

# Cahier des charges pour fluides et lubrifiants

Moteurs à gaz et groupes électrogènes au gaz

**Moteur à gaz BR4000 – application Marine**

**Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène**

**Moteur à gaz BR400 – groupe électrogène**

A001072/01F

© 2018 MTU Onsite Energy GmbH, Augsburg

Le document d'origine a été rédigé en langue allemande.

Cette publication ainsi que toutes ses sections sont protégées par les droits d'auteur. Toute utilisation ou exploitation de ce document nécessite l'accord écrit préalable de la société MTU Onsite Energy GmbH. Cette disposition concerne tout particulièrement la reproduction, la diffusion, la traduction, le microfilmage, l'enregistrement et toute autre opération avec ce document dans des systèmes électroniques, y compris dans des bases de données et des services en ligne.

Les informations données dans cette publication correspondent à la situation la plus récente au moment de sa parution. MTU Onsite Energy GmbH se réserve le droit d'apporter si nécessaire des modifications, de supprimer ou de compléter une partie quelconque des contenus.

# Table des matières

1	Préface			
1.1	Généralités	5		
2	Lubrifiants			
2.1	Généralités	7		
2.1.1	Huile de moteur	7		
2.1.2	Intervalles de vidange d'huile	8		
2.1.3	Composés siliciés dans le gaz combustible	10		
2.1.4	Colorants fluorescents pour la détection des fuites dans le circuit d'huile de lubrification	11		
2.1.5	Graisses	12		
2.1.6	Graisses pour utilisations générales	13		
2.2	Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène - application Marine	14		
2.2.1	Huiles de moteur homologuées	14		
2.2.2	Graisses pour alternateurs	16		
2.2.3	Huiles de transmission	17		
2.3	Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène	18		
2.3.1	Huiles de moteur homologuées	18		
2.3.2	Intervalles de vidange d'huile	21		
2.3.3	Graisses pour alternateurs	23		
3	Liquide de refroidissement			
3.1	Généralités	24		
3.1.1	Définition du liquide de refroidissement	24		
3.1.2	Surveillance du service / traitement du liquide de refroidissement	26		
3.1.3	Stabilité de stockage des concentrés de liquide de refroidissement	30		
3.1.4	Additifs colorants pour la détection des fuites dans le circuit de liquide de refroidissement	31		
3.1.5	Prévention des dommages dans le système de refroidissement	32		
3.1.6	Matériaux inappropriés dans le circuit de liquide de refroidissement	33		
3.1.7	Exigences concernant l'eau fraîche BR4000	34		
3.1.8	Exigences concernant l'eau fraîche BR400	35		
3.2	Moteur à gaz BR4000 - application Marine	36		
3.2.1	Liquides de refroidissement - Généralités	36		
3.2.2	Liquides de refroidissement sans protection antigel - concentrés pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers	37		
3.2.3	Liquides de refroidissement sans protection antigel - mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers	39		
3.2.4	Produits antigel - concentrés pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers	40		
3.2.5	Produits antigel - concentrés pour applications spéciales	42		
3.2.6	Produits antigel - mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers	43		
3.3	Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène	45		
3.3.1	Liquides de refroidissement - Généralités	45		
3.3.2	Liquides de refroidissement sans protection antigel - concentrés pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers	46		
3.3.3	Liquides de refroidissement sans protection antigel - mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers	47		
3.3.4	Produits antigel - concentrés pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers	48		
3.3.5	Produits antigel - concentrés pour applications spéciales	51		
3.3.6	Produits antigel - mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers	52		
3.4	Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène	54		
3.4.1	Liquides de refroidissement homologués	54		
4	Combustibles			
4.1	Généralités	55		
4.1.1	Utilisation de combustibles	55		
4.1.2	Composants principaux du gaz naturel et des gaz combustibles d'origine biogène	56		
4.1.3	Liquid Natural Gas (LNG)	58		
4.1.4	Composés siliciés et sulfurés dans le gaz combustible	59		
4.2	Moteur à gaz BR4000 - application Marine	60		
4.2.1	Généralités	60		
4.2.2	Caractéristiques exigées du gaz combustible	61		
4.2.3	Prescription relative à l'agent contenu dans l'enveloppe de la conduite de gaz dans l'application Marine	64		
4.3	Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène	66		
4.3.1	Généralités	66		
4.3.2	Gaz naturel - Caractéristiques exigées du gaz combustible	67		
4.3.3	Biogaz - Caractéristiques exigées du gaz combustible	70		
4.4	Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène	75		
4.4.1	Gaz naturel - valeurs relatives aux combustibles	75		

4.4.2 Biogaz - valeurs relatives aux combustibles	76	7 Air frais et air de combustion	
4.4.3 Impuretés perturbatrices	77	7.1 Généralités	89
5 Système de post-traitement des gaz d'échappement		8 Eau de chauffage	
5.1 Généralités	79	8.1 Généralités	90
5.2 Produits de réduction de NOx AUS 32 pour installations SCR	80	8.2 Exigences posées à l'eau de chauffage	91
5.3 Condensats d'échappement	82	9 Confirmation consommables	
6 Procédure de rinçage et de nettoyage pour circuits de liquide refroidissement de moteurs		9.1 Confirmation par l'exploitant de groupes électrogènes	93
6.1 Généralités	83	10 Annexe A	
6.2 Produits de nettoyage autorisés	84	10.1 Liste des abréviations	94
6.3 Rinçage des circuits du liquide de refroidissement du moteur	85	10.2 Tableau de conversion des unités SI	95
6.4 Nettoyage des circuits de liquide de refroidissement du moteur	86	10.3 MTU Onsite Energy - Interlocuteur/partenaire de service	96
6.5 Nettoyage des sous-ensembles	87	11 Annexe B	
6.6 Circuits de refroidissement contaminés par des bactéries, des levures et des phénomènes fongiques	88	11.1 Indice	97

# 1 Préface

## 1.1 Généralités

### Symboles et moyens de signalisation utilisés

Les instructions suivantes, mises en évidence dans le texte, doivent être respectées :

#### Important

Ce champ comporte des informations sur le produit importantes ou utiles pour l'utilisateur. Il attire l'attention sur des instructions, travaux et activités à assurer afin d'éviter des dangers pour des personnes et l'endommagement ou la destruction du matériel.

#### Remarque :

Une remarque indique un élément particulier à respecter lors de la réalisation d'un travail.

### Fluides et lubrifiants

La longévité, la fiabilité et le fonctionnement des groupes propulseurs dépendent beaucoup des fluides et lubrifiants utilisés. Il est donc primordial de les choisir adéquatement et de les conserver correctement. Ils sont spécifiés dans ces Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur.

Norme de contrôle	Désignation
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Normalisation européenne
ISO	Norme internationale
ASTM	American Society for Testing and Materials
IP	Institute of Petroleum
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (organisation allemande des professionnels gaz et eau)

Tableau 1: Normes de contrôle pour les fluides et lubrifiants

#### Important

Un mélange des consommables autorisés est interdit.

#### Important

Le client doit respecter les fiches signalétiques de sécurité des fabricants concernés.

### Actualité du présent document

Les Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur sont modifiées ou complétées dans la mesure du besoin. Avant utilisation, s'assurer de posséder la dernière version. Vous pouvez trouver la dernière version sous :

- <http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>
- <http://www.mtuonsiteenergy.com/technische-infos/tools-und-downloads/index.de.htm>

Votre interlocuteur chez MTU Onsite Energy vous aidera volontiers en cas de questions.

### Garantie

L'emploi des fluides et lubrifiants, nommément précisés ou selon la spécification, fait partie des conditions de garantie.

Il relève de la responsabilité du fournisseur des fluides et lubrifiants d'assurer, partout dans le monde, une qualité constante aux produits nommés.

#### Important

Les fluides et lubrifiants pour les groupes propulseurs peuvent constituer des substances dangereuses. Certaines règles doivent être respectées lors de la manipulation de ces substances ainsi qu'au moment de leur entreposage et élimination.

Ces règles découlent des indications du fabricant, des dispositions légales et des règlements techniques en vigueur dans le pays considéré. Comme des différences importantes risquent d'exister d'un pays à l'autre, il est impossible de fournir des renseignements valables d'une manière générale sur les règles à respecter dans le cadre de ces prescriptions en matière de consommables.

L'utilisateur des produits qui y sont mentionnés est donc tenu de s'informer lui-même des dispositions en vigueur. MTU Onsite Energy n'assume aucune responsabilité en cas d'emploi incorrect ou contraire à la loi des fluides et lubrifiants autorisés.

Lors de la manipulation de consommables, respecter les « Règles de protection de l'environnement (voir les instructions de service, chapitre sécurité, démontage et recyclage) » car ceux-ci sont nocifs et inflammables.

Une utilisation non conforme des consommables entraîne une nuisance écologique :

- Les consommables ne doivent pénétrer ni dans le sol ni dans les égouts.
- Les consommables usagés doivent être recyclés avec les huiles usagées ou avec les déchets spéciaux.
- Les filtres ou cartouches de filtres usagés font partie des déchets spéciaux.

#### Important

Le donneur d'ordre / l'exploitant est seul responsable du respect des valeurs d'émission des combustibles.

## Conservation

Vous trouverez toutes les informations sur la conservation, la reconservation et la déconservation, ainsi que sur les produits de conservation autorisés, dans les prescriptions de conservation et reconservation MTU. Vous pouvez trouver la dernière version sous :

<http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>

## 2 Lubrifiants

### 2.1 Généralités

#### 2.1.1 Huile de moteur

Lors du choix d'une huile de moteur pour les moteurs à gaz, le type de gaz employé pour le fonctionnement du moteur est d'une importance décisive. Le moteur à gaz ne peut fonctionner qu'avec de l'huile de moteur autorisée.

Les huiles de moteur autorisées figurent dans les chapitres suivants :

- BR4000 (→ Page 14)
- BR400 (→ Page 18)

Un facteur essentiel réside dans la proportion d'impuretés perturbatrices dans le gaz combustible. Ceci suppose des contrôles réguliers du gaz de la part de l'exploitant. Les huiles des moteurs à gaz à utiliser se caractérisent par des teneurs en cendre les plus faibles possible. Cela permet d'éviter des dépôts de cendre accrus qui peuvent entraîner une baisse de la puissance du catalyseur ou une combustion détonante.

Lors d'un fonctionnement au biogaz, l'huile peut contenir des particules corrosives générées lors de la combustion des substances polluantes contenues (composés chlorés, fluorés ou sulfurés). Ces particules corrosives peuvent également être neutralisées par des additifs spéciaux ajoutés à l'huile de moteur, mais dans une certaine limite uniquement.

Les dommages liés à la corrosion subis par les composants du moteur lubrifiés ne peuvent être évités qu'à l'aide d'une vidange plus fréquente. Pour pouvoir mieux parer aux pointes de concentration, en présence de particules corrosives, un volume d'huile de moteur plus important est recommandé.

#### Important

Éliminer les fluides et lubrifiants usagés conformément aux prescriptions en vigueur sur le lieu de service.

#### Important

La classe de viscosité SAE 40 est prescrite pour les moteurs à gaz.  
Les huiles multigrades ne sont pas admissibles.

#### Important

Par principe, le mélange d'huiles de moteur n'est pas admissible.

#### Important

Il est possible de changer d'huile dans le cadre d'une vidange de l'huile de moteur, et ce, dans certaines conditions à chaque vidange d'huile. Contacter pour cela le service après-vente de MTU.

#### Important

En cas d'applications avec du biogaz, du gaz de curage ou du gaz de décharge, la quantité d'huile dans le bac à huile du moteur est insuffisante. Un volume supérieur d'huile est requis.

## 2.1.2 Intervalles de vidange d'huile

### Durée d'utilisation de l'huile pour les moteurs à gaz

La durée d'utilisation de l'huile dépend de la qualité de l'huile, du soin qu'on lui apporte ainsi que des conditions de service et du combustible utilisé.

C'est la raison pour laquelle il est impératif de prélever régulièrement, en fonction du volume d'huile du moteur, du type de gaz et de la série, un échantillon d'huile et de comparer les résultats de l'analyse de l'huile avec les valeurs limites indiquées dans le tableau (→ Tableau 2). Les échantillons d'huile doivent toujours être prélevés dans les mêmes conditions cadre (moteur chaud) et à l'endroit prévu (tubulure de prélèvement sur le carter de filtre à huile).

Si les valeurs limites indiquées dans le tableau (→ Tableau 2) ne sont pas respectées, l'huile doit être immédiatement vidangée.

En cas d'utilisation d'un volume d'huile plus élevé, les valeurs limites pour les éléments d'usure doivent être réduites de manière inversement proportionnelle à l'augmentation de volume. La réduction maximale autorisée des valeurs limites pour les éléments d'usure correspond à 50 % de la valeur limite indiquée dans le tableau (→ Tableau 2).

Des intervalles fixes de vidange sans analyse d'huile sont autorisés après consultation de MTU Onsite Energy.

### Valeurs limites pour les huiles usagées des moteurs à gaz SAE 40

	Méthode d'analyse	Valeurs limites BR4000	Valeurs limites BR400
Viscosité à 100 °C (mm <sup>2</sup> /s)	ASTM D445 DIN 51562	maxi 17,5 mini 11,5	Valeur pour l'huile fraîche +30 % **
Indice total de base TBN (mgKOH/g)	ASTM D2896 ISO 3771	mini 2,5 et TBN > TAN	Valeur pour l'huile fraîche -60 % **
Indice d'acidité, TAN (mgKOH/g)	ASTM D664	Valeur pour huile fraîche +2,5	Sur demande auprès de l'usine
Valeur iph	ASTM D7946	mini 4	mini 4
Eau (% volumique)	ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296	maxi 0,2	maxi 0,2
Glycol (mg/kg)	ASTM D2982	maxi 100	Sur demande auprès de l'usine
Oxydation (A/cm)	DIN 51453	maxi 20	maxi 30
Nitration (A/cm)	Procédé IR	maxi 20	maxi 30
Éléments d'usure (mg/kg) :	DIN 51399-1/-2		
Fer (Fe)		maxi 30	maxi 50
Plomb (Pb)		maxi 20	maxi 30
Aluminium (Al)		maxi 10	maxi 20
Cuivre (Cu)		maxi 20 ***	maxi 50
Etain (Sn)		maxi 5	maxi 15
Silicium (Si)		maxi 15 *	maxi 10 *

\* La valeur limite pour l'élément d'usure Si n'est basée que sur le fonctionnement au gaz naturel.

\*\* Valeur pour l'huile fraîche sur demande auprès de l'usine

\*\*\* La valeur limite est de 50 ppm lors de la 1ère vidange d'huile (maxi 3 000 heures de service).

Tableau 2: Valeurs limites pour les huiles usagées des moteurs à gaz SAE 40



## Analyse de l'huile usagée

Les résultats des analyses d'huile doivent être archivés.

Si le résultat de l'analyse d'un échantillon d'huile doit être considéré comme normal ou anormal dépend des méthodes de contrôle et des valeurs limites spécifiées (→ Tableau 2). Un résultat anormal (par ex. consommation d'huile accrue) nécessite un examen et l'élimination immédiats de l'état de fonctionnement non conforme (par ex. vérification du traitement du gaz ou analyse d'échantillons de gaz).

Les valeurs limites se rapportent à des échantillons d'huile séparés. Si les valeurs limites indiquées dans le tableau ne sont pas respectées, l'huile doit être immédiatement vidangée. Les résultats de l'analyse d'huile ne permettent pas obligatoirement de déduire l'usure de certains composants et pièces.

L'état, l'état de service et d'éventuelles anomalies de fonctionnement du moteur et de la périphérie de l'installation sont également prépondérants pour une vidange d'huile, en complément des valeurs limites analytiques.

## 2.1.3 Composés siliciés dans le gaz combustible

Les composés siliciés dans le gaz entraînent la formation de dépôts et favorisent l'usure. Ceux-ci désactivent même les pots catalytiques. Les dommages liés à des composés siliciés sont exclus de la garantie.

### Valeur d'exploitation de silice $Si_B$

En cas de fonctionnement avec des gaz à teneur en silice, il convient de faire explicitement attention à la montée de la teneur en silice dans l'huile. Il faut pour cela calculer la valeur d'exploitation de silice  $Si_B$  à l'aide de la formule suivante.

$$Si_B = \text{Delta Si analyse de l'huile B - A [ppm]} \times \frac{\text{(quantité de remplissage d'huile + quantité de remplissage complémentaire) [Litre]}}{\text{Énergie électrique produite [kWh]}}$$

Le respect du  $Si_B$  doit être démontré sans faille par l'exploitant à l'aide d'analyses de l'huile.

### Valeur limite d'exploitation de silice $Si_{BG}$

Avec les valeurs limites d'exploitation de silice  $Si_{BG}$ , on distingue entre un fonctionnement avec ou sans nettoyage catalytique des gaz d'échappement.

Fonctionnement	$Si_{BG}$
Avec nettoyage catalytique des gaz d'échappement	0
Sans nettoyage catalytique des gaz d'échappement	< 0,01 (BR4000)
Sans nettoyage catalytique des gaz d'échappement	< 0,02 (BR400)

Pour l'utilisation nécessaire des catalyseurs à oxydation, il convient par expérience de réclamer la non-mise en évidence possible ( $Si_B = 0$ ).

Pourtant, en raison de la sensibilité élevée du catalyseur, une perte d'activité précoce peut survenir, surtout en cas d'utilisation de formaldéhyde.

Important
MTU Onsite Energy exclut de la garantie tous les dommages dus au silice sur le moteur et le catalyseur.

### Exemple de calcul de la valeur d'exploitation du silice $Si_B$

Exemple de calcul de la valeur d'exploitation du silice $Si_B$		
Delta Si entre l'analyse d'huile A et B	20	ppm (mg/kg)
Quantité de remplissage d'huile en circulation	800	dm <sup>3</sup>
Quantité d'huile versée ensuite	200	dm <sup>3</sup>
Énergie électrique générée entre l'analyse de l'huile A et B	2000000	kWh

$$Si_B = 20 \text{ [ppm]} \times \frac{(800 + 200) \text{ [dm}^3\text{]}}{2000000 \text{ [kWh]}} = 0,01$$

## 2.1.4 Colorants fluorescents pour la détection des fuites dans le circuit d'huile de lubrification

L'utilisation des colorants fluorescents suivants est autorisée pour la détection des fuites dans le circuit d'huile de lubrification.

