



Rhodorsil® Huiles 47
Information technique

BLUESTAR
SILICONES



Sommaire

■ Introduction - Nomenclature	3
■ Applications des Rhodorsil® Huiles 47	4
■ Structure chimique des Rhodorsil® Huiles 47	5
■ Propriétés générales des Rhodorsil® Huiles 47	7
■ Caractéristiques des Rhodorsil® Huiles 47	8
■ Propriétés physiques des Rhodorsil® Huiles 47	10
□ Volatils	
□ Stabilité thermique	
□ Inflammabilité	
□ Comportement basse température	
□ Viscosité – Rhéologie	
□ Compressibilité	
□ Densité	
□ Indice de réfraction	
□ Tension superficielle	
□ Chaleur spécifique	
□ Conductibilité thermique	
□ Dilatation volumique	
□ Transmission du son	
□ Transmission de la lumière	
□ Tenue aux radiations	
□ Tension de vapeur	
■ Propriétés diélectriques	20
■ Propriétés chimiques - Effets sur les matériaux	22



Introduction

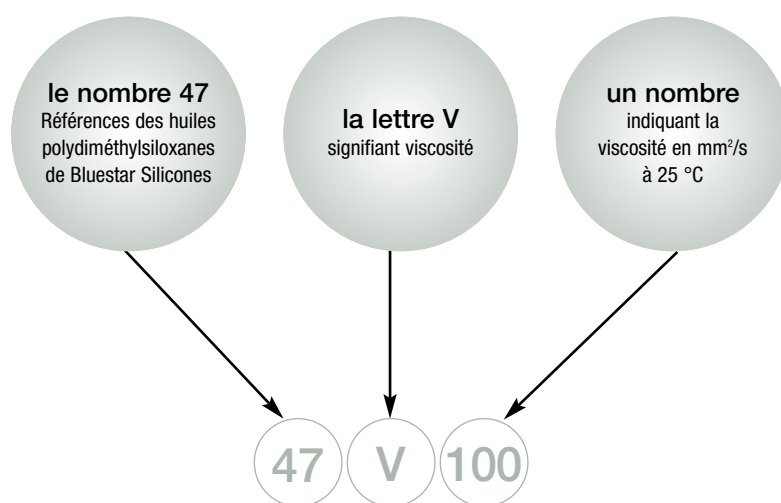
Les **Rhodorsil® Huiles 47** sont des huiles polydiméthylsiloxanes et forment une classe importante parmi les silicones commercialisées par **Bluestar Silicones Spécialités Chimiques**.

Elles sont constituées de chaînes moléculaires linéaires, plus ou moins longues, dont les éléments sont formés d'atomes de Silicium et d'Oxygène alternés (liaison siloxane Si-O-Si). Les atomes de silicium sont saturés par des groupements méthyle - CH₃.

Alors que les chaînes carbonées des substances organiques résistent mal, en général, aux influences extérieures, la stabilité des liaisons Si-O est comparable, dans une large mesure, à celle des silicates minéraux inertes.

Nomenclature

Les références des **Rhodorsil® Huiles 47** sont constituées par :



Exemples :

- L'huile 47 V 100 est une huile de viscosité 100 mm²/s.

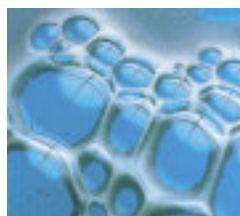
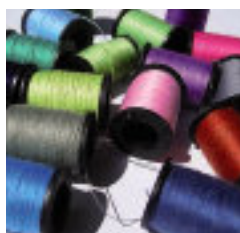
- L'huile 47 V 100000 est une huile de viscosité 100 0000 mm²/s.

La gamme des **Rhodorsil® Huiles 47** couvre la plage de viscosité de 1 à 1 000 000 mm²/s.



Applications des Rhodorsil® Huiles 47

Les applications de ces produits sont très nombreuses et très variées.
Citons seulement, à titre d'exemple, les emplois comme :

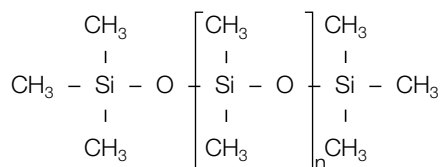


- Plastifiants pour élastomères silicones (mastics, RTV ...)
- Agents antimousses
- Additifs dans les mousses Styrène-Butadiène
- Agents d'antiadhérence et de démoulage
- Lubrifiants
- Adoucissant pour textiles
- Lubrification du fil à coudre
- Emulsions pour imprimerie off-set
- Constituants de produits d'entretien des bois, cuirs, métaux, sols, automobiles.
- Usages cosmétiques, shampoings, crèmes
- Lubrification de matériel médical
- Usages médicaux, excipient, principe actif
- Traitement et hydrofugation des charges
- Fluides diélectriques
- Fluides hydrauliques, d'amortissement, boîtes de vitesse
- Fluides de chauffage (jusqu'à des températures de l'ordre de 200 °C)
- Fluides de refroidissement.



