. L'étude a démontré que l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd est compatible avec l'acier inoxydable, l'acier carbone, le cuivre, le laiton, l'aluminium et d'autres métaux couramment utilisés dans les équipements polyuréthane et dans les stockages. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.

Le mode opératoire suit la norme ASTM G31-72 (version 2004) – « Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals ». Trois coupons métalliques ont été placés dans une cellule de test : l'un complètement immergé dans la solution, l'autre à moitié immergé dans la solution et le dernier exposé uniquement à la phase vapeur. On a ajouté de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd dans la cellule, qui a été par la suite scellée et connectée au reflux du condenseur. Lorsque la température a atteint le point d'ébullition de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd, le test a continué pendant 168 heures, à la suite de quoi des analyses de corrosion ont été effectuées sur les coupons.

TABLEAU 3	
Compatibilité des métaux avec l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd	
MÉTAL	COMPATIBILITÉ
Acier	✓
Acier inoxydable	✓
Magnésium	✓
Aluminium	✓
Zinc	✓
Argent	✓
Cuivre	✓
Bronze phosphore	✓
Laiton	✓
Étain	✓
Soudure	✓
Fer blanc	✓
Alliage au cadmium	✓
Alliage au nickel	✓

## COMPATIBILITÉ AVEC LES PLASTIQUES ET ÉLASTOMÈRES

Arkema utilise les procédures suivantes pour déterminer la compatibilité de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd avec les plastiques et les polymères. Trois éprouvettes en forme d'os ont été préparées à partir des matériaux décrits dans les Tableaux 4 et 5. La dimension standard des éprouvettes est 75 mm x 4 mm x 2 mm (longueur x largeur x épaisseur). Chaque éprouvette a été placée dans un tube contenu l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd. Le tube a été scellé et placé dans un bain marie dont la température a été maintenue légèrement au-dessus du point d'ébullition de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd pendant 5 minutes, 24 heures et 100 heures. A la fin de chaque durée de test, l'éprouvette en élastomère ou en plastique a été retirée du tube et l'on a mesuré ses dimensions et sa masse. L'éprouvette a ensuite été soumise à un test d'élasticité à une vitesse de 50 mm/min et une distance entre les mors de 30 mm.

TABLEAU 4	
Compatibilité de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd avec les plastiques	
PLASTIQUES	COMPATIBILITÉ
PBT (polybutylène terephthalate)	✓
PTFE (polytétrafluoroéthylène)	✓
PVC	✓
Zytel® (polyamide 6)	✓

TABLEAU 5	
Compatibilité des élastomères avec l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd	
ÉLASTOMÈRE	COMPATIBILITÉ
Néoprène	✓
Polyacrylate	
Viton® (Fluoroelastomer)	
EPDM (éthylène propylène diène M-class rubber)	✓
Hypalon® (chlorosulfonated polyéthylène)	✓
Caoutchouc naturel	
Caoutchouc siliconé	
SBR (styrene-butadiène rubber)	✓
NBR (nitrile butadiène rubber)	✓

L'agent d'expansion HFO 1233zd est compatible avec le néoprène, l'EPDM, l'hypalon, le SBR et le NPR. L'usage de polyacrylate, de viton, de caoutchouc naturel et de caoutchouc siliconé. Parmi les élastomères compatibles, Arkema recommande l'utilisation de l'EPDM en raison de sa perte de poids minimale.

## STOCKAGE ET MANIPULATION

L'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd doit être stocké uniquement dans des cylindres agréés dans une zone fraîche et ventilée. Si l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd doit être chargé dans un autre emballage différent de l'original, le service technique d'Arkema doit auparavant être contacté pour s'assurer que ce nouvel emballage est agréé. L'emballage et ses raccords de vidange doivent être protégés de tout choc (comme la perforation ou le dentelage) et ne doivent pas être exposés à une flamme, une chaleur excessive ou aux rayons du soleil. La vanne de l'emballage doit être fermée lorsqu'il n'est pas utilisé.