Fournisseur	Désignation du produit	Concentration pour l'utilisation	numéro	Volume du contenant	Stabilité au stockage <sup>1)</sup>
Chromatech Europe B.V.	D5 1000A Chromatint Fluorescent Yellow 175	0,04 % - 0,07 %	X00067084	16 kg	2 ans
Cimcool, Cincinnati	Producto YFD-100	0,5% - 1,0 %		5 gallons (bidon) 55 gallons (fût)	6 mois

Tableau 3:

<sup>1)</sup> = à la sortie de l'usine, se réfère aux contenants d'origine hermétiquement fermés et stockés hors gel (> 5 °C).

La fluorescence (coloration jaune claire) des deux colorants est rendue visible par l'utilisation d'une lampe UV (longueur d'onde 365 nm).

## 2.1.5 Graisses

Les conditions imposées par MTU pour l'autorisation des graisses sont fixées dans la norme MTL 5050 de MTU et disponibles en indiquant ce numéro.

L'autorisation d'une graisse est confirmée par écrit au fabricant.

### **Graisses pour utilisations générales**

Utiliser des graisses à base de lithium saponifié pour tous les points de graissage.

Exceptions :

- Dérivation du compresseur, entre le turbocompresseur et le refroidisseur d'air de suralimentation
- Centrages intérieurs des accouplements

### **Graisses pour utilisations aux températures élevées**

Utiliser pour la dérivation du compresseur montée entre le turbocompresseur et le refroidisseur d'air de suralimentation de la graisse résistant aux hautes températures (jusqu'à 250 °C) :

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Les graisses pour utilisations d'ordre général suffisent pour la dérivation du compresseur montée devant le turbocompresseur ou derrière le refroidisseur d'air de suralimentation.

### **Graisses pour centrages intérieurs des accouplements**

Graisse pour les centrages intérieurs :

- Esso Unirex N 3 (résistant à des températures jusqu'à env. 160 °C)

### **Lubrifiants pour applications spéciales (uniquement BR4000)**

#### **Huiles pour turbocompresseurs**

En règle générale, les turbocompresseurs avec alimentation d'huile intégrée sont reliés au circuit d'huile de lubrification du moteur.

Pour les turbocompresseurs ABB non raccordés au circuit d'huile de lubrification du moteur, utiliser impérativement des huiles pour turbine à base d'huile minérale de la classe de viscosité ISO-VG 68.

#### **Lubrifiants pour accouplements à dentures bombées**

Selon le cas, les lubrifiants suivants sont autorisés pour les accouplements à dentures bombées :

- Sté Klüber: Structovis BHD MF (huile de lubrification visqueuse)
- Sté Klüber: Klüberplex GE11-680 (lubrifiant adhérent pour réducteurs)

L'utilisation du lubrifiant respectif et ses durées d'utilisation sont précisées dans les instructions de service et les plans d'entretien correspondants.

## 2.1.6 Graisses pour utilisations générales

Pour des détails, voir le chapitre « Graisses de lubrification »(→ Page 7)

Fournisseur	Marque	Remarques
Aral AG	Graisse multiple Arallub HL2	
BP p.l.c.	Energrease LS2	
Castrol Ltd.	Spheerol AP2	
Chevron	Multifak EP2	
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Wiolub LFK2	
Shell Deutschland GmbH	Shell Gadus S2 V220 2	
Total	Total Multis EP2	
Veedol International	Multipurpose	

Tableau 4:

## 2.2 Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène - application Marine

### 2.2.1 Huiles de moteur homologuées

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Généralités » (→ Page 7).

#### Huiles de moteur MTU pour moteurs à gaz BR4000

Fabricant	Marque	Classe de viscosité SAE	Modèle						Remarque / numéro de matériau
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32 / L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO BG Power B2L	40				X	X		Fût de 20 l : X00072870 Fût de 205 l : X00072871 IBC : X00072872
	GEO NG Power X2L	40	X						Fût de 20 l : X00072874 Fût de 205 l : X00072875 IBC : X00072876
	GEO NG Power X3L	40	X	X	X			X	Fût de 20 l : X00072877 Fût de 205 l : X00072878 IBC : X00072879

X = homologation pour le modèle

Tableau 5: Huiles de moteur MTU pour moteurs à gaz BR4000

#### Important

Des échantillons d'huile doivent être prélevés et analysés toutes les 250 heures de service pour déterminer les intervalles de vidange d'huile de moteur. Les valeurs limites doivent être respectées (→ Page 8).

## Autres huiles de moteur pour moteurs à gaz BR4000

Fabricant	Marque	Classe de viscosité SAE	Modèle					
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32/L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN
Addinol	MG 40 Extra LA	40				X	X	
	MG 40 Extra Plus	40					X	
BayWa AG	Tectrol MethaFlexx HC Premium	40				X	X	
Castrol Ltd.	Castrol Duratec L	40	X		X *			
Chevron (Texaco)	Geotex LA 40	40	X		X *			
	HDAX 7200	40	X	X	X			
Exxon Mobil Corporation	Mobil Pegasus 705	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 805 (55 gallons : 23538056)	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 1005	40	X	X				X
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet Ultra	40				X	X	
	Titan Ganymet LA	40	X					
NILS S.p.A.	Burian	40					X	
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S3 N 40	40	X		X *			
	Shell Mysella S5 N 40	40	X	X	X			
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Mihagrün LA 40	40	X		X *			
Total	Nateria MH 40	40	X		X *			
	Nateria MJ 40	40					X	
	Nateria MP 40	40	X	X	X	X	X	X
Pedro-Canada	Sentron CG 40	40				X	X	
	Sentron LD 5000	40	X					
	Sentron LD 8000	40	X	X	X			X

X = homologation pour le modèle

\* L'utilisation de ces huiles de moteur raccourcit la durée de vie.

Tableau 6: Autres huiles de moteur pour moteurs à gaz BR4000

### Important

Des échantillons d'huile doivent être prélevés et analysés toutes les 250 heures de service pour déterminer les intervalles de vidange d'huile de moteur. Les valeurs limites doivent être respectées (→ Page 8).

## 2.2.2 Graisses pour alternateurs

Les paliers sont prélubrifiés à l'usine par les fabricants d'alternateur.

Lors de la mise en service, un autre lubrifiant doit être utilisé.

### Important

Les indications sur l'alternateur doivent toujours être observées.  
Tenir compte des indications du fabricant données sur la plaquette signalétique de l'alternateur.

Les informations suivantes sont apposées à l'usine sur les alternateurs :

- Graisse à utiliser
- Quantité de lubrifiant
- Intervalle de lubrification

Le plan d'entretien doit être respecté.

Se référer à la documentation du fabricant pour plus d'informations.

### Important

Surveiller la température des paliers lors des premières heures de fonctionnement de l'alternateur.

### Important

Une lubrification insuffisante peut provoquer une hausse excessive de la température et endommager le palier.

## Graisses pour alternateurs BR4000 - gaz

Fabricant de l'alternateur	Graisse (numéro de matériel MTU)
Leroy-Somer	Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) *
	Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) *
Cummins	KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007)
Hitzinger	LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900)

\* Le fabricant précise que les deux graisses ne doivent pas être mélangées et que tout mélange de graisse est interdit. Tenir compte des indications du fabricant données sur la plaquette signalétique de l'alternateur.



## 2.2.3 Huiles de transmission

### Huiles de lubrification autorisées

Ne s'applique que pour les applications 60 Hz.

Fabricant / fournisseur	Désignation	Classe de viscosité SAE	Re-marque
Mobil	Mobilgear SHC XMP320	40	S
Mobil	SHC 632	40	S
Klüber	GEM4-320N	40	S
Total	Carter SH320	40	S

**S = huile de lubrification synthétique**

Tableau 7: Huiles de lubrification autorisées

Important
Seuls des types d'huile de transmission synthétiques sont autorisés.

### Quantités de remplissage

Type d'engrenage	Moteur	Litres
GU 320	8V4000Lx 12V4000Lx	65
GU 395	16V4000Lx 20V4000Lx	92

Tableau 8: Quantités de remplissage

La réalisation du test s'effectue sur le MTU-Onsite Energy avec la Mobil SHC 632.

Numéro de matériel MTU :

- 09110149525 – huile de transmission MOBIL SHC 632 (fût)
- 09110149555 – huile de transmission MOBIL SHC 632(bidon)

Intervalles de vidange d'huile :

- Voir également le plan d'entretien MTU-Onsite Energy et le manuel d'utilisation du fabricant du réducteur
- Première vidange : 300 ... 5 000 heures de service
- Vidange suivante après 4 000 heures de service ou après 24 mois
- Analyse d'huile (échantillon d'huile > 1 litre) toutes les 2 000 heures de service

À froid, l'huile à engrenages doit se trouver exactement au milieu du regard. Pendant le fonctionnement, le niveau d'huile commence par diminuer dans le regard, puis il peut le dépasser en raison de la dilatation thermique. La ventilation s'effectue via le joint labyrinthe sur les arbres.

## 2.3 Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène

### 2.3.1 Huiles de moteur homologuées

#### Huiles de moteur MTU pour moteurs atmosphériques BR400

Fabricant / fournisseur	Marque	Classe de viscosité SAE	Remarque	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L <sup>2)</sup>	40 <sup>1)</sup>	M	E, P

Tableau 9: Huiles de moteur MTU pour moteurs atmosphériques BR400

- 1) Autorisation limitée à une température ambiante autour du moteur > +10 °C  
 2) Fût de 20 l : X00072874 / bidon de 205 l : X00072875 / IBC : X00072876  
 M Huile de moteur minérale  
 E Gaz naturel  
 P Gaz propane

#### Autres huiles de moteur MTU pour moteurs atmosphériques BR400

Fabricant / fournisseur	Marque	Classe de viscosité SAE	Remarque	
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	MG 40 Extra LA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
AUTOL	ELA 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
AVIA Mineralöl AG	LA 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	LA Plus 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Castrol	Duratec HPL 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	Duratec XPL	40 <sup>1)</sup>	S	E, P
Chevron Texaco	HDAX 7200	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
BayWa AG	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	TECTROL Methaflexx NG	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 <sup>1)</sup>	S	E, P
	Pegasus 605	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	Pegasus 705	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	Pegasus 805	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	Pegasus 1005	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet LA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
	Titan Ganymet Ultra	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler MA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Petro Canada Europe	Sentron LD 5000	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
Total Deutschland	Nateria MP40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 <sup>1)</sup>	S	E, P

Tableau 10: Autres huiles de moteur MTU pour moteurs atmosphériques BR400

- 1) Autorisation limitée à une température ambiante autour du moteur > +10 °C  
 S Huile de moteur synthétique  
 M Huile de moteur minérale  
 E Gaz naturel  
 P Gaz propane

## Huiles de moteur MTU pour moteurs turbo BR400

Fabricant / fournisseur	Marque	Classe de viscosité SAE	Remarque		
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L <sup>2)</sup>	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	GEO BG POWER B2L <sup>3)</sup>	40 <sup>1)</sup>	M	B	K

Tableau 11: Huiles de moteur MTU pour moteurs turbo BR400

- 1) Autorisation limitée à une température ambiante autour du moteur > +10 °C  
 2) Fût de 20 l : X00072874 / bidon de 205 l : X00072876 / IBC : X00072875  
 3) Fût de 20 l : X00072870 / bidon de 205 l : X00072872 / IBC : X00072871  
 M Huile de moteur minérale  
 E Gaz naturel  
 P Gaz propane  
 B Biogaz  
 K Convient pour une utilisation avec catalyseur

## Autres huiles de moteur pour moteurs turbo BR400

Fabricant / fournisseur	Marque	Classe de viscosité SAE	Remarque		
AUTOL	BGJ 40	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	ELA 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
AVIA Mineralöl AG	HA 40	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	LA 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	LA Plus 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	MG 40 Extra Plus	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	MG 40 Extra LA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
NILS	Burian	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
BayWA AG	TECTROL Methaflexx D	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Plus	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40	M	B	SRK
	TECTROL Methaflexx NG	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Castrol	Duratec HPL	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Duratec XPL	40 <sup>1)</sup>	S	E, P	K
Chevron Texaco	Geotex LA 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Geotex LF 40	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	HDAX 7200	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K

Fabricant / fournisseur	Marque	Classe de viscosité SAE	Remarque		
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 <sup>1)</sup>	S	E, P	K
	Pegasus 605	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Pegasus 610	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Pegasus 705	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Pegasus 710	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Pegasus 805	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Titan Ganymet LA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Titan Ganymet Plus	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Titan Ganymet Ultra	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
	Titan Ganymet Ultra	40 <sup>1)</sup>	M	B	SRK
Hessol Lubrication GmbH	Hessol Gasmotorenöl	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler HA	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Q8 Mahler MA	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Petro Canada Europe	Sentron CG 40	40 <sup>1)</sup>	M	B	K
	Sentron LD 5000	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
Total Deutschland	Nateria MP 40	40 <sup>1)</sup>	M	E, P	K
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 <sup>1)</sup>	S	E, P	K

Tableau 12: Autres huiles de moteur pour moteurs turbo BR400

- 1) Autorisation limitée à une température ambiante autour du moteur > +10 °C  
S Huile de moteur synthétique  
M Huile de moteur minérale  
E Gaz naturel  
P Gaz propane  
B Biogaz  
K Convient pour une utilisation avec catalyseur  
SRK Catalyseur résistant au soufre

## 2.3.2 Intervalles de vidange d'huile

### Huile minérale – système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire

En cas d'augmentation du volume supplémentaire, par ex. 800 l pour E3066Dx, l'intervalle de vidange d'huile est multiplié par quatre pour un volume supplémentaire de 200 l.

Des analyses d'huile régulières sont alors également nécessaires.

Désignation Modules / Groupes avec type du moteur	Système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire	
	Vidange d'huile après heures de service	Volume supplémentaire mini
E3066D1-D3	2 500	200 l
E3066D4	3 000	200 l
E3066Lx/Zx	1 000	120 l
E3042D1-D3	1 250	200 l
E3042D4	1 500	200 l
E3042Lx/Zx	1 000	200 l
E3042Lx/Zx	5 000 (ou analyse d'huile)	1 000 l
B3066Lx/Zx	1 000	200 l
B3042Lx/Zx	1 000	300 l

Tableau 13: Huile minérale – système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire

### Huile minérale – système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)

Désignation Modules / Groupes avec type du moteur	Système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)	
	Vidange d'huile après heures de service	Taille recommandée du réservoir d'huile neuve
E3066D1-D3	600	60 l
E3066Lx/Zx	300	60 l
E3042D1-D3	600	60 l
E3042Lx/Zx	300	60 l

Tableau 14: Huile minérale – système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)

### Huile synthétique – système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire

En cas d'augmentation du volume supplémentaire, par ex. 800 l pour E3066Dx, l'intervalle de vidange d'huile est multiplié par quatre pour un volume supplémentaire de 200 l.

Des analyses d'huile régulières sont alors également nécessaires.

Désignation	Système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire	
	Modules / Groupes avec type du moteur	Vidange d'huile après heures de service
E3066Lx/Zx	2 000	200 l
E3042Lx/Zx	1 000	160 l
E3042Lx/Zx	8 000 (ou analyse d'huile)	1 000 l

Tableau 15: Huile synthétique – système d'huile de moteur à projection d'huile et volume supplémentaire

### Huile synthétique – système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)

Désignation	Système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)	
	Modules / Groupes avec type du moteur	Vidange d'huile après heures de service
E3066D1-D3	1250	50 l
E3066D4	1500	50 l
E3066Lx/Zx	600	50 l
E3042D1-D3	1250	100 l
E3042D4	1500	100 l
E3042Lx/Zx	600	100 l

Tableau 16: Huile synthétique – système d'huile de moteur uniquement avec appoint d'huile neuve (sans projection d'huile)

### 2.3.3 Graisses pour alternateurs

#### Graisses pour alternateurs BR400

Fabricant de l'alternateur	Graisse
Leroy-Somer	Durée de vie graissé

#### Important

Tenir compte des indications du fabricant données sur la plaquette signalétique de l'alternateur.

# 3 Liquide de refroidissement

## 3.1 Généralités

### 3.1.1 Définition du liquide de refroidissement

#### Important

S'assurer que les lubrifiants et lubrifiants sont récoltés dans de gros récipients collecteurs de taille appropriée. Tenir compte des fiches de sécurité et éliminer les lubrifiants et lubrifiants conformément aux règles en vigueur dans le pays d'exploitation.

Liquide de refroidissement =

additif (concentré) + eau fraîche en mélange prescrit

- prêt pour l'utilisation dans le moteur

Produit antigel =

inhibiteur de corrosion + glykol + additif + eau

- Dans les versions précédentes des Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur de MTU, le terme « Agents anticorrosifs/antigel » était employé. Pour des raisons de clarté, le terme de « Produit antigel » est désormais utilisé.

Une protection antigel est indispensable pour les moteurs dans les régions où il peut geler.

La plage de concentration respective est indiquée dans la section Surveillance du service.

Liquide de refroidissement sans protection antigel =

inhibiteur de corrosion + additif + eau

- Dans les versions précédentes des Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur de MTU, le terme « Agents anticorrosifs aqueux » était employé. Cette dénomination est désormais remplacée par "liquide de refroidissement sans protection antigel".

Les liquides de refroidissement autorisés par MTU protègent bien contre la corrosion à condition que leur concentration soit suffisante. La plage de concentration respective est indiquée dans la section Surveillance du service.

Les additifs pour liquide de refroidissement autorisés figurent dans les chapitres suivants :

- Moteur à gaz BR4000 – application Marine (→ Page 37)
- Moteur à gaz BR4000 – application générateur et groupe électrogène (→ Page 46)
- Moteur à gaz BR400 – groupe électrogène (→ Page 54)

Les accords spéciaux déjà passés restent en vigueur.

#### Important

Il est interdit d'utiliser des additifs de liquide de refroidissement contenant du nitrite avec des refroidisseurs contenant du laiton.

#### Important

À chaque changement de marque de liquide de refroidissement, rincer le système à l'eau. La procédure de rinçage et de nettoyage des circuits de liquide de refroidissement de moteurs figure dans (→ Page 83).