Structure chimique des Rhodorsil® Huiles 47

Leur formule générale est la suivante



La viscosité de ces huiles augmente avec leur degré de polymérisation, c'est-à-dire avec la valeur de l'indice "n", ainsi que le montre le graphique N°1 (viscosité des **Rhodorsil® Huiles 47** en fonction du degré de polymérisation).

Les **Rhodorsil® Huiles 47** sont encore liquides à température ordinaire, pour une valeur de l'indice "n" de l'ordre de 2000. Pour les valeurs supérieures, ces huiles évoluent graduellement vers les gommages.

Toutes ces huiles sont des mélanges de chaînes polysiloxaniques réparties assez régulièrement autour de la masse moléculaire moyenne en nombre. A titre d'exemple, le graphique N°2 représente un chromatogramme obtenu par perméation de gel (répartition des masses moléculaires d'une **Rhodorsil® Huile 47** de viscosité 10 mm²/s).

Les masses moléculaires moyennes augmentent en fonction du degré de polycondensation "n", donc en fonction de leur viscosité comme il apparaît sur le tableau N°1 (masses moléculaires des **Rhodorsil® Huiles 47** en fonction de leurs viscosités).

Tableau 1

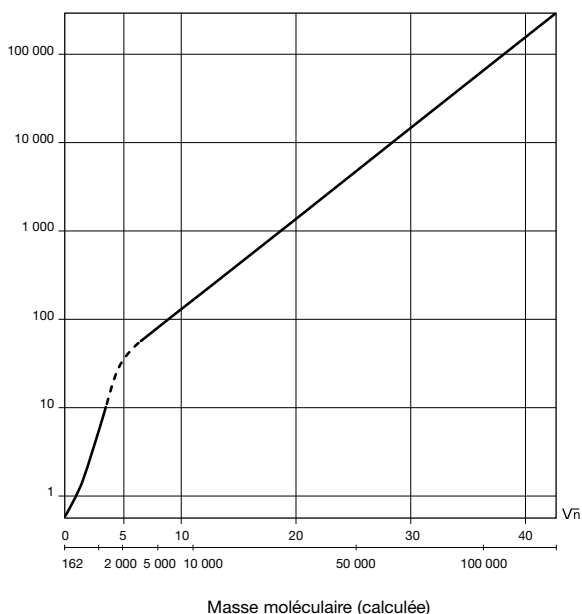
Masses moléculaires des Rhodorsil® huiles 47

Huiles		Masses molaires (g.mol ⁻¹)
47 V	5	900 à 1 100
47 V	10	1 500 à 1 800
47 V	20	2 800 à 3 200
47 V	50	7 000 à 8 000
47 V	100	10 000 à 12 000
47 V	300	18 000 à 20 000
47 V	500	28 000 à 30 000
47 V	1 000	38 000 à 40 000
47 V	12 500	80 000 environ
47 V	60 000	125 000 environ
47 V	100 000	145 000 environ

Graphique 1

Viscosité des huiles polydiméthylsiloxaniques en fonction du degré de polymérisation "n"

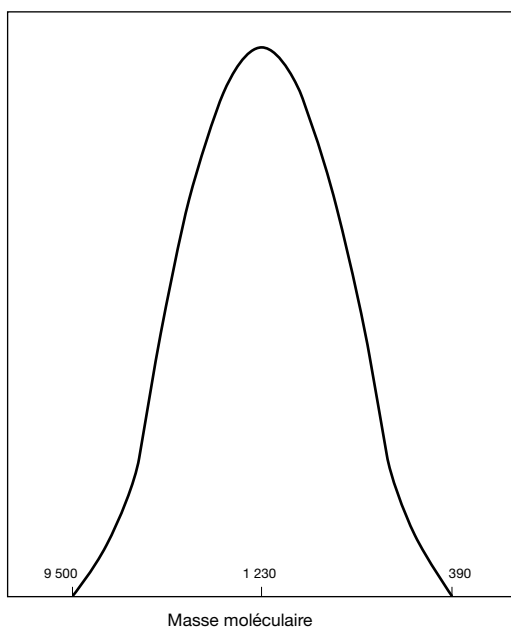
Viscosité en mm²/s à 25 °C



Remarque : la partie rectiligne de la courbe correspond à la relation de A.J. BARRY pour les masses moléculaires > 2500 : $\log n_{cSt} = 1,00 + 0,0123 M^{0,5}$