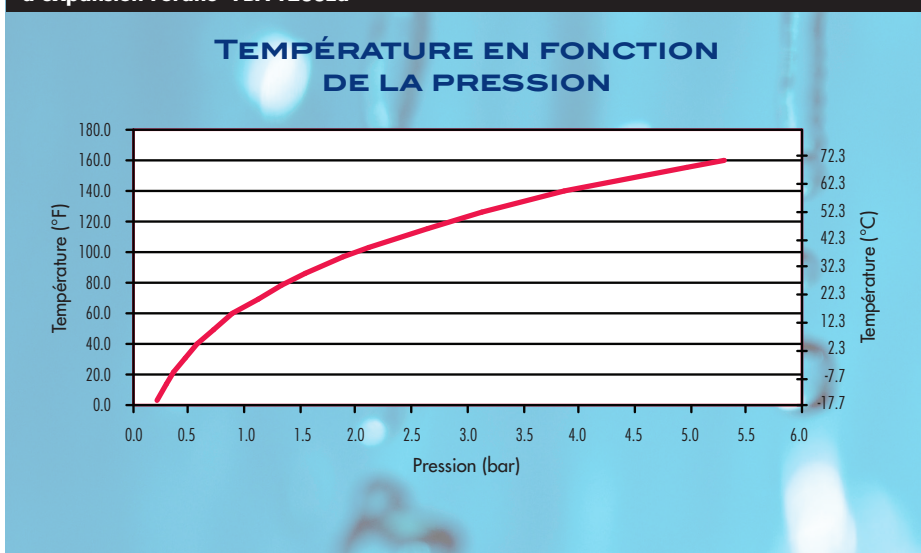
L'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd ne doit pas être pressurisé avec de l'air ou de l'oxygène. Si une pressurisation est nécessaire, il est recommandé d'utiliser de l'azote sec.

Pour toute information supplémentaire, veuillez contacter le service technique d'Arkema.

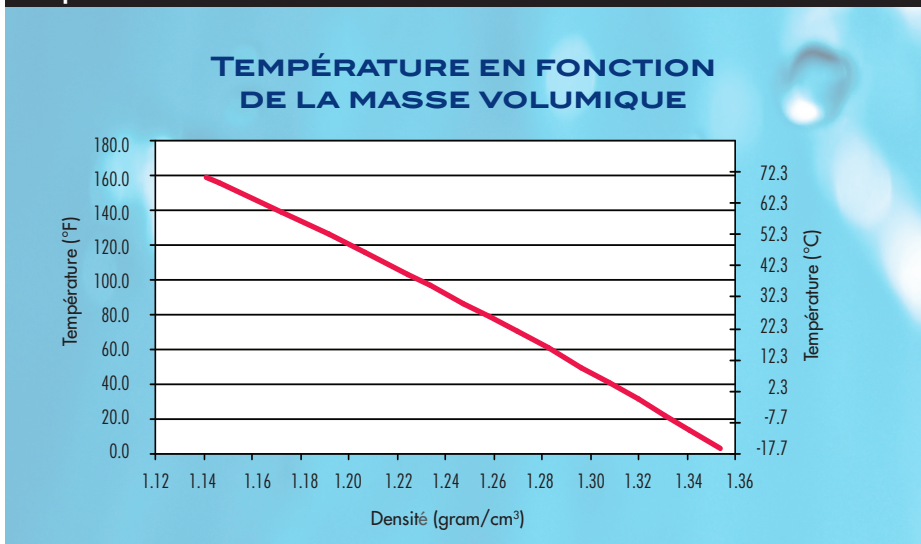
TABLEAU 6		
Pression de vapeur saturante de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd à différentes températures		
TEMPÉRATURE		PRESSION
(°C)	(°F)	(bar)
-15	5	0.23
-10	14	0.30
-5	23	0.38
0	32	0.48
5	41	0.59
10	50	0.73
15	59	0.89
20	68	1.08
25	77	1.30
30	86	1.55
35	95	1.83
40	104	2.16
45	113	2.53
50	122	2.94
55	131	3.40
60	140	3.92
65	149	4.50
70	158	5.13

TABLEAU 7		
Masse volumique de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd		
TEMPÉRATURE		MASSE VOLUMIQUE
(°C)	(°F)	(gramme/cm³)
-15	5	1.35
-10	14	1.34
-5	23	1.33
0	32	1.32
5	41	1.31
10	50	1.30
15	59	1.28
20	68	1.27
25	77	1.26
30	86	1.25
35	95	1.24
40	104	1.22
45	113	1.21
50	122	1.20
55	131	1.18
60	140	1.17
65	149	1.16
70	158	1.14

**GRAPHIQUE 1** Température en fonction de la pression de vapeur de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd



**GRAPHIQUE 2** Température en fonction de la masse volumique de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd



## APPLICATION

L'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd est une solution économique et complète face aux exigences strictes des normes énergétiques et dont l'impact environnemental est faible. Il a été testé dans des équipements et appareillages existants, dans des applications parmi lesquelles : électroménager, in situ, panneaux et mousse en spray. Il ne requiert aucune modification du procédé actuel. Les mousses expansées avec l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd présentent d'une manière générale de très bonnes propriétés d'isolation.