#### Important

Dans certains domaines d'application, l'utilisation de produits antigel à base de propylène glycol est prescrite. Ces produits présentent une conductivité thermique plus faible que les produits à base d'éthylène glycol. Ceci entraîne une augmentation du niveau de température dans le moteur. Pour une exploitation à des températures extrêmement basses (< -40 °C) le produit BASF G206 est disponible.

L'effet anticorrosif du liquide de refroidissement ne s'obtient que si le circuit est complètement rempli.



Seuls les produits anticorrosifs autorisés pour la conservation intérieure du circuit de refroidissement assurent une protection suffisante après la vidange. Cela signifie que le circuit de refroidissement doit être conservé s'il n'est pas à nouveau rempli après la vidange du liquide de refroidissement. La procédure à suivre est décrite dans les consignes de conservation MTU A001070/...

Le liquide de refroidissement doit être traité à partir d'une eau fraîche appropriée et d'un additif autorisé par MTU. Le traitement préalable du liquide de refroidissement doit être effectué à l'extérieur du moteur.

#### Important

Il est interdit de mélanger divers additifs pour liquide de refroidissement ainsi que des additifs complémentaires (même dans les filtres à eau de refroidissement et autres filtres situés en aval des composants de l'installation).

#### Important

Dans le cas des mélanges prêts à l'emploi, la proportion d'additif de liquide de refroidissement (concentré) est indiquée en premier.

Exemple : Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix = 40 % vol. d'additif de liquide de refroidissement / 60 % vol. d'eau douce

### 3.1.2 Surveillance du service / traitement du liquide de refroidissement

Le contrôle préalable de l'eau fraîche et une surveillance constante du liquide de refroidissement sont primordiaux pour un fonctionnement impeccable du moteur. Le contrôle du liquide de refroidissement doit être effectué au minimum une fois par an ou après chaque remplissage en utilisant la valise de test MTU. Cette valise de test contient tous les appareils et substances chimiques nécessaires à cet effet ainsi qu'une notice d'utilisation.

La valise de test de MTU permet les analyses suivantes :

- Détermination de la dureté totale (°d)
- Détermination du pH
- Détermination de la teneur en chlorure de l'eau fraîche
- Détermination de la concentration de produit antigel
- Détermination de la concentration du liquide de refroidissement sans protection antigel

L'analyse de l'eau fraîche et des liquides de refroidissement peut être demandée à MTU. À livrer : au moins 0,25 l.

#### Concentrations de produits antigel autorisées

	Minimum			Maximum
Produits antigel à base d'éthylèneglycol	35 % en volume	40 % en volume	45 % en volume	50 % en volume
Avec protection antigel jusqu'à*	-20 °C	-25 °C	-31 °C	-37 °C
BASF G206	65 % en volume pour une utilisation à des températures extérieures jusqu'à -65 °C dans les régions arctiques			
* = informations sur la protection antigel déterminées selon ASTM D 1177				

Tableau 17: Concentrations de produits antigel autorisées

Important
Après le rinçage du circuit d'eau de refroidissement du moteur, la concentration du produit antigel doit être d'au moins 35 % en volume.

Le produit antigel doit être mélangé à l'eau fraîche avec une concentration minimale de 35 % en volume, à condition qu'une protection antigel jusqu'à - 20 °C soit suffisante. Si des températures ambiantes encore plus basses sont possibles, il faut augmenter la concentration en conséquence. La concentration ne doit en aucun cas dépasser 50 % en volume.

Les mélanges dans lesquels la concentration du produit antigel est inférieure à 35 % en volume ne garantissent pas une protection anticorrosion suffisante

L'eau traitée peut être employée pour un fonctionnement en été et en hiver. Compenser les pertes de liquide de refroidissement de sorte que la concentration du produit antigel soit conservée.

## Concentrations autorisées – liquides de refroidissement sans protection antigel pour toutes les applications

Plage de concentration autorisée	Fabricant	Marque	Degré brix sur le réfractomètre manuel <sup>1)</sup> à une température de 20 °C % en vol.					
			7	8	9	10	11	12
9 à 11 % en volume	MTU Friedrichshafen	Coolant CS 100 Corrosion Inhibitor Concentrate	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	MTU America	Power Cool® Plus 6000	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Arteco	Freecor NBI	Utiliser le kit de test du fabricant					
	BASF SE	Glysacorr G93 green	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Chevron	Texcool A -200	Utiliser le kit de test du fabricant					
	Detroit Diesel Corporation	Power Cool Plus 6000	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Drew Marine	Drewgard XTA	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Ginouves	York 719	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Valvoline	Zerex G-93	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

<sup>1)</sup> = détermination de la concentration au moyen d'un réfractomètre à main approprié

Tableau 18: Concentrations autorisées – liquides de refroidissement sans protection antigel pour toutes les applications

Le réfractomètre à main doit être calibré avec de l'eau claire à la température du liquide de refroidissement. La température du liquide de refroidissement devrait être de 20 °C. Respecter les indications du fabricant.

### Important

Après le rinçage du circuit d'eau de refroidissement du moteur, la concentration du produit anticorrosion doit être d'au moins 9 % en volume.

## Concentrations autorisées – autres liquides de refroidissement sans protection antigel uniquement pour l'application Marine (sans métaux légers)

Plage de concentration autorisée	Fabricant	Marque	Degré brix sur le réfractomètre manuel <sup>1)</sup> à une température de 20 °C % en vol.					
			7	8	9	10	11	12
7 à 11 % en volume	Arteco	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 32765]	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
		Alfloc (Maxitreat) 3477	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
	PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Total	WT Supra	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
5 à 6 % en volume	Fleetguard	DCA-4L	Utiliser le kit de test du fabricant					
3 à 4 % en volume	Detroit Diesel Corporation	Power Cool 2000	Utiliser le kit de test du fabricant					
	Nalco	Alfloc 2000						
		Nalco 2000						
		Nalcool 2000						
		Trac 102						
Penray	Pencool 2000							

<sup>1)</sup> = détermination de la concentration au moyen d'un réfractomètre à main approprié

Tableau 19: Concentrations autorisées – autres liquides de refroidissement sans protection antigel uniquement pour l'application Marine (sans métaux légers)

Le réfractomètre à main doit être calibré avec de l'eau claire à la température du liquide de refroidissement. La température du liquide de refroidissement devrait être de 20 °C. Respecter les indications du fabricant.

## Concentrations autorisées – produits antigel à base d'éthylèneglycol

La concentration est déterminée en lisant directement la valeur sur un réfractomètre glycol approprié (% en volume).

### Tableaux d'échelonnement pour les produits antigel destinés à des applications particulières

Degré brix sur le réfractomètre manuel à une température de 20 °C		
I. Produits antigel propylèneglycol	II. BASF G206	Correspond à une concentration de
26,3	24,8	35 % en volume
26,9	25,5	36 % en volume
27,5	26,1	37 % en volume
28,2	26,7	38 % en volume
28,8	27,4	39 % en volume
29,5	28,0	40 % en volume

Degré brix sur le réfractomètre manuel à une température de 20 °C		Correspond à une concentration de
I. Produits antigel propylèneglycol	II. BASF G206	
30,1	28,6	41 % en volume
30,8	29,2	42 % en volume
31,3	29,8	43 % en volume
31,9	30,4	44 % en volume
32,5	30,9	45 % en volume
33,1	31,5	46 % en volume
33,7	32,1	47 % en volume
34,2	32,6	48 % en volume
34,8	33,2	49 % en volume
35,3	33,8	50 % en volume
	34,4	51 % en volume
	34,9	52 % en volume
	35,5	53 % en volume
	36,1	54 % en volume
	36,7	55 % en volume
	37,2	56 % en volume
	37,8	57 % en volume
	38,3	58 % en volume
	38,9	59 % en volume
	39,4	60 % en volume
	39,9	61 % en volume
	40,5	62 % en volume
	41,0	63 % en volume
	41,5	64 % en volume
	42,0	65 % en volume

Tableau 20: Tableaux d'échelonnement pour les produits antigel destinés à des applications particulières

### Valeurs limites pour liquides de refroidissement

pH avec		
- produits antigel	mini 7,5	maxi 9,0
- liquides de refroidissement sans protection antigel pour moteurs comportant des métaux légers	mini 7,5	maxi 9,0
- liquides de refroidissement sans protection antigel pour moteurs sans métaux légers	mini 7,5	maxi 11,0
Silice (agents contenant du silice)	mini 25 mg/l	

#### Important

Pour évaluer la fonctionnalité réelle d'un liquide de refroidissement, il faut non seulement tenir compte des valeurs limites citées plus haut mais également des données nominales spécifiques du liquide de refroidissement ainsi que de la qualité de l'eau fraîche utilisée.

### 3.1.3 Stabilité de stockage des concentrés de liquide de refroidissement

L'indication de la stabilité de stockage est basée sur des réservoirs encore fermés et hermétiques ainsi qu'à une température de stockage maxi de 30 °C.

Tenir compte des indications du fabricant.

Concentré de liquide de refroidissement	Valeur limite	Marque / remarques
Produit antigel	env. 3 ans	Respecter les consignes du fabricant
Produits contenant du propylène glycol	3 ans	BASF G206
Liquides de refroidissement sans protection antigel	6 mois	Nalco Trac 102
	2 ans	- Artec Freecor NBI - Chevron Texcool A-200 Detroit Diesel Corp. Power Cool 2000 Nalco Alfloc 2000 Nalco Nalcool 2000 Nalco Nalco 2000 Penray Pencool 2000 PrixMax RCP
	3 ans	BASF Glyscorr G93 green Drew Marine Drewgard XTA - Ginouves York 719 MTU Friedrichshafen Coolant CS100 MTU America Power Cool® Plus 6000 - Nalco Alfloc (Maxitreat)3477 Valvoline ZEREX G-93
	5 ans	- Artec Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 032765] BP Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor CCI Corporation A216 CCI Manufacturing IL A216 - Chevron Texaco Extended Life Corrosion Inhibitor Nitrite Free [US 236514] Detroit Diesel Corp. Power Cool Plus 6000 ExxonMobil Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor Fleetguard DCA-4L Old World Industries Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A216) Total WT Supra

Tableau 21: Stabilité de stockage des concentrés de liquide de refroidissement

Important
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour des raisons de protection anticorrosive, le stockage ne doit pas avoir lieu dans des réservoirs zingués. Tenir compte de ceci en cas de transvasement.</li> <li>• Les récipients doivent être stockés fermés dans un endroit sec et frais. En hiver, respecter la protection antigel.</li> <li>• Vous trouverez de plus amples informations sur les différents liquides de refroidissement sur les fiches produit et sur les fiches de données de sécurité.</li> </ul>

TIM-ID: 0000078631 - 001

### 3.1.4 Additifs colorants pour la détection des fuites dans le circuit de liquide de refroidissement

Les colorants fluorescents ci-dessous sont autorisés comme additifs pour les liquides de refroidissement sans protection contre le gel et pour les produits antigel pour la détection des fuites.

Fournisseur	Désignation du produit	numéro	Volume du contenant	Stabilité au stockage <sup>1)</sup>
Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V.	D11014 Chromatint Uranine Conc	X00066947	20 kg	2 ans

Tableau 22: Additifs colorants autorisés

<sup>1)</sup> = se réfère aux contenants d'origine hermétiquement fermés et stockés hors gel (> 5 °C)

#### **Application :**

Ajouter environ 40 g de colorant à 180 l de liquide de refroidissement.

Cette quantité de colorant est relativement élevée et ne doit pas être dépassée.

La fluorescence (coloration jaune) est facilement reconnaissable à la lumière du jour. Dans des locaux sombres, il est possible d'utiliser une lampe UV présentant une longueur d'onde de 365 nm.

### 3.1.5 Prévention des dommages dans le système de refroidissement

- Lors de l'appoint, veiller à ajouter du concentré au liquide de refroidissement. La protection antigel/anti-corrosive doit être atteinte.
- Ne pas utiliser plus de 50 % volumétrique de produit antigel. Sinon, les propriétés antigel sont réduites et la dissipation de la chaleur détériorée. Seule exception : BASF G206 (utilisation spéciale)
- Le liquide de refroidissement ne doit pas contenir de résidus d'huile ou de cuivre (sous forme solide ou diluée).
- Les produits anticorrosifs actuellement autorisés pour la conservation intérieure du circuit de refroidissement sont pour la plupart sur base aqueuse et n'offrent pas de protection antigel. Étant donné que suite à la vidange du liquide il reste encore une petite quantité dans le moteur, veiller à ce que les moteurs conservés se trouvent à l'abri du gel.
- En règle générale, un circuit de liquide de refroidissement ne peut pas être entièrement vidé, ce qui signifie que des quantités résiduelles de liquide de refroidissement usagé ou d'eau fraîche utilisée pour un rinçage restent dans le moteur. Ces quantités résiduelles peuvent entraîner un effet de dilution du liquide de refroidissement utilisé pour le remplissage (mélangé à partir d'un concentré ou utilisation d'un mélange prêt à l'emploi). Plus le nombre de composants montés sur le moteur est grand plus cet effet de dilution sera important. Il est impératif de contrôler et d'adapter si nécessaire la concentration du liquide de refroidissement dans le circuit de liquide de refroidissement.

#### Important

Tous les liquides de refroidissement autorisés dans ce cahier des charges ne se réfèrent généralement qu'au circuit de liquide de refroidissement des moteurs / systèmes MTU. Pour les groupes d'entraînement complets, tenir également compte des ingrédients et lubrifiants autorisés par les fabricants des composants.

#### Important

Pour des raisons de protection anticorrosive, il est interdit de faire fonctionner un moteur avec de l'eau pure, sans ajout d'agent anticorrosif.



### 3.1.6 Matériaux inappropriés dans le circuit de liquide de refroidissement

#### **Composants en cuivre, zinc et laiton**

Lorsque certaines conditions ne sont pas respectées, la présence de composants en cuivre, zinc et laiton dans le circuit de liquide de refroidissement (y compris conduites d'arrivée et de départ) peut entraîner une réaction électrochimique lorsqu'ils entrent en contact avec des métaux communs (tels que l'aluminium). Les métaux communs sont alors attaqués par la corrosion, voire par la corrosion par piqûre. L'étanchéité du circuit de liquide de refroidissement n'est plus assurée à ces endroits.

#### **Matériaux non métalliques**

- Ne pas utiliser d'EPDM ni d'élastomères à la silicone si des huiles anticorrosives émulsionnables ou autres huiles sont utilisées dans le circuit de liquide de refroidissement.

#### **Filtre à eau de refroidissement / filtre en aval des composants de l'installation**

- Si de tels filtres sont utilisés, il faut uniquement utiliser des produits qui ne contiennent pas d'additifs. Des additifs complémentaires tels que silicates, nitrite, etc., peuvent réduire l'effet protecteur ou la durée de vie d'un liquide de refroidissement et éventuellement attaquer les matériaux utilisés dans le circuit de liquide de refroidissement.

#### **Information :**

En cas de doutes concernant l'utilisation des matériaux sur le moteur et les pièces rapportées dans les circuits de liquide de refroidissement, consulter le service MTU correspondant.

### 3.1.7 Exigences concernant l'eau fraîche BR4000

Seule de l'eau propre et claire possédant les valeurs figurant dans les tableaux suivants doit être utilisée pour traiter le liquide de refroidissement avec et sans protection antigel. Lorsque les valeurs limites de l'eau sont dépassées, de l'eau déminéralisée peut être ajoutée pour diminuer la dureté de l'eau et/ou la teneur en sels.

Paramètre	Minimum	Maximum
Somme des alcalins ter- reux *) (dureté de l'eau)	0 mmol/l 0°d	2,7 mmol/l 15°d
pH à 20 °C	5,5	8,0
lons de chlorure		100 mg/l
lons de sulfate		100 mg/l
Somme des anions		200 mg/l
Bactéries		10 <sup>3</sup> UFC (unités formant des colonies)/ml
Champignons, levures	ne sont pas admissibles !	

Tableau 23: Exigences concernant l'eau fraîche BR4000

\*) Dénominations usuelles pour la dureté de l'eau dans divers pays :

1 mmol/l = 5,6°d = 100 mg/kg CaCO<sub>3</sub>

- 1°d = 17,9 mg/kg CaCO<sub>3</sub>, dureté USA
- 1°d = 1,79° dureté en France
- 1°d = 1,25° dureté en Grande-Bretagne

### 3.1.8 Exigences concernant l'eau fraîche BR400

Seule de l'eau propre et claire possédant les valeurs figurant dans les tableaux suivants doit être utilisée pour traiter le liquide de refroidissement. Lorsque les valeurs limites de l'eau sont dépassées, de l'eau déminéralisée peut être ajoutée pour diminuer la dureté de l'eau et/ou la teneur en sels.

Exigences générales	Claire, transparente et exempte de substances non dissoutes	
Valeur de pH (25 °C)	7,4 à 8,5	
Conductivité (25 °C)	< 300	µS/cm
Total des métaux alcalino-terreux	0,9 à 1,3 5 à 7	mmol/l °dH
Chlorures	< 80	mg/l
Sulfates	< 70	mg/l
Fer	< 0,2	mg/l
Bactéries	< 10 <sup>3</sup>	UFC (unités formant des colonies)/ml
Champignons, levures	ne sont pas admissibles !	

Tableau 24: Exigences concernant l'eau fraîche BR400

## 3.2 Moteur à gaz BR4000 - application Marine

### 3.2.1 Liquides de refroidissement – Généralités

#### Important

La vidange du liquide de refroidissement dépend de la durée de service (heures/an) du moteur, selon la première durée de service atteinte.

Heures de service = durée de préchauffage + durée de service du moteur

#### Important

Toutes les données se réfèrent au circuit de liquide de refroidissement du moteur. Les éléments rapportés externes ne sont pas pris en compte.

#### Important

Sur un circuit de refroidissement de moteur exempt de métaux légers avec pièces rapportées contenant des métaux légers (par ex. installation de refroidissement externe), les liquides de refroidissement recommandés sont identiques à ceux autorisés pour les systèmes de refroidissement contenant des métaux légers. En cas de doutes concernant l'utilisation des liquides de refroidissement, il convient de se concerter avec l'interlocuteur MTU compétent.

#### Important

L'utilisation de produits différents entraîne la déchéance de la garantie.

Pour plus de détails, voir les chapitres « Généralités » (→ Page 24) et « Matériaux inappropriés dans le circuit de liquide de refroidissement » (→ Page 33).