Graphique 2

Masse moléculaire par CED* d'une huile polydiméthylsiloxanique de viscosité 10 mm²/s



Répartition des masses moléculaires
 Masse moléculaire moyenne
 En poids $M_p \approx 1560$ g/mol
 En nombre $M_n \approx 1210$ g/mol
 Indice de polydispersité
 $M_p/M_n = 1,29$

Note : \bar{M}_n : **Masse moyenne en nombre**

$$\bar{M}_n = \frac{\sum (n_i M_i)}{\sum (n_i)} = \frac{\sum (c_i)}{\sum \left(\frac{c_i}{M_i}\right)}$$

où n_i et c_i représentent respectivement le nombre et la concentration pondérale de chaque molécule de masse M_i

\bar{M}_p : **Masse moyenne en poids**

$$\bar{M}_p = \frac{\sum (n_i M_i^2)}{\sum (n_i M_i)} = \frac{\sum (c_i M_i)}{\sum (c_i)}$$

La somme \sum est effectuée de $i = 1$ (monomère) à $i = \infty$, i représente le degré de polymérisation (nombre de motifs)

Indice de polydispersité

Le ratio M_p/M_n est égal à 1 pour un polymère strictement isomoléculaire

* Chromatographe Exclusion Diffusion



Propriétés générales des Rhodorsil® Huiles 47

Les chaînes polysiloxanes ont une souplesse inhabituelle, qui leur est conférée par la grande latitude dans la valeur de l'angle possible du groupement Si-O-Si ; cette souplesse permet aux groupes latéraux d'occuper dans l'espace un nombre exceptionnel de positions.

De plus, la liberté de rotation du groupe méthyle autour de la liaison Si-C est conservée même à température extrêmement basse. Il s'ensuit pour le polymère une structure dimensionnelle peu ordonnée et, globalement, les chaînes macromoléculaires seraient disposées en spirales de configuration lâche, avec un espace interne libre important d'où des forces intermoléculaires faibles et des interactions infimes entre chaînes.

■ De cette structure des chaînes macromoléculaires découle un ensemble de caractéristiques et propriétés très particulières aux Rhodorsil® Huiles 47 :

- bas point d'écoulement (environ -50 °C),
- température de transition vitreuse très basse (environ -125 °C),
- faible énergie d'activation pour l'écoulement visqueux,
- faible viscosité (par rapport aux produits organiques à chaîne carbonée de même longueur),
- faible variation de viscosité en fonction de la température,
- faible tension superficielle,
- compressibilité élevée,
- excellente résistance aux cisaillements intenses et prolongés,
- résistance à haute et basse température,
- résistance à l'oxydation et à l'hydrolyse,
- absence de vieillissement sous l'action des agents atmosphériques (oxygène-ozone-eau-lumière-UV),
- inertie chimique (aucun risque de corrosion),
- combustibilité très limitée,
- non miscibilité avec beaucoup de produits organiques.

■ Ces propriétés leur ouvrent un champ d'utilisations très étendu :

- agents de démoulage ou antiadhérence,
- fluides hydrauliques, de transferts thermiques et diélectriques,
- lubrifiants,
- agents antimousses,
- composants actifs dans des formulations de produits d'entretien,
- composants actifs dans les préparations cosmétiques, pharmaceutiques ou alimentaires (contact avec les produits alimentaires).

Note : Dans les applications cosmétiques, pharmaceutiques et alimentaires, les Rhodorsil® Huiles 47, de pureté contrôlée, sont désignées sous les noms de Mirasil DM, Silbione DM GMP et Silbione 70047.

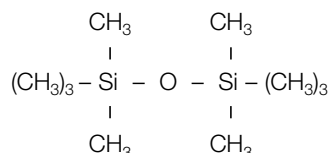
Ces huiles font l'objet d'une documentation spéciale.



Caractéristiques des Rhodorsil® Huiles 47

Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques des **Rhodorsil® Huiles 47**. Les valeurs indiquées sont des valeurs moyennes et ne sont pas des spécifications. En début de tableau figure l'**huile 41 V 0,65** qui peut être assimilée à une **Rhodorsil® Huile 47** dont l'indice "n" est égal à 0.