## MISCIBILITÉ

Le tableau 8 (page suivante) liste des polyols et des isocyanates dont la miscibilité avec l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd a été étudiée. Des mélanges ont été préparés en ajoutant une masse définie de polyol dans une bouteille neuve de 125 mL de Boston Round avec un capuchon en Taperseal. On a ajouté par la suite de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd à différentes masses de polyol pour obtenir les concentrations suivantes : 5, 10, 15, 20, 25 et 30 pourcent massique en agent d'expansion, à raison d'une bouteille par concentration. Les masses de chaque composant ont été ajustées afin de maintenir un volume équivalent et un ciel identique pour chaque bouteille. Les bouteilles ont été immédiatement bouchées et placées sur un mélangeur rotatif afin d'obtenir un bon mélange. Les mélanges ont été posés à la verticale et repesés afin de confirmer l'absence de perte d'agent d'expansion. Des observations visuelles ont été faites sur l'état du mélange, comme la stabilité de la solution (claire), la stabilité de l'émulsion (trouble mais pas séparé), ainsi que tout signe de détérioration. Ces observations ont été répétées après une semaine à température ambiante.

**TABLEAU 8 Miscibilité de l'agent d'expansion Forane® FBA 1233zd dans les polyols et les isocyanates**

	Teneur* OH	Viscosité**	Masse maximale***
<b>Polyols polyethers à base de glycérine</b>			
GP-700 Glycerine/Propylene Oxide 700 MW	230-250	250	30
GP-725 Glycerine/PO 700 MW with 25% Ethylene Oxide (or EO) cap	230-250	250	30
GP-4000 Glycerine/PO 4000 MW	39-42	700	30
GP-4520 Glycerine/PO 4500 MW with 20% EO cap	34-38	890	30
<b>Polyols polyethers à base d'amine</b>			
TEAP-265 Triethanol Amine/PO 265 MW	625-645	470	30
EDAP-770 Ethylene Diamine/PO 290 MW	757-783	56,000	30
AD-310 Aromatic Amine/DEG 580 MW	310	2400	30
<b>Polyols polyethers à base de sucrose</b>			
SG-360 Sucrose/Glycerine 730 MW	360	3500	30
SD-361 Sucrose/DEG 690 MW	360	2500	30
SG-522 Sucrose/Glycerine 539 MW	520	27,000	30
490 Sucrose/Glycerine 460 MW	490	5500	30
SPA-357 Sucrose/Diethanol Amine/PO 880 MW	335-365	2500	30
<b>Polyols polyethers de type Mannich</b>			
R-425X 422 MW	425	4500	30
R-470X 394 MW	470	8200	30
<b>Polyols polyethers à base de sorbitol</b>			
S-490 Sorbitol/PO 700 MW	490	9000	30
<b>Polyols polyethers aromatiques</b>			
5100 Functionality 2.2	295	6000	20
2541 Functionality 2.0	240	3200	30
3510 Functionality 2.0	240	6000	30
PS-2352 Functionality 2.0	240	3000	20
TR-925 Functionality 2.4	295-315	11,000	30
<b>MDI polymérique</b>			
	<b>% NCO</b>		
150 - 200 cps polymeric MDI	31.2	190	30
700 cps polymeric MDI	30.8	700	30

\* d'après les données du fabricant

\*\* Centipoise à 25°C d'après les données du fabricant

\*\*\* Teneur maximale testée

#### Références

- 1 Etude interne Arkema
- 2 Reference: Phys. Chem. Chem. Phys., 2012, 14, 1735–1748, Atmospheric chemistry of t-CF<sub>3</sub>CHQCHCl: products and mechanisms of the gas-phase reactions with chlorine atoms and hydroxyl radicals; M. P. Sulbaek Andersen, O. J. Nielsen, M. D. Hurley and T. J. Wallington
- 3 Atmospheric Lifetime Determination for the Hydrochlorofluoroolefin" Research work by National Institute of Science and Technology (NIST), Gaithersburg, Maryland under CRADA CN-5094 in 2008