Les éventuels accords particuliers divergents en vigueur entre le client et MTU-Friedrichshafen GmbH restent valables.

### 3.2.2 Liquides de refroidissement sans protection antigel – concentrés pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers

Pour des détails, voir le chapitre « Liquide de refroidissement » (→ Page 24)

#### Liquides de refroidissement sans protection antigel – concentrés

Fournisseur	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silicium	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6 000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1 000 l) également disponible auprès de MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6 000 / 2	coloration verte 23533526 (1 gallon) 23533527 (5 gallons) disponible auprès de MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6 000 / 2	
	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor [EU Code 32765] (XLI)	X					6 000 / 2	
BASF SE	Glyscorr G93 green		X				6 000 / 2	X00054105 (fût) X00058062 (bidon)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6 000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6 000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6 000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6 000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 2000		X	X			6 000 / 2	
	Power Cool Plus 6000	X				X	6 000 / 2	coloration rouge
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6 000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6 000 / 2	
Fleetguard	DCA-4L		X	X	X		2000 / 1	
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3477	X					6 000 / 2	
	Alfloc 2000		X	X			6 000 / 2	
	Nalco 2000		X	X			6 000 / 2	
	Nalcool 2000		X	X			6 000 / 2	
	Trac 102		X	X			6 000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6 000 / 2	
Penray	Pencool 2000		X	X			6 000 / 2	

Fournisseur	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silicium	nitrite	phosphate	molybdate		
PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	X					6 000 / 2	
Total	Total WT Supra	X					6 000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6 000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6 000 / 2	

Tableau 25:

### 3.2.3 Liquides de refroidissement sans protection antigel – mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers

Pour des détails, voir le chapitre « Liquide de refroidissement » (→ Page 24)

#### Liquides de refroidissement sans protection antigel – mélanges prêts à l'emploi

Fournisseur	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silicium	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6 000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1 000 l) (région de distribution : Italie)
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443 (7 %)	X					6 000 / 2	

Tableau 26:

### 3.2.4 Produits antigel – concentrés pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

#### Important

Sur les moteurs de navire, l'utilisation de produits antigel est autorisée jusqu'à des températures d'eau de mer de 25 °C maximum. Cela s'applique à tous les moteurs refroidis à l'eau de mer.

#### Produits antigel – concentrés

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9 000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) également disponible auprès de MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9 000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9 000 / 3	
BASF SE	Glystantin G48 bue green	X	X				9 000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glystantin G30 pink	X					9 000 / 3	X00058072 (bidon) X00058071 (fût)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9 000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9 000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9 000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9 000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9 000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9 000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9 000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9 000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Coolant	X				X	9 000 / 3	

TIM-ID: 0000080984 - 001



Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9 000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9 000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30	X					9 000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48	X	X				9 000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9 000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9 000 / 3	X00058074 (bidon) X00058073 (fût)
Gaszpromneft Lubricants Ltd.	BELAZ G-Profi Antifreeze Red	X					9 000 / 3	X00058075 (fût)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9 000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9 000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9 000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9 000 / 5	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9 000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9 000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9 000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9 000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9 000 / 5	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9 000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9 000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9 000 / 5	
Valvoline	Zerex G-48	X	X				9 000 / 3	
	Zerex G-30	X					9 000 / 5	
YORK SAS	York 7 16	X	X				9 000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9 000 / 3	

Tableau 27:

### 3.2.5 Produits antigel – concentrés pour applications spéciales

Pour des détails, voir le chapitre « Liquide de refroidissement » (→ Page 24)

#### Concentrés pour applications spéciales

Fournisseur	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silicium	nitrite	phosphate	molybdate		
BASF SE	G206	X	X				9 000 / 3	Pour utilisation dans les régions arctiques (< -40 °C)

Tableau 28:

### 3.2.6 Produits antigel – mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers

#### Produits antigel – mélanges prêts à l'emploi

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1 000 l) (région de distribution : Italie)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (région de distribution : Angleterre, Espagne)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (région de distribution : Angleterre)
	Coolant RM 30 (40 %)	X					9 000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1 000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9 000 / 5	800085 (5 gallons) 800086 (55 gallons)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9 000 / 5	800071 (5 gallons) 800084 (55 gallons)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9 000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9 000 / 3	Protection antigel jusqu'à -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9 000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9 000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9 000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9 000 / 3	
Cepsa Comercial Petróleo S.A.U	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50 %	X	X				9 000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9 000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9 000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9 000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9 000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9 000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9 000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9 000 / 5	
Tosol-Sinzez	Glystantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9 000 / 3	
	Glystantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9 000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9 000 / 3	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9 000 / 3	

Tableau 29:

## 3.3 Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène

### 3.3.1 Liquides de refroidissement - Généralités

#### Important

La vidange du liquide de refroidissement dépend de la durée de service (heures/an) du moteur, selon la première durée de service atteinte.

Heures de service = durée de préchauffage + durée de service du moteur

#### Important

Toutes les données se réfèrent au circuit de liquide de refroidissement du moteur. Les éléments rapportés externes ne sont pas pris en compte.

#### Important

Sur un circuit de refroidissement de moteur exempt de métaux légers avec pièces rapportées contenant des métaux légers (par ex. installation de refroidissement externe), les liquides de refroidissement recommandés sont identiques à ceux autorisés pour les systèmes de refroidissement contenant des métaux légers. En cas de doutes concernant l'utilisation des liquides de refroidissement, il convient de se concerter avec l'interlocuteur MTU compétent.

#### Important

L'utilisation de produits différents entraîne la déchéance de la garantie.

Pour plus de détails, voir les chapitres « Généralités » (→ Page 24) et « Matériaux inappropriés dans le circuit de liquide de refroidissement » (→ Page 33).

Les éventuels accords particuliers divergents en vigueur entre le client et MTU-Friedrichshafen GmbH restent valables.

### 3.3.2 Liquides de refroidissement sans protection antigel – concentrés pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

#### Liquides de refroidissement sans protection antigel – concentrés

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6 000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1 000 l) également disponible auprès de MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6 000 / 2	coloration verte 23533526 (1 gallon) 23533527 (5 gallons) disponible auprès de MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6 000 / 2	
BASF SE	Glyscorr G93 green		X				6 000 / 2	X00054105 (fût) X00058062 (bidon)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6 000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6 000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6 000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6 000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 6000	X				X	6 000 / 2	coloration rouge
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6 000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6 000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6 000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6 000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6 000 / 2	

Tableau 30:

### 3.3.3 Liquides de refroidissement sans protection antigel – mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

#### Liquides de refroidissement sans protection antigel – mélanges prêts à l'emploi

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6 000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1 000 l) (région de distribution : Italie)

Tableau 31:

### 3.3.4 Produits antigel – concentrés pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

#### Produits antigel – concentrés

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9 000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) également disponible auprès de MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9 000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9 000 / 3	
BASF SE	Glysantin G05		X	X			9 000 / 5	
	Glysantin G48 bue green	X	X				9 000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9 000 / 3	X00058072 (bidon) X00058071 (fût)
	Glysantin G40 pink (Konzentrat)	X	X				9 000 / 3	X00066724 (20 l) X00066725 (210 l) Concentration prescrite de 40 à 50 % en volume
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9 000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9 000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 Concentrate	X	X				9 000 / 3	Concentration prescrite de 40 à 50 % en volume
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9 000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9 000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9 000 / 3	
Clariant	Genantin Super		X	X			9 000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9 000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9 000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9 000 / 5	

TIM-ID: 0000080987 - 001



Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Antifreeze		X	X			9 000 / 3	
	Power Cool Plus Coolant	X				X	9 000 / 3	
	Power Cool Diesel Engine Coolant		X	X			9 000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9 000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
	Mobil Antifreeze Special		X	X			9 000 / 5	
	Mobil Heavy Duty Coolant		X	X			9 000 / 3	
	Mobil Mining Coolant		X	X			9 000 / 3	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9 000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9 000 / 5	
Finke Mineralölwerke GmbH	AVIATICON Fincofreeze F30	X					9 000 / 3	
	AVIATICON Fincofreeze F48	X	X				9 000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9 000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9 000 / 3	X00058074 (bidon) X00058073 (fût)
Gazpromneft Lubricants Ltd.	Belaz G-Profi Antifreeze Red	X					9 000 / 3	
Krafft S.L.U	Refrigerante ACU 2300		X	X			9 000 / 3	X00058075 (fût)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9 000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9 000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9 000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9 000 / 5	
Nalco	Nalcool 5990	X	X				9 000 / 3	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9 000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9 000 / 3	
	Fleetcharge SCA Precharged Coolant/ Antifreeze		X	X			9 000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9 000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9 000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9 000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9 000 / 5	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Coolant Concentrate	X	X				9 000 / 3	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9 000 / 3	
Recochem Inc.	R542	X	X				9 000 / 3	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9 000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9 000 / 5	
Valvoline	Zerex G-05		X	X			9 000 / 5	
	Zerex G-48	X	X				9 000 / 3	
	Zerex G-30	X					9 000 / 5	
	Zerex G-40	X	X				9 000 / 3	Concentration prescrite de 40 à 50 % en volume Référence : 800 180
YORK SAS	York 716	X	X				9 000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9 000 / 3	

Tableau 32:

### 3.3.5 Produits antigel – concentrés pour applications spéciales

Pour des détails, voir le chapitre « Liquide de refroidissement » (→ Page 24)

#### Concentrés pour applications spéciales

Fournisseur	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silicium	nitrite	phosphate	molybdate		
BASF SE	G206	X	X				9 000 / 3	Pour utilisation dans les régions arctiques (< -40 °C)

Tableau 33:

### 3.3.6 Produits antigel – mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers

Pour les détails et les particularités, voir le chapitre « Liquides de refroidissement » (→ Page 24).

#### Produits antigel – mélanges prêts à l'emploi

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1 000 l) (région de distribution : Italie)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (région de distribution : Angleterre, Espagne)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9 000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (région de distribution : Angleterre)
	Coolant RM30 (40%)	X					9 000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1 000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9 000 / 5	800085 (5 gallons) 800086 (55 gallons)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9 000 / 5	800071 (5 gallons) 800084 (55 gallons)
	Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix		X	X			9 000 / 5	23533531 (5 gallons) 23533532 (55 gallons)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9 000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9 000 / 3	Protection antigel jusqu'à -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9 000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 ready to use	X	X				9 000 / 3	Protection antigel jusqu'à -38 °C
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9 000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9 000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9 000 / 3	

TIM-ID: 0000078607 - 002

Fabricant	Marque	Inhibiteurs					Durée d'utilisation heures / ans	Remarques / Numéro
		organique	silice	nitrite	phosphate	molybdate		
Cespa Comercial Petróleo S.A.U.	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50%	X	X				9 000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
	Power Cool Prediluted (50/50) Diesel Engine Coolant		X	X			9 000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9 000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9 000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9 000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9 000 / 3	
	Fleet Charge SCA Precharged 50/50 Prediluted Coolant		X	X			9 000 / 3	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Premix 50/50	X	X				9 000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9 000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9 000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9 000 / 5	
Tosol-Sintez	Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9 000 / 3	
	Glysantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9 000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9 000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9 000 / 3	
Valvoline	Zerex G-05 50/50 Mix		X	X			9 000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9 000 / 3	

Tableau 34:

## 3.4 Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène

### 3.4.1 Liquides de refroidissement homologués

Important
L'utilisation de produits différents entraîne la déchéance de la garantie.

#### Produits antigel – mélanges prêts à l'emploi (sans silicate)

Fabricant / fournisseur	Désignation
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant RM 30*
BayWa AG	Tectrol Coolprotect MIX3000*
Montana	Kühlerfrostschutz BHKW -25°*
Valentin Energie GmbH	Coolant Plus -25° Ready*

\* Période d'immobilisation prolongée possible

Tableau 35:

#### Produits antigel – concentrés

Fabricant / fournisseur	Désignation
BASF	Glysantin G30
Aral	Antifreeze Silikatfrei

Tableau 36:

#### Remarque relative à la garantie

Il est fortement recommandé d'utiliser des mélanges de produits antigel prêts à l'emploi pour le circuit de refroidissement du moteur.

Ce type de mélanges prêts à l'emploi permet de garantir les points suivants :

- Le rapport eau/produit antigel est correct
- L'eau (fraîche) utilisée satisfait aux spécifications des « exigences posées à l'eau de refroidissement du moteur ».

Les durées de vie des composants peuvent uniquement être atteintes si l'eau est utilisée conformément aux spécifications. Sinon, des dépôts risquent de se former sur de nombreux composants, ce qui entraînerait une réduction du transfert de chaleur et, par conséquent, une diminution de la fonctionnalité (échangeur de chaleur) ou une surchauffe des composants.

En cas de mélange sur place du liquide de refroidissement, tenir compte des points suivants :

- Utiliser uniquement les produits antigel autorisés exempts de silicates dans les proportions indiquées
- Signer un formulaire de confirmation attestant que l'eau utilisée répond aux exigences Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur de MTU

La concentration doit être vérifiée régulièrement, conformément au plan d'entretien. La vérification du liquide de refroidissement doit avoir lieu au minimum une fois par an ou à chaque remplissage. En raison du vieillissement, le liquide de refroidissement doit être remplacé au bout de 25 000 heures de service ou au plus tard tous les 3 ans.

# 4 Combustibles

## 4.1 Généralités

### 4.1.1 Utilisation de combustibles

#### Important

Les valeurs limites indiquées concernant l'humidité dans le combustible doivent être respectées sous peine d'annulation de la garantie.

#### Important

Le combustible ne doit comporter aucun composé corrosif (par ex. composé de siloxane, de phosphore, d'arsenic, de métaux lourds, de soufre, d'ammoniac, de chlore, de fluore, de brome ou d'iode). Les valeurs limites indiquées doivent être respectées sous peine d'annulation de la garantie.

Les moteurs à gaz doivent exclusivement être exploités avec les gaz autorisés pour le type du moteur correspondant.

Pour le fonctionnement au gaz naturel provenant du réseau public, la compagnie de gaz responsable doit confirmer les points suivants au plus tard avant la mise en service du moteur :

- Si l'indice de méthane minimum et la plage de pouvoir calorifique indiquées dans la fiche de données techniques sont respectées
- Si un mélange air-butane ou air-propane est parfois ajouté
- Si une injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel est également possible (concertation avec l'usine). Une analyse du gaz doit être présentée.

La possibilité d'utilisation des types de gaz autorisés doit être contrôlée au moins une fois tous les six mois par une analyse du gaz. Cette mesure permet de détecter les modifications suivantes et de prendre les mesures nécessaires :

- Composition du gaz
- Composants nocifs contenus dans le gaz

Pour tout le domaine d'application et d'exploitation du moteur, l'utilisation des combustibles se limite uniquement aux combustibles à l'état gazeux. Des combustibles à l'état liquide ne sont pas autorisés.

Le combustible doit être techniquement exempt de brouillard, de poussière et de liquide. La condensation dans le système de gaz doit être évitée par des mesures appropriées (séchage, protection contre le refroidissement, préchauffage, etc.). Des composants corrosifs ne doivent être contenus que dans les concentrations ci-dessous (→ Page 56).

En cas d'une qualité de gaz brut dépassant les valeurs limites de teneur en soufre indiquées, il convient d'installer une installation de désulfuration du gaz correspondant à la qualité de gaz.

#### 4.1.2 Composants principaux du gaz naturel et des gaz combustibles d'origine biogène

##### Valeurs limites générales pour les composants principaux du gaz naturel et des gaz combustibles d'origine biogène

Les composants entrant en compte pour les moteurs à gaz sont énumérés dans les tableaux suivants :

- Valeurs limites générales pour les composants principaux du gaz naturel (→ Tableau 37)
- Valeurs limites générales pour les composants principaux des gaz combustibles d'origine biogène (→ Tableau 38)

##### Composants principaux du gaz naturel

Composants	Unité	Plage de valeurs (valeur maximale)
CH <sub>4</sub>	% en vol.	80 à 100
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (ou total C <sub>2</sub> H <sub>x</sub> )	% en vol.	< 12
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (ou total C <sub>3</sub> H <sub>x</sub> )	% en vol.	< 9
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (ou total C <sub>4</sub> H <sub>x</sub> )	% en vol.	< 2
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	% en vol.	< 0,3
Hydrocarbures C5+	% en vol.	< 0,1
CO <sub>2</sub>	% en vol.	< 10
N <sub>2</sub>	% en vol.	< 15
Total CO <sub>2</sub> + N <sub>2</sub>	% en vol.	< 15
O <sub>2</sub>	% en vol.	< 3
H <sub>2</sub>	% en vol.	< 2
CO	% en vol.	< 0,2

Tableau 37:

Les composants énumérés ci-dessus s'appliquent aux compositions typiques de gaz naturel. Des composants autres que ceux énumérés ci-dessus (outre les oligo-éléments) ne sont pas usuels dans les compositions de gaz naturel.

Si les composants du gaz naturel dépassent les valeurs maximales indiquées, il est impératif de consulter MTU Onsite Energy avant d'utiliser ce gaz naturel.

##### Composants principaux de gaz combustibles d'origine biogène, principalement issus de processus de fermentation (valeurs indiquées sans air)

Composants	Unité	Plage de valeurs (valeur maximale)
CH <sub>4</sub>	% en vol.	40 à 85
CO <sub>2</sub>	% en vol.	20 à 55
N <sub>2</sub>	% en vol.	< 10
O <sub>2</sub>	% en vol.	< 3
H <sub>2</sub>	% en vol.	< 2
CO	% en vol.	< 0,2

Tableau 38:



Les composants énumérés ci-dessus s'appliquent aux gaz combustibles d'origine biogène. Des composants autres que ceux énumérés ci-dessus (autre les oligo-éléments) ne sont pas usuels dans ce type de gaz combustible.

Si les composants du gaz combustible dépassent les valeurs maximales indiquées, il est impératif de consulter MTU Onsite Energy avant d'utiliser ce gaz.

### 4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

#### **Remarques relatives au Liquid Natural Gas (LNG)**

Tenir compte du fait que la note de livraison de soute de GNL dans le code IGF identifie les proportions des composants en % en masse. Cette représentation varie fortement des représentations habituelles en mol ou en % en volume.