La formule est la suivante :



Huiles	641 V 0.65	47 V 3	47 V 5	47 V 20	47 V 50	47 V 100	47 V 350	47 V 500	47 V 1000	47 V 5000 à V 600000
Caractéristiques										
Viscosité en mm ² /s à 25 °C	0,65	3	5	20	50	100	350	500	1000	5000 à 600000
Densité à 25 °C	0,760	0,890	0,910	0,950	0,959	0,965	0,970	0,970	0,970	0,973
Point d'éclair (°C) (coupe fermée)	- 4	75	120	240	280	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300
Point de congélation (°C)	- 67	- 80	- 65	- 60	- 55	- 55	- 50	- 50	- 50	- 45
Indice de réfraction à 25 °C	1,375	1,395	1,397	1,400	1,402	1,403	1,403	1,403	1,403	1,404
Tension superficielle en mN/m	15,9	18,9	19,7	20,6	20,7	20,9	21,1	21,1	21,1	21,1
Tension de vapeur à 200 °C en Pascal				1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Coefficient de dilation entre 25 °C et 100 C en cm ³ /cm ³ . °C	1,34.10 ⁻³	1,16.10 ⁻³	1,15.10 ⁻³	1,07.10 ⁻³	1,05.10 ⁻³	9,45.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁴	9,45.10 ⁻⁴
Chaleur spécifique en Joules/g. °C	2,9			1,63	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,50
Conductivité thermique en Watts/m. °C	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Coefficient viscosité/ température	0,31		0,55	0,59	0,59	0,60	0,62	0,62	0,62	0,62
Rigidité diélectrique en KVolts/mm	14	14	14	14	15	16	16	16	16	18
Constante diélectrique à 25 °C entre 0,5 et 100 KHz	2,18	2,50	2,59	2,68	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Tangente angle de perte à 25 °C 0,5 KHz 100 KHz			2.10 ⁻⁵ 1.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵ 1.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴ 1.10 ⁻⁴
Résistivité transversale à 25 °C en Ohm/cm		1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁴	1.10 ¹⁴	1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁵	1.10 ¹⁵

Remarques :

□ Il existe une huile portant la référence **Huile 604 V 50**, c'est une huile 47 V 50 fabriquée spécialement pour les usages diélectriques.

□ Le coefficient viscosité/température est obtenu par la formule :

$$1 - \frac{\text{viscosité à } 100 \text{ °C}}{\text{viscosité à } 40 \text{ °C}}$$

□ Le pourcentage massique de Silicium des **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure ou égale à 1 000 mm²/s est sensiblement égal à 37,5%.

■ Obtention d'une Rhodorsil® Huile 47 de viscosité intermédiaire à celle de 2 autres.

Il est possible d'obtenir des produits de viscosités intermédiaires par mélange de deux **Rhodorsil® Huiles 47** (ces huiles sont miscibles entre elles en toutes proportions). Pour cela utiliser le graphique ci-dessous, selon les indications suivantes :

1. Choisir les grades de viscosité à mélanger : pour obtenir une huile de viscosité intermédiaire, il est avantageux de faire le mélange de 2 huiles dont les viscosités ne sont pas trop éloignées l'une de l'autre et qui encadrent la viscosité désirée.
2. Pointer sur le côté gauche du graphe la viscosité inférieure.
3. Pointer sur le côté droit du graphe la viscosité supérieure.