4 Etudes internes Arkema, déterminés par ASTM D 327896

5 Etudes internes Arkema, déterminés par ASTM D E68 1

6 Etudes internes Arkema, déterminés par ASTM D 1133KB

#### Trademark Legend:

Tegostab® is a registered trademark of Evonik Goldschmidt GmbH

Hypalon® is a registered trademark of DuPont Performance Elastomers LLC

Zytel® & Viton® are registered trademarks of E.I. DuPont De Nemours and Co

#### Avertissement

Les déclarations, informations techniques et recommandations contenues dans le présent document sont réputées exactes à la date des présentes. Les conditions et les procédés d'utilisation du produit et des informations visés aux présentes étant indépendants de notre volonté, ARKEMA décline expressément toute responsabilité quant aux résultats obtenus ou découlant de l'utilisation du produit ou de ces informations; AUCUNE GARANTIE D'ADEQUATION A UN USAGE PARTICULIER, GARANTIE DE VALEUR MARCHANDE OU TOUTE AUTRE GARANTIE, EXPRESSE OU IMPLICITE, N'EST FORMULEE CONCERNANT LES MARCHANDISES DECRITES ET LES INFORMATIONS FOURNIES DANS LES PRESENTES. Les informations communiquées dans les présentes portent uniquement sur le produit spécifique désigné et ne peuvent s'appliquer si ce produit est utilisé en combinaison avec d'autres matériaux ou dans un autre procédé. L'utilisateur se doit de tester rigoureusement chaque application avant toute commercialisation. Aucune disposition des présentes n'ouvre droit à l'exploitation d'un quelconque brevet et ne doit être interprétée comme une incitation à contrefaire un brevet ; l'utilisateur est par ailleurs invité à prendre les mesures qui s'imposent pour s'assurer que toute utilisation proposée du produit ne s'accompagne d'aucune contrefaçon de brevet. Se reporter à la FDS pour en savoir plus sur les Considérations relatives à la santé et à la sécurité.

Arkema applique une Politique médicale concernant l'utilisation des produits Arkema destinés à être utilisés dans les Dispositifs médicaux venant au contact avec le corps et les fluides corporels (<http://www.arkema.com/en/social-responsibility/responsible-product-management/medical-device-policy/index.html>). Arkema précise les Grades de qualité médicale à respecter pour ces Dispositifs médicaux. L'utilisation de produits ne présentant pas les Grades de qualité médicale requis n'est pas autorisée par Arkema dans les Dispositifs médicaux venant au contact avec le corps et les fluides corporels. En outre, Arkema interdit strictement l'utilisation des produits Arkema dans les Dispositifs médicaux implantés dans le corps ou venant en contact avec les fluides ou les tissus corporels pendant plus de trente (30) jours. Les marques Arkema et le nom Arkema ne seront pas utilisés en combinaison avec les dispositifs médicaux des clients, y compris, mais sans s'y limiter, les dispositifs implantables permanents ou temporaires, et les clients ne déclareront à personne d'autre qu'Arkema autorise ou approuve l'utilisation de produits Arkema dans ces dispositifs médicaux.

Il est de la responsabilité exclusive du fabricant de dispositifs médicaux de déterminer la pertinence (y compris la biocompatibilité) du choix des différentes matières premières, produits et composants, y compris les produits Arkema présentant un grade de qualité médicale, afin de s'assurer que le produit final destiné à l'utilisateur est sûr, fonctionne de la manière prévue, et est conforme à l'ensemble des exigences légales et réglementaires applicables (par la FDA ou d'autres agences nationales de sécurité des médicaments). Il est de la responsabilité exclusive du fabricant de dispositifs médicaux de conduire l'ensemble des tests et des inspections nécessaires, d'évaluer le dispositif médical sur la base des exigences régissant son utilisation finale, et d'informer et d'avertir adéquatement les acquéreurs, les utilisateurs et/ou les intermédiaires compétents (tels que les médecins) des risques pertinents et de remplir les obligations de surveillance après commercialisation. Toute décision portant sur la pertinence du choix d'un matériau donné d'Arkema dans un dispositif médical particulier doit se fonder sur le jugement du fabricant, du vendeur, de l'autorité compétente et du médecin traitant.

Forane® is a registered trademark of Arkema  
© 2018 Arkema Inc. All rights reserved.

**ARKEMA**  
INNOVATIVE CHEMISTRY

**Headquarters: Arkema France**  
420, rue d'Estienne d'Orves  
92705 Colombes Cedex – France  
Tel.: +33 1 49 00 80 80  
Fax: +33 1 49 00 83 96  
[arkema.com](http://arkema.com)