Les réservoirs de GNL ne doivent pas être remplis à plus de 90% du volume du réservoir. Toute source de chaleur dans le réservoir entraîne une évaporation de petites quantités de GNL qui s'accumule alors sous forme gazeuse pendant la phase d'évaporation (« Boil Off »). La composition du gaz d'évaporation dépend de la composition de la phase liquide. La proportion de N<sub>2</sub> de la phase d'évaporation peut être 20 fois supérieure à la teneur en azote dans la phase liquide. En règle générale, le gaz d'évaporation peut contenir 20 % en volume d'azote et 80 % en volume de méthane, ainsi que des traces d'éthane.

Le GNL selon EN1160 est limité à une teneur minimale en méthane de 75% en masse et à une teneur maximale en azote de 5% en masse.

Pour limiter les effets de reconduction, il est recommandé d'utiliser des GNL dont la teneur en azote est <1 % en masse.

Un effet de reconduction désigne le dégagement de vapeur et l'augmentation de pression qui en découle suite à un mélange rapide de couches de liquide lorsque le liquide des couches inférieures sont surchauffées par rapport à la pression qui règne dans la chambre d'expansion supérieure du réservoir.

Le GNL ne comporte pas de CO<sub>2</sub> ou uniquement des traces car le CO<sub>2</sub> est à l'état solide à des températures inférieures à -56 °C et aux pressions habituelles dans les réservoirs de 5,2 bars. Dans des conditions de pression standard, le CO<sub>2</sub> se sublime à -78,5 °C.

#### 4.1.4 Composés siliciés et sulfurés dans le gaz combustible

Les composés siliciés dans le gaz entraînent la formation de dépôts et favorisent l'usure. Ceux-ci désactivent même les pots catalytiques. Les dommages liés à des composés siliciés et sulfurés sont exclus de la garantie.

Pour déterminer la concentration en Si dans l'huile de lubrification et sa valeur limite, voir le chapitre Lubrifiants (→ Page 10).

##### **Détermination de la proportion de silice et de soufre dans le gaz combustible à partir de l'analyse de gaz**

Les concentrations mesurées ou la teneur en soufre des différentes liaisons sont multipliées par les pourcentages de masse de silice et de soufre pour déterminer la teneur en silice ou en soufre.

Le résultat est basé sur le pouvoir calorifique du gaz combustible et normalisé sur 10 kWh de teneur en énergie (ce qui correspond à 1 m<sup>3</sup> à l'état normal de CH<sub>4</sub>).

##### **Proportion de silice mesurée à partir de l'analyse de gaz (ou concentration de soufre)**

Concentration de silice dans le gaz de curage	K <sub>Si</sub>	5,1 mg/m <sup>3</sup> à l'état normal
Teneur CH <sub>4</sub> du gaz de curage	K <sub>CH<sub>4</sub></sub>	65 % en volume
Pouvoir calorifique gaz de curage	H <sub>i_n</sub>	6,5 kWh/m <sup>3</sup> à l'état normal

##### **Exemple : concentration de silice calculée limitée à H<sub>i\_n</sub> = 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal.**

$$K_{Si} \text{ 10 (kW/m}^3 \text{ à l'état normal)} = \frac{H_{i_n \text{ mesurée}}}{10 \text{ (kWh/m}^3 \text{ à l'état normal)}} =$$

$$5,1 \text{ (mg Si/m}^3 \text{ à l'état normal)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (mg Si/m}^3 \text{ à l'état normal)}$$

## 4.2 Moteur à gaz BR4000 - application Marine

### 4.2.1 Généralités

#### Important

Les altérations et / ou endommagements (corrosion, encrassement, etc.) causés par des gaz ou matières, dont la présence n'était ni connue ni convenue à la conclusion du contrat, sont exclus de la garantie.

## 4.2.2 Caractéristiques exigées du gaz combustible

### Caractéristiques exigées et conditions générales relatives aux moteurs à gaz MTU pour les applications Marine

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Type de gaz		Gaz naturel	S'applique au gaz naturel H, d'autres gaz ne sont actuellement pas encore autorisés.
Indice de méthane IM	–	$\geq 70$	Des adaptations peuvent être nécessaires selon le modèle, la puissance et la consommation de combustible. Tenir compte des instructions de service (caractéristiques techniques). Pour des valeurs plus basses, il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse de gaz. Réduction de la puissance du moteur par la surveillance de cliquetis. Indice de méthane calculé selon DIN EN 16726.
Pouvoir calorifique $H_{i,n}$	$\text{kWh/m}^3_n$	$9,2 < H_{i,n} < 11,5$	Pour des valeurs plus basses et plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant.
Indice de Wobbe $W_{I\ i,n}^{1), 2)}$	$\text{kWh/m}^3_n$	$11,77 < W_{I\ i,n} < 14,18$	L'indice de Wobbe est en rapport avec le pouvoir calorifique. L'indice de Wobbe doit impérativement être respecté.
Vitesse de variation admissible du pouvoir calorifique <sup>1)</sup>	$\text{kWh/m}^3_n/\text{min}$	0,067	Modification linéaire continue nécessaire, à une fréquence de modification de 1/h
Densité du gaz <sup>2)</sup>	$\text{kg/m}^3_n$	0,73 à 0,84	La densité du gaz peut varier selon la composition du gaz mais elle est constante pour un certain type de gaz. Il peut y avoir des variations de la densité en cas de gaz provenant de différentes sources distributrices de gaz.
Valeur minimale pour la pression du gaz en amont de la voie de réglage du gaz	bar(g)	0,5	Important pour le ralenti et la charge réduite. Tenir compte des spécifications de la voie de réglage du gaz du projet / type de moteur correspondant.
Plage autorisée pour la pression du gaz en amont de la voie de réglage du gaz à pleine puissance du moteur et en pleine accélération.	bar(g)	6,0...10,0	Tenir compte des spécifications de la voie de réglage du gaz du projet / type de moteur correspondant.

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Écart de pression du gaz par rapport à la valeur de réglage	bar	±0,5	La valeur de réglage pour la pression du gaz en amont de la voie de réglage du gaz ne doit pas être sous-dépassée.
Vitesse de variation admissible de la pression de gaz en amont de la voie de réglage du gaz	bar/s	0,3	Augmentation continue nécessaire, s'applique à l'état dynamique et stable du moteur.
Température du gaz	°C	10...40	Condensation de la vapeur d'eau à <10 °C, vieillissement thermique de matières en NBR (joints, membranes) et influence sur l'élasticité lors de températures plus élevées. Les températures minimales s'appliquent également pour la procédure de démarrage. Tenir compte des spécifications de la voie de réglage du gaz du projet / type de moteur correspondant. Pour des températures plus basses et plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant.
Vitesse de variation admissible de la température du gaz	K/min	10	
Eau : Température de point de rosée	°C	0	À la pression de service. Pas de condensation de vapeur d'eau dans la plage de pression et de température. Une dessiccation du gaz doit être prévue pour des valeurs plus élevées. Valable pour toute la plage de températures du gaz.
Vapeurs d'huile (HC avec teneur en carbone > 5)	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	<10	Aucune condensation dans les conduites conductrices de gaz combustible et de mélange air-gaz combustible. Aucune formation de brouillard d'huile condensable.
Vapeurs de solvant HC	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	0	Il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.
Composé organique de silice (par ex. siliane, siloxane, silicone)	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub> CH <sub>4</sub>	< 1,0	Il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.
Composé inorganique de silice	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	<5	Pour une teneur en Si >5 mg/m <sup>3</sup> N par rapport à une teneur en gaz combustible de 100% CH <sub>4</sub> , tenir compte des produits d'usure dans l'analyse de l'huile.
Poussières 3 - 10 µm	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	<5	Fiche DVGW G260
Poussière < 3 µm	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	Analyse	Analyse nécessaire

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Acide sulfhydrique	mg/kg	7	DIN 51624
Soufre total	mg/kg	10	DIN 51624
Chlore	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	10 <sup>3)</sup>	En cas de valeurs plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.
Fluor	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	5 <sup>3)</sup>	En cas de valeurs plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.
Chlore + Fluor	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	10 <sup>3)</sup>	En cas de valeurs plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.
NH <sub>3</sub>	ppm	70 <sup>3)</sup>	En cas de valeurs plus élevées, il est nécessaire de consulter le fabricant et de procéder à une analyse.

Tableau 39:

- 1) = Pouvoir calorifique  
 La quantité de chaleur qui se dégagerait dans l'air en cas de combustion complète d'une quantité de gaz donnée, sachant que la pression  $p$  à laquelle la réaction a lieu est constante et que tous les produits de la combustion seraient ramenés à la même température  $t$  que celle de l'agent de réaction. Ce faisant, tous ces produits de combustion sont présents sous forme gazeuse.  
 L'enthalpie standard du pouvoir calorifique et de l'indice de Wobbe se réfère à une température de 25 °C. Tenir compte du fait que la documentation américaine se réfère à des températures de référence de 15 °C.  
 Il est possible d'effectuer des conversions pour d'autres températures de référence à l'aide de la norme EN ISO 6976 ou EN ISO 14912.
- 2) = Les grandeurs volumétriques font référence à l'état normal selon DIN 1343. L'état normal correspond à l'état de référence défini par la température normale  $T_n = 273,15$  K ou  $t_n = 0$  °C et la pression normale  $p_n = 101325$  ou Pa = 1,01325 bar.  
 Tenir compte du fait que dans la documentation américaine et les nouvelles normes telles que la norme DIN EN16726 la référence d'enthalpie standard du pouvoir et des valeurs calorifiques et de l'indice de Wobbe se réfère à une température de 15 °C et les grandeurs volumétriques sont définies par la température normale  $T_0 = 288,15$  K ou  $t_0 = 15$  °C et la pression normale  $p_n = 101325$  ou Pa = 1,01325 bar.
- 3) = Cette valeur est non contraignante en cas d'utilisation de catalyseurs à oxydation. Il est nécessaire de procéder à une analyse et de consulter le fabricant.  
 Les valeurs limites se rapportent à une valeur calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup><sub>n</sub>. Ceci équivaut à un rapport à des combustibles avec 100 % du volume de méthane ou en présence d'autres constituants inflammables dans le combustible, à un équivalent énergétique comparable et donc une émission de polluants équivalente.

## 4.2.3 Prescription relative à l'agent contenu dans l'enveloppe de la conduite de gaz dans l'application Marine

### Généralités

Conformément à la norme IGF 5.5.2, toutes les conduites conductrices de gaz combustible traversant une salle des machines conforme à un « concept de salle des machines sécurisée » doivent être réalisées à double paroi. Cette enveloppe autour de la conduite de combustible doit permettre de détecter une fuite de gaz combustible éventuelle à l'aide d'un agent et d'une technique de mesure appropriée. Le code IGF prévoit ici deux possibilités générales :

1. Rinçage/ventilation de l'enveloppe avec de l'air
2. Établissement d'un niveau de pression plus important que celui du gaz combustible dans l'enveloppe de la conduite de combustible au moyen d'un gaz inerte.

Le système de gaz du moteur de marine MTU est conçu pour pouvoir être exploité avec ces deux possibilités. La voie de réglage du gaz peut uniquement être utilisée avec le concept de rinçage à l'air. Pour cela, les agents contenus dans l'enveloppe autour de la conduite de gaz sont définis de la manière suivante :

#### 1. Concept de rinçage à l'air

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Type d'agent		Air	Aspiration depuis l'extérieur du navire via une conduite d'air distincte
Température de l'agent à l'entrée du moteur	°C	0-50	
Humidité de l'air (abs)	g <sub>eau</sub> /kg <sub>air sec</sub>	37,7	
Teneur en sel de l'air aspiré	ppm	50	
Débit volumique	m <sup>3</sup> /h	11,5 - 30	La valeur limite inférieure se réfère au volume maxi avec voie de réglage du gaz et conduites d'arrivée. La valeur limite inférieure garantit l'échange d'air minimum/heure. La valeur limite supérieure ne devrait pas être dépassée pour éviter des pertes de pression importantes.

Tableau 40:

#### 2. Concept de surpression au gaz inerte

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Type d'agent		Azote	Azote provenant d'un générateur ou de bouteilles
Température de l'agent à l'entrée du moteur	°C	0-80	
la teneur en eau	% en vol.	≤ 50	Valeur pour l'azote 2,8
Pureté de l'azote	% en vol.	≥ 99,8	Valeur pour l'azote 2,8
Teneur en oxygène	% en vol.	≤ 100	Valeur pour l'azote 2,8
Plage de pression de l'agent	bar (abs)	< 11	



Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Volume de l'enveloppe au niveau du moteur (sans voie de réglage du gaz) (à double paroi)	m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	0,079 - 0,095	
Fuite	g <sub>azote</sub> /h	1 - 1,5	Pour le dimensionnement de la quantité/intervalle d'appoint

Tableau 41:

Les détails de l'intégration dans le système de gaz et les propositions de version pour la surveillance et la disposition des différents composants sont documentés dans le concept de sécurité, dans les schémas de sécurité et dans les prescriptions de montage.

## 4.3 Moteur à gaz BR4000 - application générateur et groupe électrogène

### 4.3.1 Généralités

#### Important

Les altérations et / ou endommagements (corrosion, encrassement, etc.) causés par des gaz ou matières, dont la présence n'était ni connue ni convenue à la conclusion du contrat, sont exclus de la garantie.

#### 4.3.2 Gaz naturel – Caractéristiques exigées du gaz combustible

##### Caractéristiques exigées du gaz combustible

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Type de gaz		Gaz naturel	S'applique aux gaz naturels H et L et au méthane de houille provenant de gisements pas encore développés. D'autres gaz ne sont actuellement pas encore autorisés.
Modification de l'indice de méthane	-/min.	5	Modification linéaire continue à une fréquence de maximum 1/h
Pouvoir calorifique $H_{i,n}$	kWh/m <sup>3</sup> à l'état normal	$8,0 < H_{i,n} < 11,0$	Consulter l'usine pour des valeurs plus basses et plus élevées
Variation du pouvoir calorifique par rapport à la valeur de consigne	%	± 5	Consulter l'usine pour des valeurs plus élevées
Vitesse de variation admissible du pouvoir calorifique par rapport à la valeur de consigne	%/min.	1,0	Modification linéaire continue nécessaire, à une fréquence de maximum 1/h
Densité du gaz	kg/m <sup>3</sup> à l'état normal	0,73 à 0,84	La densité du gaz peut varier en fonction de la composition, mais elle est constante pour un type de gaz donné. Il peut y avoir des variations de la densité en cas de gaz provenant de différentes sources distributrices de gaz. Un changement du fournisseur de gaz peut rendre une analyse du gaz et, le cas échéant, une adaptation du réglage du mélange nécessaire.
Variations de pression de gaz par rapport à la valeur de consigne	%	± 5	
Vitesse de variation admissible de la pression de gaz	mbar/min.	1	Modification continue nécessaire
* = des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les moteurs avec post-traitement des gaz d'échappement et/ou récupération de la chaleur des gaz d'échappement. En cas d'utilisation de catalyseurs d'oxydation, analyse et consultation de MTU requises.			

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Température du gaz	°C	5 < T < 45	En cas de risque de passage en dessous du point de rosée, la température du gaz doit être augmentée.
Gaz naturel provenant du réseau de distribution de gaz public			Si les températures diffèrent, il y a un risque de dégradation thermique des matériaux NBR (joints, membranes) et d'influence sur le comportement élastique.
Gaz naturel provenant d'installations d'évaporation de GNL locales		15 < T < 45	Certaines combinaisons de pression et pouvoir calorifique peuvent limiter la plage T. Cela peut être compensé via une adaptation de la pression afin de garantir un fonctionnement à la charge nominale pour toute la plage T. Sur les installations fonctionnant au GNL, la plage de température admissible doit être adaptée au projet. MTU doit pour cela évaluer l'installation d'évaporation des gaz.
Variation de températures de gaz par rapport à la valeur de consigne	°C	± 9	
Vitesse de variation admissible de la température du gaz	K/min.	0,3	
Humidité de gaz relative dans le gaz dans la plage de pression et de température admissible	%	< 80	Aucune rosée admissible dans l'ensemble du système de gaz et de mélange. Pas de condensation de vapeur d'eau dans la plage de pression et de température.
Humidité de gaz maxi, absolue	g/kg	< 20	Aucune condensation autorisée dans les conduites conductrices et réservoirs de gaz combustible et de mélange air-gaz combustible.
Huiles / Vapeurs d'huile (HC avec indice de carbone >8)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 0,4	Aucune condensation dans les conduites conductrices de gaz combustible et de mélange air-gaz combustible, ni de formation d'un brouillard d'huile condensable
Hydrocarbures à chaîne longue (C <sub>6</sub> - C <sub>K</sub> )	mol %	K.A.	Nécessité de renseignement auprès de MTU
Vapeurs de solvant HC	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	0	Consultation de l'usine et analyse requises
Silicium organique composite	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 1,0	
* = des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les moteurs avec post-traitement des gaz d'échappement et/ou récupération de la chaleur des gaz d'échappement. En cas d'utilisation de catalyseurs d'oxydation, analyse et consultation de MTU requises.			

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Silicium anorganique composite	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 6	Avec Si > 5 mg/m <sup>3</sup> rapporté à 100 % de teneur en CH <sub>4</sub> du gaz combustible, il convient de tenir compte de produits d'usure dans l'analyse de l'huile
Poussières 3 à 10 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5	Fiche DVGW G260 Il convient d'enlever la poussière de sorte à garantir un fonctionnement sans défaut des appareils à gaz et des installations techniques à gaz avec une construction normalisée ou habituelle.
Poussière < 3 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	Exempt du point de vue technique	La poussière < 3 µm doit être évaluée au moyen d'une analyse technique ; le cas échéant, des filtres spéciaux appropriés doivent être utilisés.
Soufre total	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	30	Fiche DVGW G260
Mercaptan	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	6	Fiche DVGW G260
Acide sulfhydrique H <sub>2</sub> S	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5	Fiche DVGW G260
Chlore	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	10*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
Fluor	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
Chlore + Fluor	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	10*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
NH <sub>3</sub>	ppm	70*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires

\* = des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les moteurs avec post-traitement des gaz d'échappement et/ou récupération de la chaleur des gaz d'échappement. En cas d'utilisation de catalyseurs d'oxydation, analyse et consultation de MTU requises.

Tableau 42: Exigences et conditions générales relatives aux combustibles et à l'alimentation en combustible

Toutes les valeurs limites indiquées pour les substances nocives (en ppm et en mg/m<sup>3</sup>) se réfèrent à un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal. Ceci équivaut à un rapport à des combustibles avec 100 % du volume de méthane ou en présence d'autres constituants inflammables dans le combustible, à un équivalent énergétique comparable et donc une émission de polluants équivalente.

#### Exemple :

- Du gaz naturel russe ayant un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal est utilisé. La valeur autorisée de soufre total dans le gaz correspond donc exactement à la valeur limite indiquée dans le tableau.
- Lors de l'utilisation d'un gaz (tel qu'Hanovre Est) ayant un PCI = 8,15 kWh/m<sup>3</sup>, la valeur maximale autorisée de soufre total se calcule comme suit :  
Teneur en soufre total admissible = 30 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal · (8,15 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal : 10,0 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal) = 24,5 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal

### 4.3.3 Biogaz – Caractéristiques exigées du gaz combustible

#### Caractéristiques exigées du combustible biogaz

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Type de gaz		Gaz biogènes issus de processus de fermentation	
Indice de méthane IM	–	≥ 115	Risque de cliquetis en cas de sous-dépassement. Analyse du gaz et consultation de l'usine nécessaires
Pouvoir calorifique $H_{i,n}$	kWh/m <sup>3</sup> à l'état normal	4,5 < $H_{i,n}$ < 8,0	Consulter l'usine pour des valeurs plus basses et plus élevées
Variation du pouvoir calorifique par rapport à la valeur de consigne	%	± 20	Consulter l'usine pour des valeurs plus élevées
Vitesse de variation maximale du pouvoir calorifique par rapport à la valeur de réglage en fonctionnement	%/min.	1	<1/ h admissible En mode normal
Variation rapide du pouvoir calorifique lors de démarrages et de procédures de démarrage	%/min.	<10,0	Avec une fréquence de <1/ h admissible
Densité du gaz	kg/m <sup>3</sup> à l'état normal	0,93 à 1,40	La densité du gaz peut varier en fonction de sa composition. Lors de modifications du substrat principal et/ou de modifications importantes au niveau du rapport de mélange des substrats, une analyse du gaz et, le cas échéant, une adaptation de la régulation du mélange sont nécessaires.
Fluctuation de la pression du gaz par rapport à la valeur de réglage	%	± 10	Valable pour l'entrée de gaz au niveau de la vanne de dosage du gaz côté moteur
Vitesse de variation admissible de la pression de gaz	mbar/min.	1	Valable pour l'entrée de gaz au niveau de la vanne de dosage du gaz côté moteur

\* = Ces valeurs sont des valeurs indicatives non contractuelles pour les moteurs de la série 4000, des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les groupes avec post-traitement des gaz d'échappement.

\*\* = Sur le moteur 20V4000L32FB, des valeurs inférieures sont valables. Une consultation de l'usine est obligatoire.

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Température du gaz	°C	$5 < t < 45$	Des transitions entre phases dans le mélange air-gaz combustible ne sont pas autorisées pendant le fonctionnement du moteur. En cas de risque de passage en dessous du point de rosée, la température du gaz doit être augmentée. En cas de températures différentes, il existe un risque de vieillissement thermique de matières en NBR (joints, membranes) et influence sur l'élasticité lors de températures plus élevées. Valeurs limites valables pour l'entrée de gaz au niveau de la vanne de dosage du gaz côté moteur
Variation de températures de gaz par rapport à la valeur de consigne	°C	$\pm 15$	Valable pour l'entrée de gaz au niveau de la vanne de dosage du gaz côté moteur
Vitesse de variation admissible de la température du gaz	K/min.	0,3	Valable pour l'entrée de gaz au niveau de la vanne de dosage du gaz côté moteur
Humidité de gaz relative dans le gaz dans la plage de pression et de température admissible	%	< 80	Aucune rosée admissible dans l'ensemble du système de gaz et de mélange. Pas de condensation de vapeur d'eau dans la plage de pression et de température.
Humidité de gaz maxi, absolue	g/kg	< 28	Aucune condensation autorisée dans les conduites conductrices et réservoirs de gaz combustible et de mélange air-gaz combustible. Avec des valeurs supérieures ou en cas de risque de condensation dans la plage de fonctionnement de la pression et de la température, il convient de prévoir une dessiccation du gaz. Pas de transitions entre phases dans le mélange air-gaz combustible pendant le fonctionnement du moteur sur la plage de pression et de température. Une dessiccation du gaz doit être prévue pour des valeurs plus élevées.
Huiles / Vapeurs d'huile	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 0,4	Aucune condensation dans les conduites conductrices de gaz combustible et de mélange air-gaz combustible, ni de formation d'un brouillard d'huile condensable.
Vapeurs de solvant HC	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	0	

\* = Ces valeurs sont des valeurs indicatives non contractuelles pour les moteurs de la série 4000, des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les groupes avec post-traitement des gaz d'échappement.

\*\* = Sur le moteur 20V4000L32FB, des valeurs inférieures sont valables. Une consultation de l'usine est obligatoire.

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Silicium dérivé de composés organiques	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 4*	Avec Si > 2 mg/m <sup>3</sup> à l'état normal rapporté à 100 % de teneur en CH <sub>4</sub> du gaz combustible, il convient de tenir compte de produits d'usure dans l'analyse de l'huile.
Silicium anorganique composite	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 2*	
Poussières 3 à 10 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5	Fiche DVGW G260 Il convient d'enlever la poussière de sorte à garantir un fonctionnement sans défaut des appareils à gaz et des installations techniques à gaz avec une construction normalisée ou habituelle.
Poussière < 3 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	Exempt du point de vue technique	La poussière < 3 µm doit être évaluée au moyen d'une analyse technique, le cas échéant, des filtres spéciaux appropriés doivent être utilisés.
Silicium dérivé de composés organiques et anorganiques	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	6*	
Soufre total	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	800* / **	
Mercaptan	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	4*	
Acide sulfhydrique H <sub>2</sub> S	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	850*	
Total de tous les composés chlorés et fluorés	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	≤ 40*	
Chlore	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	≤ 40*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
Fluor		≤ 20*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
NH <sub>3</sub>	ppm	70*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires

\* = Ces valeurs sont des valeurs indicatives non contractuelles pour les moteurs de la série 4000, des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les groupes avec post-traitement des gaz d'échappement.

\*\* = Sur le moteur 20V4000L32FB, des valeurs inférieures sont valables. Une consultation de l'usine est obligatoire.

Tableau 43: Exigences et conditions générales relatives au combustible biogaz et à l'alimentation en combustible

En cas d'utilisation de la série 4000 dans des groupes, avec et sans couplage de la chaleur des gaz d'échappement et/ou systèmes avec post-traitement des gaz d'échappement, les données correspondantes du fabricant du groupe doivent être respectées.



## Caractéristiques exigées du combustible « biogaz peu contaminé »

Les valeurs limites suivantes définissent le « biogaz peu contaminé ». Toutes les autres valeurs limites pour le biogaz peu contaminé correspondent aux valeurs limites générales applicables au biogaz (→ Tableau 43).

Désignation	Unité	Valeur limite	Remarque
Silicium dérivé de composés organiques	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 1*	Avec Si > 2 mg/m <sup>3</sup> à l'état normal rapporté à 100 % de teneur en CH <sub>4</sub> du gaz combustible, il convient de tenir compte de produits d'usure dans l'analyse de l'huile.
Silicium anorganique composite	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 0,5*	
Silicium dérivé de composés organiques et anorganiques	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	1,5*	
Soufre total	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	140*	
Mercaptan	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	1*	
Acide sulfhydrique H <sub>2</sub> S	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	150*	
Total de tous les composés chlorés et fluorés	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	≤ 8*	
Chlore	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	≤ 8*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
Fluor		≤ 4*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires
NH <sub>3</sub>	ppm	14*	Dans le cas de valeurs plus élevées, une consultation de l'usine et une analyse sont obligatoires

\* = Ces valeurs sont des valeurs indicatives non contractuelles pour les moteurs de la série 4000, des valeurs limites inférieures peuvent être appliquées pour les groupes avec post-traitement des gaz d'échappement (→ Tableau 45).

Tableau 44: Exigences et conditions générales relatives au combustible « biogaz peu contaminé » et à l'alimentation en combustible correspondante

Toutes les valeurs limites indiquées pour les substances nocives (en ppm et en mg/m<sup>3</sup>) se réfèrent à un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal. Ceci équivaut à un rapport à des combustibles avec 100 % du volume de méthane ou en présence d'autres constituants inflammables dans le combustible, à un équivalent énergétique comparable et donc une émission de polluants équivalente.

### Exemple :

- Du gaz naturel russe ayant un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal est utilisé. La valeur autorisée de soufre total dans le gaz correspond donc exactement à la valeur limite indiquée dans le tableau.
- Lors de l'utilisation d'un gaz (tel qu'Hanovre Est) ayant un PCI = 8,15 kWh/m<sup>3</sup>, la valeur maximale autorisée de soufre total se calcule comme suit :  
Teneur en soufre total admissible = 30 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal · (8,15 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal : 10,0 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal) = 24,5 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal

## Concentrations polluantes dans le combustible (avec post-traitement des gaz d'échappement / récupération de la chaleur des gaz d'échappement)

Suivant l'application, les concentrations polluantes maximales suivantes dans le combustible doivent être respectées :

Désignation	Unité	Catalyseur d'oxydation / récupération de la chaleur des gaz d'échappement		
		Sans* / 180 °C / sans	Avec / 120 °C / 180 °C	Avec / Sans
Total de tous les composés soufrés (S)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	800	20	200
Sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S)	ppm	550	7	70
Total de l'ensemble des composés chlorés (calculé en tant que Cl)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	40	0,5	0,5
Total de l'ensemble des composés fluorés (calculé en tant que F)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	40	0,5	0,5
Total de l'ensemble des composés siliciés (calculé en tant que Si)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5	0	0
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	ppm	30	30	30
Métaux lourds (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m <sup>3</sup> à l'état normal	Sur demande	10	10

\*= Pour le « biogaz peu contaminé », des valeurs inférieures s'appliquent (→ Tableau 44).

Tableau 45: Concentrations polluantes dans le combustible

## 4.4 Moteur à gaz BR400 - groupe électrogène

### 4.4.1 Gaz naturel – valeurs relatives aux combustibles

#### Valeurs relatives aux combustibles à respecter

Les valeurs suivantes relatives aux combustibles doivent être respectées à l'entrée dans la voie de réglage du gaz (étendue de livraison MTU Onsite Energy) :

Désignation	Unité	Valeur limite
Indice de méthane minimum		
Valeur calorifique minimum	Voir la description technique	
Vitesse de variation de la valeur calorifique	% par min	< 1
Vitesse de variation de l'indice de méthane	MN par min	<5
Pression dynamique minimum du gaz (surpression)	mbar	< 20
Pression dynamique maximum du gaz (surpression)	mbar	< 50
Variations maxi de la pression du gaz (brèves variations de régulation)	mbar	±5
Vitesse de variation maxi de la pression de gaz	mbar/s	< 1
Température du gaz	°C	5 à 45
Proportion maxi de vapeur d'eau	% en vol.	< 0,5
Particules de poussière > 3 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	<5
Composants huileux	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	< 0,4

Tableau 46: Valeurs relatives aux combustibles à respecter

Aucun composant corrosif ne doit être contenu, à l'exception d'une teneur totale en soufre maxi de 30 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal et brièvement de 150 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal.

Attention : le filtre à gaz fourni (50 µm) placé à l'entrée de la voie de réglage du gaz ne permet pas d'assurer le respect de la valeur limite de concentration en poussières et sert uniquement à protéger la robinetterie de gaz.

## 4.4.2 Biogaz – valeurs relatives aux combustibles

Des fluctuations de la qualité du gaz, ainsi que la présence d'impuretés perturbatrices, sont inévitables en cas d'utilisation de biogaz, de gaz d'épuration ou de gaz de décharge.

Il est cependant indispensable de respecter certaines valeurs limites pour assurer un fonctionnement fiable et éviter d'éventuels dommages.

MTU Onsite Energy GmbH se réserve le droit de facturer la mise en service interrompue s'il s'avère lors de la mise en service que la qualité de combustible requise n'est pas atteinte.

Les valeurs d'émission et de consommation indiquées dans la feuille de données sont uniquement valables pour les compositions de gaz de référence mentionnées pour le biogaz, le gaz d'épuration et le gaz de décharge. Le rapport du mélange CO<sub>2</sub> / CH<sub>4</sub> est ici décisif.

### Important

Les composants / limites énumérés concernent les moteurs au biogaz. D'autres composants / limites ne sont pas autorisés.

### Valeurs relatives aux combustibles à respecter

Les valeurs suivantes relatives aux combustibles doivent être respectées à l'entrée dans la voie de réglage du gaz (étendue de livraison MTU Onsite Energy) :

Désignation	Unité	Valeur limite
Indice de méthane minimum	Voir la description technique	
Valeur calorifique minimum		
Vitesse de variation de la valeur calorifique	% par min	1
Vitesse de variation de l'indice de méthane	MN par min	5
Rapport volumétrique CO <sub>2</sub> / CH <sub>4</sub>	-	≤ 0,65
Teneur en méthane, humide	% en vol.	Voir caractéristiques techniques
Pression dynamique minimum du gaz (surpression)	mbar	30
Pression dynamique maximum du gaz (surpression)	mbar	50
Variations maxi de la pression du gaz (brèves variations de régulation)	mbar	±5
Vitesse de variation maxi de la pression de gaz	mbar/s	1
Température maxi du gaz (sans réduction de charge)	°C	35
Teneur maxi en oxygène	% en vol.	2
Proportion maxi de vapeur d'eau	% en vol.	3,1
Refroidissement du gaz à minimum	°C	< 25
Particules de poussière > 3 µm	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5
Composants huileux	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	0,4

Tableau 47: Valeurs relatives aux combustibles à respecter

ATTENTION : le filtre à gaz fourni (50 µm) placé à l'entrée de la voie de réglage du gaz ne permet pas d'assurer le respect de la valeur limite de concentration en poussières et sert uniquement à protéger la robinetterie de gaz.

### 4.4.3 Impuretés perturbatrices

Selon l'application, les concentrations admissibles maximum en impuretés dans le combustible à respecter sont les suivantes :

Désignation	Unité	Catalyseur d'oxydation / récupération de la chaleur des gaz d'échappement					
		Sans / 180 °C / Sans		Avec EMK* / 120 °C / 180 °C	Avec EMK* / Sans	Avec SRK** / 180 °C	Avec SRK** / Sans
		Biogaz	Biogaz peu contaminé	20 mg/m <sup>3</sup> à l'état normal HCHO		30 mg/m <sup>3</sup> à l'état normal HCHO	
Total de tous les composés sulfurés (S)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	1200	140	20	200	70	140
correspond à l'acide sulfhydrique (H <sub>2</sub> S)	ppm	840	50	14	140	50	100
Total de tous les composés chlorés (Cl)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	100	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Total de tous les composés fluorés (F)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	50	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Total de tous les composés siliciés (Si)	mg/m <sup>3</sup> à l'état normal	5	4	0	0	0	0
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	ppm	60	14	60	60	60	60
Métaux lourds (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m <sup>3</sup> à l'état normal	sur demande	sur demande	10	10	10	10

\* EMK = catalyseur à métaux précieux  
\*\* SRK = catalyseur résistant au soufre

Tableau 48: Concentrations polluantes dans le combustible

Toutes les valeurs limites indiquées pour les substances nocives (en ppm et en mg/m<sup>3</sup>) se réfèrent à un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal. Ceci équivaut à un rapport à des combustibles avec 100 % du volume de méthane ou en présence d'autres constituants inflammables dans le combustible, à un équivalent énergétique comparable et donc une émission de polluants équivalente.

#### Exemple :

- Du gaz naturel russe ayant un pouvoir calorifique de 10 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal est utilisé. La valeur autorisée de soufre total dans le gaz correspond donc exactement à la valeur limite indiquée dans le tableau.
- Lors de l'utilisation d'un gaz (tel qu'Hanovre Est) ayant un PCI = 8,15 kWh/m<sup>3</sup>, la valeur maximale autorisée de soufre total se calcule comme suit :  
Teneur en soufre total admissible = 30 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal · (8,15 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal : 10,0 kWh/m<sup>3</sup> à l'état normal) = 24,5 mg/m<sup>3</sup> à l'état normal

Un dispositif de désulfuration adapté à la qualité de gaz de l'installation doit être mis en place en cas de qualité de gaz brut dépassant les valeurs limites de soufre.

Un fonctionnement sans désulfuration fine est autorisé en cas d'utilisation du catalyseur d'oxydation spécial de MTU résistant au soufre à condition que les valeurs limites de soufre indiquées soient respectées.

Un dépassement des valeurs limites pendant le fonctionnement entraînerait une formation accrue de dépôts corrosifs en cas de récupération de la chaleur des gaz d'échappement. Ces dépôts peuvent générer des dommages susceptibles d'entraîner une panne totale des composants. Un nettoyage précoce de l'échangeur de chaleur des gaz d'échappement est donc impératif.

En raison de la marge de fluctuation de la teneur en soufre dans la pratique, MTU ne peut donner aucune garantie concernant les intervalles de nettoyage.

Lors d'un fonctionnement avec catalyseur d'oxydation sans récupération de la chaleur des échappements, la température d'échappements au niveau du débouché du système d'échappement doit certainement être supérieure à 300 °C. Le cas échéant, la conduite d'échappement doit être isolée.

# 5 Système de post-traitement des gaz d'échappement

## 5.1 Généralités

Des catalyseurs 3 voies sont utilisés pour réduire les émissions de gaz d'échappement sur les moteurs à exploitation stoechiométrique ( $\lambda = 1$ , sans excédent d'air).

Des catalyseurs à oxydation sont utilisés pour réduire les émissions de gaz d'échappement provenant de produits de combustion dont la combustion est incomplète sur les moteurs fonctionnant avec un mélange pauvre (exploitation avec excédent d'air).

Il est, en outre, possible d'utiliser des catalyseurs SCR (Selective Catalytic Reduction) afin de réduire les émissions de NOx sur les moteurs fonctionnant avec un mélange pauvre. Ceux-ci réduisent les émissions d'oxydes d'azote à l'aide d'un produit de réduction (solution d'urée avec un pourcentage d'urée de 32,5%).

Pour pouvoir garantir le fonctionnement des catalyseurs pendant une durée spécifique, il est impératif de respecter l'intégralité des Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur (concernant les combustibles, l'air d'admission, les huiles de lubrification).

## 5.2 Produits de réduction de NOx AUS 32 pour installations SCR

Pour garantir l'efficacité de l'installation de traitement des gaz d'échappement, il est absolument nécessaire que le produit de réduction réponde aux exigences de qualité d'après DIN 70070 / ISO 222 41-1.

En Europe, ce produit de réduction est souvent désigné par « AdBlue ».

Les procédures de contrôle de la qualité et des caractéristiques du produit de réduction sont décrites dans les normes DIN 70071 / ISO 222 41-2. Le tableau suivant (→ Tableau 49) reprend les caractéristiques et les procédures de contrôle correspondants du produit de réduction (extrait de la norme ISO 222 41-1).

Important
Les systèmes SCR de MTU sont en règle générale conçus pour une concentration en urée de 32,5 %. L'utilisation de produits de réduction de NOx avec d'autres concentrations d'urée (AUS 40, AUS 48) requiert une autre conception des systèmes de dosage. Les systèmes doivent être utilisés avec une concentration adaptée en conséquence. Les exigences de pureté au produit de réduction correspondent à celles des normes appliquées aux AUS 32
Important
Par principe, l'utilisation d'additifs antigels pour AUS 32 ou d'urée hiver, n'est pas autorisée.

### Caractéristiques de qualité et procédures de contrôle du produit de réduction

	Unité	Procédures de contrôle ISO	Valeurs limites
Teneur en urée	% en poids	22241-2, annexe B	31,8 à 33,2
Densité à 20 °C	kg/m <sup>3</sup>	3675 12185	1 087,0 à 1 092,0
Indice de réfraction à 20 °C		22241-2, annexe C	1,3817 à 1,3840
Alcalinité en tant que NH <sub>3</sub>	% en poids	22241-2, annexe D	maxi 0,2
Teneur en biuret	% en poids	22241-2, annexe E	maxi 0,3
Teneur en aldéhyde	mg/kg	22241-2, annexe F	maxi 5
Composants insolubles	mg/kg	22241-2, annexe G	maxi 20
Teneur en phosphate en tant que PO <sub>4</sub>	mg/kg	22241-2, annexe B	maxi 0,5
Teneur en métaux		22241-2, annexe I	
Calcium	mg/kg		maxi 0,5
Fer	mg/kg		maxi 0,5
Cuivre	mg/kg		maxi 0,2
Zinc	mg/kg		maxi 0,2
Chrome	mg/kg		maxi 0,2
Nickel	mg/kg		maxi 0,2
Aluminium	mg/kg		maxi 0,5
Magnésium	mg/kg		maxi 0,5
Sodium	mg/kg		maxi 0,5
Potassium	mg/kg		maxi 0,5
Identité			Identique à l'exemple

Tableau 49: Caractéristiques de qualité et procédures de contrôle du produit de réduction



## Stockage de produits de réduction

Les instructions de stockage, d'emballage et de transport de matériaux inappropriés dans le circuit du produit de réduction sont indiquées dans la norme ISO 222 41-3. Tenir également compte des instructions du fabricant.

Éviter l'exposition au soleil car ceci favorise la formation de microorganismes et la décomposition du produit de réduction.

Dans la mesure du possible, stocker et transporter le produit de réduction AUS 32 à une température comprise entre -5 et +25 °C pour éviter les pertes de qualité. Un stockage prolongé à des températures supérieures à 25 °C peut entraîner la décomposition du produit de réduction.

Température de stockage constante maxi [°C]	Durée de conservation mini [mois]
≤ 10	36
≤ 25	18
≤ 30	12
≤ 35	6
>35	Contrôler chaque lot avant son utilisation

Tableau 50: Température de stockage des produits de réduction

Important
À -11 °C le produit de réduction se cristallise.

## 5.3 Condensats d'échappement

### Important

S'assurer que les lubrifiants et lubrifiants sont récoltés dans de gros récipients collecteurs de taille appropriée. Éliminer les fluides et lubrifiants conformément aux règles en vigueur dans le pays d'exploitation. Ne jamais éliminer l'huile usagée par combustion ni dans le réservoir de combustible.

Lors de la combustion du combustible dans le moteur, des oxydes d'azote NOx sont générés en complément du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. En présence de condensats, ceux-ci se transforment en acide nitreux dans les composants en aval. D'autres acides anorganiques et organiques, tels que l'acide sulfurique ou l'acide sulfureux risquent également de survenir, suivant la composition du combustible. Des échantillons de condensats ont alors une odeur légèrement piquante et contiennent du fer dissout issu de la corrosion. La concentration en ions d'hydrogène, à savoir le pH de ces échantillons de condensats est, en général, de très acide à faiblement acide avec un pH = env. 0,5 à 4.

Le point de rosée de l'eau dans les gaz d'échappement dépend de la composition du gaz combustible utilisé, ainsi que du rapport d'air avec lequel le moteur est exploité. Le point de rosée de l'eau est d'environ 50 °C (moteurs fonctionnant avec un mélange pauvre) à 80 °C ( $\lambda = 1$ ). Or la formation de condensats commence, suivant les composants acidifiants, à des températures d'échappements inférieures à env. 170 °C (point de rosée de l'acide).

Théoriquement, 1 m<sup>3</sup> de gaz naturel à l'état normal peut produire 1,5 kg de condensats. Lors du refroidissement des gaz d'échappement à des températures d'env. 100 °C, des quantités considérables de condensats ne se forment que lors de procédures de démarrage. Si les températures des gaz d'échappement continuent de diminuer (en dessous de T = env. 80 °C), des condensats commencent à se former en continu.

Pour limiter la formation de condensats (dans l'échangeur de chaleur des gaz d'échappement ou dans le silencieux d'échappement situé en aval) à des quantités les plus faibles possible, tenir compte des points suivants sur les groupes équipés d'un système de refroidissement des gaz d'échappement :

- Ne pas refroidir les gaz d'échappement en dessous de 110 °C dans l'échangeur de chaleur des gaz d'échappement
- Les conduites de gaz d'échappement doivent être correctement isolées
- Le rapport entre le nombre de démarrages du moteur et les heures de service doit être le plus faible possible (les valeurs recommandées sont en moyenne inférieures à « un démarrage » pour quatre heures de service).

Dans la mesure du possible, ne pas réunir les conduites de condensats provenant de différents composants en amont du siphon (ou « réserve d'eau ») sous peine de formation continue de condensats pendant le service en raison de la circulation dans la conduite de condensats.

Prévoir un écoulement libre pour le condensat via un siphon (ou « réserve d'eau ») d'une hauteur d'au moins 400 mm. L'écoulement doit impérativement se trouver à plus de 100 mm de colonne d'eau au-dessus de la contre-pression des gaz d'échappement maximale autorisée de la machine. Cela empêche que des gaz d'échappement ne s'échappent de la conduite de condensats. Les condensats d'échappements doivent être neutralisés dans une installation de neutralisation avant de parvenir dans le réseau des eaux usées. Un séparateur d'huile est nécessaire en complément.

L'évacuation des condensats doit être régulièrement contrôlée pendant le service et protégée contre le gel en hiver.

Les condensats d'échappements ne doivent être introduits sans préparation dans les canalisations qu'après consultation des autorités locales compétentes et ne doivent jamais être évacués à l'air libre. Les communes en Allemagne ou les services mandatés par vos soins sont tenus de récupérer les eaux usées générées et les condensats font également partie de ces dernières. Une classification des condensats dans la catégorie « déchets spéciaux » est possible.

# 6 Procédure de rinçage et de nettoyage pour circuits de liquide refroidissement de moteurs

## 6.1 Généralités

Sous l'effet du vieillissement de l'additif, des dépôts peuvent s'accumuler dans les circuits de liquide de refroidissement. D'où, éventuellement, un refroidissement moins efficace, des conduites d'aération et des points d'écoulement d'eau bouchés ainsi que des indicateurs de niveau d'eau encrassés.

Le circuit de refroidissement peut être également très pollué si la qualité de l'eau est insuffisante ou la préparation incorrectement effectuée.

Si des anomalies de ce type sont constatées, rincer le circuit de liquide de refroidissement avec de l'eau fraîche, plusieurs fois s'il le faut.

Nettoyer le circuit de liquide de refroidissement et les sous-ensembles concernés si ces rinçages n'ont pas l'effet escompté ou si le circuit de liquide de refroidissement est trop encrassé.

Ne rincer qu'avec de l'eau fraîche et propre (pas d'eau de rivière ou de mer).

Pour le nettoyage, utiliser uniquement les produits agréés par MTU ou des produits correspondants dans la concentration prescrite, voir (→ Page 84). Suivre à la lettre la procédure prescrite.

Toujours remplir les circuits de refroidissement directement après le rinçage ou le nettoyage avec du liquide de refroidissement traité d'après les Prescriptions relatives aux fluides et lubrifiants en vigueur de MTU. Sinon, il y a risque de corrosion !

### Important

Les fluides et lubrifiants (liquide de refroidissement préparé pour le moteur), eau de rinçage usée, détergents et solutions de nettoyage peuvent être des substances dangereuses. Certaines règles doivent être respectées lors de la manipulation de ces substances ainsi qu'au moment de leur entreposage et élimination.

Ces règles découlent des indications fournies par les fabricants, ainsi que des dispositions légales et des règlements techniques en vigueur dans chaque pays. De grandes différences pouvant exister d'un pays à l'autre. Des informations valables dans tous les cas ne peuvent donc pas être données quant aux règles à observer dans le cadre de cette directive de rinçage et de nettoyage.

L'utilisateur des produits qui y sont mentionnés est donc tenu de s'informer lui-même des dispositions en vigueur. MTU n'assume aucune responsabilité en cas d'utilisation incorrecte ou illégale des fluides et lubrifiants ainsi que des produits de nettoyage autorisés.

### Important

Mettre au rebut les échangeurs de chaleur d'huile des moteurs dont les paliers/roulements sont grippés ou avec des pistons grippés ou qui frottent.

## Appareils de contrôle, auxiliaires, fluides et lubrifiants

Valise de test MTU ou appareil électrique de mesure du pH

Auxiliaires requis :

- Air comprimé
- Vapeur brûlante

Fluides et lubrifiants requis :

- Eau fraîche
- Liquide de refroidissement traité

## 6.2 Produits de nettoyage autorisés

Fournisseur	Désignation du produit	Concentration pour l'utilisation		N° de commande
<b>Pour circuits de liquide de refroidissement :</b>				
Kluthe	Hakutex 111 <sup>1, 5)</sup>	2 % en volume	Liquide	X00065751
	Hakupur 50-706-3 <sup>10)</sup>	2 % en volume	Liquide	X00055629
<b>Pour les sous-ensembles :</b>				
Henkel	Bonderite C-AK FD <sup>2)</sup>	1 à 10 % en poids	Poudre	<sup>7)</sup>
	Bonderite C-MC 11120 <sup>3)</sup>	2 à 10 % en poids	Poudre	<sup>7)</sup>
Kluthe	Hakutex 60 MTU	100 % en volume	Liquide	X00070585 (25 kg )
<b>Pour les circuits contaminés par des bactéries, des levures ou des champignons (appelés produits de nettoyage du système) :</b>				
Schülke & Mayr GmbH	Grotan WS Plus <sup>5)</sup>	0,15 % en volume	Liquide	X00065326 (10 kg )
	Grotanol SR2 <sup>6)</sup>	0,5 % en volume	Liquide	X00069827 (10 kg )
<b>Pour le côté air des refroidisseurs externes :</b>				
Kluthe	Hakupur 50 K <sup>9)</sup>	0,5 à 5 % en volume	Liquide	X00070940 <sup>7)</sup>
<b>Pour surfaces laquées encrassées :</b>				
Kluthe	Hakupur 449 <sup>9)</sup>	1 % en volume	Liquide	X00071179 <sup>7)</sup>

Tableau 51:

<sup>1)</sup> couche calcaire légère, corrosion légère

<sup>2)</sup> couche calcaire grasse

<sup>3)</sup> couche calcaire épaisse, de préférence

<sup>4)</sup> couche calcaire épaisse

<sup>5)</sup> contamination par des bactéries jusqu'à 10<sup>4</sup>

<sup>6)</sup> contamination par des bactéries > 10<sup>4</sup>, contamination par des champignons et des levures

<sup>7)</sup> n'est pas tenu en stock par MTU

<sup>8)</sup> corrosion importante ; non autorisé pour l'aluminium

<sup>9)</sup> nettoyant pour utilisation avec un nettoyeur à jet sous pression (paramètre : pression : 15 bar, jet doux, température du nettoyant : 80 °C)

<sup>10)</sup> non approprié pour des surfaces galvanisées

### Important

Tenir compte des feuilles de données techniques et des fiches de sécurité des produits !

## 6.3 Rinçage des circuits du liquide de refroidissement du moteur

1. Vidanger le liquide de refroidissement du moteur.
2. Mesurer le pH de l'eau fraîche à l'aide de la valise de test MTU ou de l'appareil de mesure du pH électrique.
3. Verser de l'eau fraîche dans le circuit de refroidissement.

### Important

Ne jamais verser de l'eau froide dans un moteur très chaud !

4. Préchauffer le moteur. Ensuite, le démarrer et le faire marcher jusqu'à l'atteinte de sa température de service.
5. Laisser tourner le moteur 30 minutes env. à un régime élevé.
6. Prélever un échantillon d'eau de rinçage au point de prélèvement des échantillons de liquide de refroidissement de moteur.
7. Arrêter le moteur.
8. Vidanger l'eau de rinçage.
9. Mesurer le pH de l'échantillon d'eau de rinçage avec la valise de test MTU ou avec l'appareil de mesure du pH électrique et le comparer avec le pH de l'eau fraîche.
  - a) Différence pH < 1 : verser le liquide de refroidissement traité et mettre le moteur en marche.
  - b) Différence pH > 1 : verser de l'eau de rinçage fraîche et répéter le rinçage.
  - c) Si après 4 à 5 rinçages la différence de pH est encore > 1 : le circuit de liquide de refroidissement doit être nettoyé, voir (→ Page 86). Il peut également être nécessaire de nettoyer les sous-ensembles, voir (→ Page 87).

### Important

Remarques complémentaires, voir la Notice d'utilisation du moteur.

## 6.4 Nettoyage des circuits de liquide de refroidissement du moteur

1. Mélanger un concentré de produit de nettoyage pour circuits de liquide de refroidissement à de l'eau fraîche chaude, voir (→ Page 84).
2. S'il s'agit d'une poudre, brasser jusqu'à ce que le produit de nettoyage se soit complètement dissous et jusqu'à disparition intégrale du dépôt sur le fond.
3. Verser la solution brassée et l'eau fraîche en même temps dans le circuit de liquide de refroidissement.
4. Lancer le moteur et le chauffer.
5. Choisir la température et la durée d'imprégnation selon les prescriptions des feuilles de données techniques du fabricant.
6. Arrêter le moteur.
7. Vidanger le liquide de nettoyage, puis rincer le circuit de liquide de refroidissement du moteur à l'eau fraîche.
8. Prélever un échantillon d'eau de rinçage au point de prélèvement des échantillons de liquide de refroidissement de moteur.
9. Mesurer le pH de l'échantillon d'eau de rinçage avec la valise de test MTU ou avec l'appareil de mesure du pH électrique et le comparer avec le pH de l'eau fraîche.
  - a) Différence pH < 1 : verser le liquide de refroidissement traité et mettre le moteur en marche.
  - b) Différence pH > 1 : nettoyer les sous-ensembles, voir (→ Page 87).

### Important

Remarques complémentaires, voir la Notice d'utilisation du moteur.

## 6.5 Nettoyage des sous-ensembles

1. Déposer, démonter et nettoyer les sous-ensembles soumis à d'importants dépôts, par ex. vases d'expansion, groupes de préchauffage, échangeurs thermiques (refroidisseur d'eau, échangeur thermique d'huile, refroidisseur d'air de suralimentation, groupe de préchauffage d'air de suralimentation, groupe de préchauffage du combustible etc.) et les conduites basses.
2. Avant de nettoyer, contrôler l'encrassement des côtés par lesquels l'eau circule.
3. En cas de dépôts calcaires gras, commencer par dégraisser le côté par lequel l'eau circule.
4. Se servir du produit Kluthe Hakutex 60 pour éliminer les dépôts adhérant à l'intérieur des refroidisseurs d'air de suralimentation et provoqués par le brouillard d'huile.
5. Éliminer des couches calcaires dures à l'aide d'un détartrant. Si les dépôts calcaires résistent, il est possible d'avoir recours par exemple à une solution constituée de 10 % d'acide muriatique inhibé.
6. Décoller dans un bain de nettoyage chaud les dépôts qui collent aux éléments des échangeurs thermiques et à l'intérieur de ceux-ci. Tenir compte des indications du fabricant et utiliser exclusivement les produits de nettoyage autorisés avec la concentration prescrite, voir (→ Page 84)

### Important

Les dépôts du côté de l'huile peuvent également être décollés dans un bain de pétrole.  
La durée de maintien dans le bain de nettoyage dépend de la nature et de l'importance de l'encrassement, ainsi que de la température et de l'activité du bain.

7. Nettoyer les éléments, par exemple carters, couvercles, conduites, voyants, éléments des échangeurs thermiques avec de la vapeur brûlante, une brosse en nylon (brosse douce) et un puissant jet d'eau.

### Important

Afin d'éviter des dommages :  
Ne pas se servir d'outils durs et tranchants (brosses en acier, grattoirs, etc.) – (couche de protection contre l'oxydation).  
Veiller à ce que la pression du jet d'eau ne soit pas trop forte (risque d'endommagement par ex. des lamelles des refroidisseurs).

8. Après le nettoyage, faire passer de la vapeur à basse pression dans les éléments des échangeurs thermiques, dans le sens contraire à celui de l'écoulement durant le service, puis rincer à l'eau claire (jusqu'à ce que la différence entre les pH soit < 1), puis sécher à l'air comprimé ou avec de l'air chaud.
9. Contrôler si tous les sous-ensembles sont en parfait état, les réparer ou les remplacer le cas échéant.
10. Rincer avec de l'huile anticorrosive les éléments des échangeurs thermiques, côté huile et côté liquide de refroidissement du moteur. Cette opération n'est pas nécessaire si l'échangeur thermique est installé et mis en service immédiatement après le nettoyage.
11. Rincer une fois le circuit de liquide de refroidissement du moteur après l'installation de tous les sous-ensembles, voir (→ Page 85).
12. Contrôler l'étanchéité du circuit de liquide de refroidissement lors de la mise en service du moteur.

### Important

Remarques complémentaires, voir le Manuel pour l'entretien et la réparation du moteur.

## 6.6 Circuits de refroidissement contaminés par des bactéries, des levures et des phénomènes fongiques

### **Nettoyage du système**

Pour assurer l'efficacité du nettoyage et de la désinfection du système de refroidissement, il est essentiel que le système entier soit rincé suffisamment longtemps avec du produit de nettoyage.

Avant la vidange, ajouter au liquide contaminé la quantité prescrite de produit de nettoyage autorisé, voir (→ Page 84). Veiller à ce que le mélange circule pendant au minimum 24 h et au maximum 48 h.

### **Rinçage**

Une fois le liquide de refroidissement et le nettoyant système évacués, le circuit de refroidissement doit être rincé à l'eau fraîche. Il faut rincer jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'impuretés visibles et que l'eau de rinçage ait le pH de l'eau fraîche utilisée (différence de pH max. < 1).

### **Premier remplissage**

Avant le premier remplissage, veiller à ce que le système ne contienne pas d'impuretés.

Tout nouveau remplissage doit être réalisé immédiatement après le rinçage, afin de prévenir tout risque de corrosion !



# 7 Air frais et air de combustion

## 7.1 Généralités

### Important

Aucun composé corrosif ne doit pénétrer dans l'air d'admission.  
Les valeurs limites indiquées doivent être respectées sous peine d'annulation de la garantie.

Lors d'une utilisation dans des piscines ou à proximité de machines frigorifiques, il convient de tenir compte du fait que des traces de composés halogénés dans l'arrivée d'air (air d'admission) risquent d'entraîner une corrosion sur les composants suivants :

- Dans le moteur
- Sur les composants périphériques, par ex. sur les moteurs électriques

Les produits nettoyeurs risquent également de contenir des substances agressives favorisant la corrosion.

En cas de doute, contacter MTU Onsite Energy.

Il est interdit d'acheminer de l'air de désorption ou des gaz 'off' provenant de processus thermochimiques dans l'air d'admission sans consultation préalable de MTU Onsite Energy.

La plage de température admissible avec indication de la température minimale et maximale est indiquée dans la feuille de données techniques du moteur / groupe.

Tous les moteurs à gaz de MTU Onsite Energy peuvent être exploités avec un air d'admission en dessous d'un point de rosée de 20 °C. Ce faisant, l'exploitation avec de l'air d'admission au-dessus d'un point de rosée de 17,5 °C doit être limitée à < 200 heures de service par an. Une température de point de rosée de l'air d'admission supérieure à 21 °C est interdite. En cas de valeurs divergentes ou de températures plus élevées du point de rosée de l'air d'admission, il est impératif de consulter l'usine de MTU Onsite Energy.

### Valeurs limites dans le mélange de gaz

Le mélange de gaz est constitué d'air et de combustible. Les valeurs limites indiquées pour le combustible ne doivent pas être dépassées dans le mélange de gaz (→ Page 55).

Les valeurs limites dans le mélange de gaz (en ppm) sont nettement inférieures aux valeurs indiquées pour le combustible (en règle générale réduite par un facteur 20 environ).

# 8 Eau de chauffage

## 8.1 Généralités

### Important

Les prescriptions de MTU Onsite Energy en matière de traitement / purge des circuits d'eau doivent être respectées.  
Les valeurs limites indiquées doivent être respectées sous peine d'annulation de la garantie.

### Important

Les exigences en matière de qualité de l'eau de chauffage à plus de 100 °C sont applicables en présence d'échangeurs de chaleur des gaz d'échappement montés dans le circuit de refroidissement du moteur ou dans le circuit de chauffage.

### Important

Il est interdit d'ajouter du sulfite.  
À la place, il est recommandé d'utiliser du WBcon 2347 pour le circuit d'eau de chauffage.  
Tenir compte du fait que le produit contient du borate et de l'hydroxyde de sodium qui agressent les matériaux tels que l'aluminium ou le laiton.

### Remarques complémentaires

Par précaution, il est signalé qu'en général les assurances bris de machines ne prennent en charge aucun frais pour les dommages prévisibles, tels que ceux liés à une qualité d'eau inappropriée.

Le terme « Total des métaux alcalinoterreux » correspond à la teneur en sels dissous de calcium et de magnésium constituant la dureté. Pour une conversion en unités de « dureté totale » utilisées auparavant, il prévaut :

- $1 \text{ mol/m}^3 = 5,6 \text{ dH}$
- Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une solution.
- pH = 7 neutre, < 7 acide, > 7 alcalin.

### Important

Variation maximale admissible de la température d'entrée de l'eau de chauffage : max. 3 K / min.

## 8.2 Exigences posées à l'eau de chauffage

### Important

Il est interdit d'ajouter du sulfite de sodium comme liant pour l'oxygène.

### Important

L'alcalinisation de base doit avoir lieu à l'aide de phosphate trisodique.

### Exigences envers l'eau de chauffage jusqu'à 100 °C

La directive VDI 2035 feuille 1 (décembre 2005) et la feuille 2 (septembre 1998) sont déterminantes. « Prévention de dommages liés à la corrosion et à l'entartrage dans les installations de chauffage ECS » avec les valeurs indicatives suivantes (voir aussi les explications correspondantes dans l'original) :

Exigences générales	Claire, transparente et exempte de substances non dissoutes	
Valeur de pH (25 °C)	8,0 à 9,0	
Conductivité (25 °C)	< 250	µS/cm
Total des métaux alcalino-terreux	Jusqu'à 1,5 Jusqu'à 8,4	mmol/l °dH
Chlorures	< 50	mg/l
Sulfates	< 50	mg/l
Phosphate	< 10	
Teneur en oxygène lors de l'utilisation de liants pour oxygène	< 0,1	mg/l
Fer	< 0,2	mg/l

Tableau 52: Exigences envers l'eau de chauffage jusqu'à 100 °C

Si les valeurs limites ci-dessus ne sont pas respectées, les mesures suivantes sont impératives :

- Contre l'entartrage : préparation de l'eau (adoucissement, dessalement complet, osmose inverse) ou stabilisation de la dureté (produits ST DOS H)
- Contre la corrosion : inhibition ou liaison de l'oxygène (produits ST DOS H)

### Exigences envers l'eau de chauffage supérieure à 100 °C

La directive VdTÜV TCh 1466 pour la qualité de l'eau dans les systèmes de chauffage fonctionnant avec une température de départ supérieure à 100 °C est prépondérante. Ensuite, les valeurs indicatives suivantes sont applicables pour un fonctionnement à l'eau peu saline :

Exigences générales	Claire, transparente et exempte de substances non dissoutes	
Valeur de pH (25 °C)	8,0 jusqu'à 9,0 *	
Conductivité (25 °C)	10 jusqu'à < 250	µS/cm
Total des métaux alcalino-terreux	< 0,02 < 0,10	mmol/l °dH
Chlorures	< 20	mg/l
Sulfates	< 5 jusqu'à 10	mg/l
Teneur en oxygène	< 0,05	mg/l
* Écart par rapport à TCh 1466 (TÜV)		

Exigences générales	Claire, transparente et exempte de substances non dissoutes	
Phosphate	5 à 10	mg/l
Fer	< 0,2	mg/l
* Écart par rapport à TCh 1466 (TÜV)		

Tableau 53: Exigences envers l'eau de chauffage supérieure à 100 °C

Mesures contre l'entartrage et la corrosion :

- Contre l'entartrage : préparation de l'eau (adoucissement, dessalement complet, osmose inverse) ou stabilisation de la dureté (produits ST DOS H)
- Contre la corrosion : inhibition ou liaison de l'oxygène (produits ST DOS H)

## 9 Confirmation consommables

### 9.1 Confirmation par l'exploitant de groupes électrogènes

#### Important

Sans cette confirmation, une mise en service de l'installation n'est pas autorisée.

#### Description de l'installation :

#### L'installation se compose de :

#### Usine / n° SAP :

#### Donneur d'ordre :

#### Exploitant :

#### Chef de projet MTU :

Nous déclarons, par la présente, que la qualité des fluides et lubrifiants (eau de refroidissement, gaz, huile lubrifiante, eau de chauffage etc., le cas échéant) est conforme à la spécification sur les fluides et lubrifiants de MTU Onsite Energy.

MTU Onsite Energy décline toute responsabilité pour tout dommage résultant de consommables d'une qualité différente.

#### Lieu, date

#### Signature sociale (donneur d'ordre)

# 10 Annexe A

## 10.1 Liste des abréviations

Abréviations	Signification	Explication
ASTM	American Society for Testing and Materials	
Hs	Heures de service	
BR	Série	
BV	Cahier des charges pour fluides et lubrifiants	
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.	En même temps désignation des normes (Deutsche Industrie-Norm)
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.	
EN	Europäische Norm	Europäische Norm
IP	Institute of Petroleum	
ISO	International Organization for Standardization	Organisation supérieure des tous les instituts de normalisation
MZ	Indice de méthane	
OEG	Onsite Energy	MTU Onsite Energy
SAE	Society of Automotive Engineers	US-amerikanisches Normungsgremium
ST-DOS-H		Produits
VDI	Directive	
VdTÜV	Directive	
Vol.	Volume	

## 10.2 Tableau de conversion des unités SI

Unité SI	Unité US	Conversion
°C	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32$
kWh	BTU	1 BTU = 0,0002930711 kWh
kWh/m <sup>3</sup> à l'état normal	BTU/ft <sup>3</sup>	1 BTU/ft <sup>3</sup> = 00,010349707 kWh/m <sup>3</sup>
kW	kBTU/hr	1 kBTU/hr = 0,2928104 kW
kW	bhp	1 bhp = 0,7457 kW
l	gal	1 gal = 3,785412 litre
mm	inch	1 inch = 25,4 mm
m	ft	1 ft = 0,3048 m
m/s	ft/s	1 ft/s = 0,3048 m/s
m <sup>3</sup> à l'état normal	ft <sup>3</sup> à l'état normal	$\text{ft}^3 = 0,02831685 \text{ m}^3 \text{ à l'état normal}$
bar	psi	1 psi = 0,06894757 bar
kg	lb	1 lb = 0,4535924 kg

Tableau 54: Tableau de conversion

## 10.3 MTU Onsite Energy – Interlocuteur/partenaire de service

### Service

Le réseau mondial de l'organisation commerciale avec ses filiales, ses succursales commerciales et ses points de service après-vente assure le suivi rapide et direct sur site ainsi que la disponibilité élevée de nos produits.

### Suivi sur site

Des spécialistes expérimentés et compétents vous assistent et vous communiquent leurs connaissances et savoir-faire.

Vous trouverez notre suivi sur site sur le site Internet de MTU sous :

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

### Ligne d'appel 24h/24

Notre ligne d'appel 24h/24 et notre souplesse nous permettent d'être à votre disposition 24 heures sur 24, pendant l'exploitation, la maintenance préventive, les maintenances correctives en cas de défaillances, lors de changements des conditions d'exploitation et pour l'approvisionnement en pièces détachées.

Vous trouverez notre suivi sur site sur le site Internet de MTU sous :

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

Votre interlocuteur à notre centrale :

- [info@cac-mtuonsiteenergy.com](mailto:info@cac-mtuonsiteenergy.com)

### Service des pièces détachées

Identifier rapidement, simplement et correctement la pièce détachée pour votre installation. La bonne pièce détachée au bon moment au bon endroit.

À cette fin, nous proposons un service logistique de pièces détachées avec un réseau mondial.

Votre interlocuteur à notre centrale :

Allemagne :

- Tél. : +49 821 74800
- Fax : +49 821 74802289
- E-mail : [spareparts-oeg@mtu-online.com](mailto:spareparts-oeg@mtu-online.com)

Dans le monde entier :

- Tél. : +49 7541 908555
- Fax : +49 7541 908121
- E-mail : [spare.parts@mtu-online.com](mailto:spare.parts@mtu-online.com)



# 11 Annexe B

## 11.1 Indice

### A

- Actualité du document 5
- Additifs colorants
  - Circuit d'huile de lubrification 11
  - Circuit de liquide de refroidissement 31
- Agent dans l'enveloppe de la conduite de gaz dans l'application Marine
  - Combustibles pour moteurs à gaz 64
- Air de combustion 89
- Analyse de l'huile usagée 8
- Arrivée d'air 89

### B

- Biogaz
  - Caractéristiques
    - BR400 76
  - Caractéristiques exigées
    - BR4000 70
  - Composants principaux 56

### C

- Circuit d'huile de lubrification
  - Fuites 11
- Circuit de liquide de refroidissement
  - Fuites 31
  - Impuretés 83
  - Matériaux 33
  - Nettoyage 86
  - Nettoyage des sous-ensembles 87
  - Produits de nettoyage 84
  - Rinçage 85
- Circuit de liquide de refroidissement du moteur
  - Impuretés 83
  - Nettoyage 86
  - Nettoyage des sous-ensembles 87
  - Produits de nettoyage 84
  - Rinçage 85
- Combustible
  - Teneur en silice 10
  - Utilisation 55
- Combustibles 60, 66
  - Biogaz
    - BR400 76
    - BR4000 70
  - BR400
    - Impuretés 77
  - Gaz naturel
    - Application Marine 61
    - BR400 75
    - BR4000 67

- Composés siliciés
  - Gaz combustible 59
- Condensats d'échappement 82
- Confirmation
  - Exploitant 93
- Conservation
  - Moteur 5
- Consignes d'utilisation 5

### E

- Eau de chauffage
  - Exigences 91
  - Généralités 90
- Eau fraîche
  - Valeurs limites
    - BR400 35
    - BR4000 34
- Exigences
  - Circuit de liquide de refroidissement 33
  - Eau de chauffage 91
- Exploitant
  - Confirmation 93

### F

- Fluides et lubrifiants homologués
  - Huiles de moteur pour BR400 14, 18
- Fuites
  - Circuit d'huile de lubrification 11
  - Circuit de liquide de refroidissement 31

### G

- Gaz combustible
  - Application générateur et groupe électrogène
    - BR4000 70
  - Application générateur et groupe électrogène
    - BR4000 67
  - Application générateur et groupe Generatoraggregat
    - BR400 75, 76
  - Application Marine 61
  - Composés siliciés 59
  - Teneur en silice 10
- Gaz naturel
  - Caractéristiques
    - BR400 75
  - Caractéristiques exigées
    - Application Marine 61
    - BR4000 67
  - Composants principaux 56
- Gaz naturel liquide (GNL) 58

## Graisse

- Groupes électrogènes BR400 23
- Groupes électrogènes BR4000 16
- Pour alternateurs 16, 23
- Usage général 13

Graisse 12

## H

### Huile de lubrification

- BR4000 14

### Huile de moteur 7

- BR400 18
- BR4000 14

### Huile de transmission 17

## I

### Impuretés

- Combustibles
- BR400 77

### Interlocuteur

- MTU Onsite Energy 96

### Intervalles de vidange d'huile

- Groupe électrogène BR400 21
- Projection d'huile 21
- Valeurs limites 8

## L

### Liquide de refroidissement

- Valise de test 83
- BR400 54
- Concentrations autorisées 26
- Définition 24
- Groupe électrogène
- BR400 54
- Liquides de refroidissement sans protection antigel
- Concentrés pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers 37
- Mélanges prêts à l'emploi pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers 39
- Produits antigel
- Concentrés pour applications spéciales 42, 51
- Stabilité de stockage 30
- Surveillance du service 26
- Valeurs limites 26
- Valise de test 26

### Liquides de refroidissement

- Application générateur 36, 45
- BR4000
- Liquides de refroidissement sans protection antigel pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers 46, 47
- Produits antigel pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers 48, 52
- Produits antigel pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers 40, 43
- Exigences concernant l'eau fraîche
- BR400 35
- BR4000 34
- Groupe électrogène
- BR4000 36, 45
- Traitement
- BR400 35
- BR4000 34

### Liquides de refroidissement sans protection antigel

- Pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers
- Concentrés 46
- Mélanges prêts à l'emploi 47

### Liste des abréviations 94

### Lubrifiant

- Utilisations spéciales 12

## M

### Matériaux

- Circuit de liquide de refroidissement 33

### Mélange de gaz

- Valeurs limites 89

### Moteur

- Conservation 5

### MTU Onsite Energy

- Interlocuteur 96
- Partenaire de service 96

## P

### Partenaire de service

- MTU Onsite Energy 96

### Procédure de nettoyage

- Circuit de liquide de refroidissement du moteur 83, 86
- Nettoyant système 88
- Sous-ensembles 87

### Procédure de rinçage

- Circuit de liquide de refroidissement du moteur 83, 85
- Circuits de refroidissement contaminés par des bactéries, des levures et des phénomènes fongiques 88
- Sous-ensembles 87

### Produit antigel

- BR400 54

Produits antigel	
- Pour systèmes de refroidissement contenant des métaux légers	
- Concentrés	48
- Mélanges prêts à l'emploi	52
- Pour systèmes de refroidissement exempts de métaux légers	
- Concentrés	40
- Mélanges prêts à l'emploi	43
Produits de nettoyage	84
- Nettoyant système	88
Produits de réduction de NOx	
- Généralités	80
Projection d'huile	21

## S

Stockage	
- Liquide de refroidissement	30
Surveillance du service	
- Liquide de refroidissement	26
Système de post-traitement des gaz d'échappement	
- Condensats d'échappement	82
- Généralités	79
- Produits de réduction de NOx	80
Système de refroidissement	
- Prévention des dommages	32

## T

Teneur en silice	
- Combustible	10
- Gaz combustible	10

## V

Valeur d'exploitation de silice	10
Valeur limite d'exploitation de silice	10
Valeurs limites	
- Huiles de moteur à gaz usagées	8
Valise de test	
- Liquide de refroidissement	83