4. Relier ces deux points par une droite.

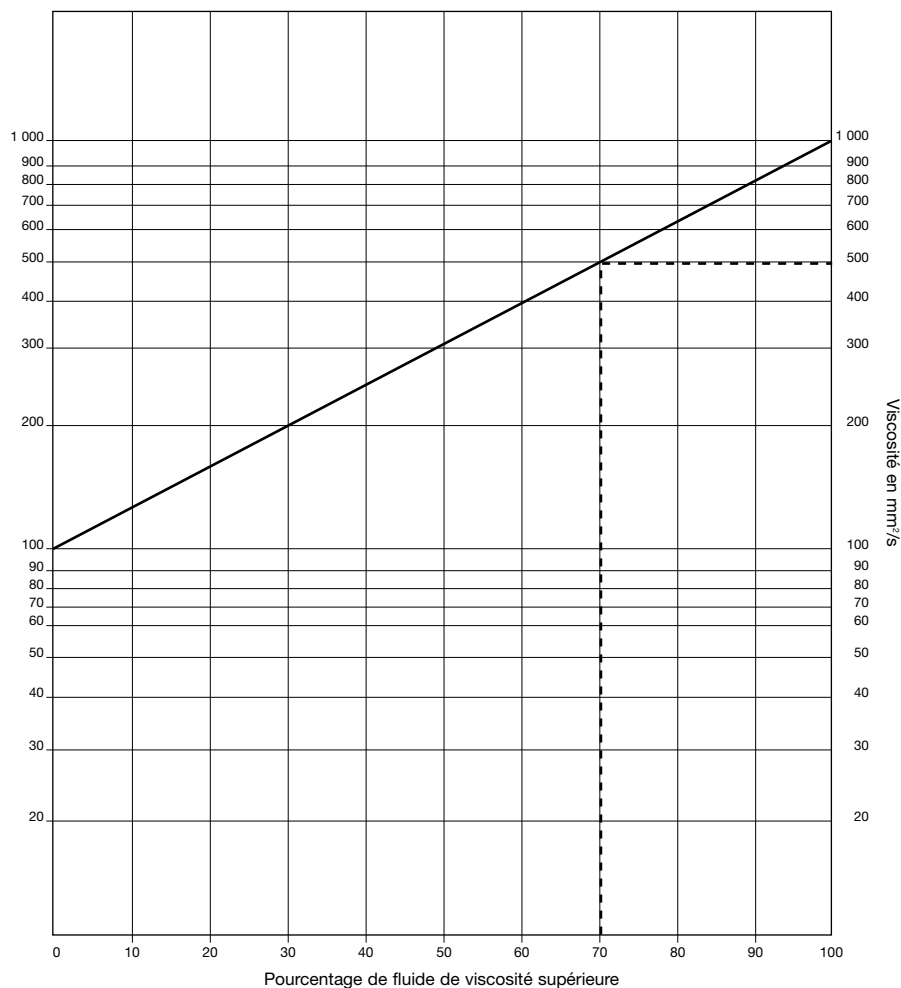
5. Repérer le point d'intersection de cette droite avec la ligne horizontale correspondant à la viscosité souhaitée.

En traçant une verticale passant par ce point, on obtient, à la base du graphique le pourcentage en poids de fluide dont la viscosité est la plus forte. Le complément à 100% se fait avec l'autre fluide de viscosité inférieure.

Dans l'exemple donné sur le graphe N°3, le mélange de 70% d'huile **47 V 1000** et de 30% d'huile 47 V 100 donne un fluide de viscosité 500 mm²/s.

Ce graphique couvre des fluides de viscosités comprises entre 20 et 1000 mm²/s. Si l'on veut l'utiliser pour des **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure, il faut multiplier par 100 les valeurs de viscosité indiquées.

■ Graphique 3 Graphique de calcul de la viscosité des mélanges de Rhodorsil® Huiles 47





Propriétés physiques des Rhodorsil® Huiles 47

1. Volatils

La tension de vapeur et par conséquent la volatilité sont très faibles pour les **Rhodorsil® Huiles 47** dont la viscosité est supérieure à 50 mm²/s.

La détermination des matières volatiles est réalisée dans des conditions bien définies : appareillage, temps, température, poids de l'échantillon...

A titre indicatif, nous donnons ci-dessous des valeurs de volatils mesurés selon la norme ASTM D 2595. Appareil normalisé : 10 g d'huile - 24 heures - 150 °C - circulation d'air : 2 l/mn.

□ **Rhodorsil® Huile 47** de moyenne viscosité (V 50 à 1000) : % volatils < 0,5 %

□ **Rhodorsil® Huile 47** de haute viscosité (> V 1000) : % volatils < 2,0 %

Les volatils des **Rhodorsil® Huiles 47** sont exprimés en pourcentage de perte de poids.

Note : à cette température, on ne mesure que les volatils existants dans l'huile, il ne s'en forme pas par dégradation thermique de la molécule. Les valeurs indiquées ne sont pas des spécifications.

2. Stabilité thermique

Les **Rhodorsil® Huiles 47**, en raison de la valeur élevée de l'énergie de la liaison Si-O et de la configuration de la chaîne siloxanique présentent une excellente stabilité de l'oxydation et à la dégradation par la chaleur.

□ En présence d'air, les phénomènes d'oxydation des **Rhodorsil® Huiles 47** commencent aux environs de 200°C. Ils se traduisent par une coupure des liaisons Silicium – Carbone avec réticulation des chaînes entre elles, une augmentation de viscosité jusqu'à la formation d'un gel. A 150 °C en présence d'air, les **Rhodorsil® Huiles 47** sont très stables.

□ En l'absence d'air ou sous gaz inerte, des phénomènes de coupure de la chaîne siloxanique commencent à se produire autour de 300 °C avec formation de composés volatils et diminution de la viscosité du polymère.

3. Inflammabilité

□ **Point d'éclair** : les **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure ou égale à 100 mm²/s ont des points d'éclair, égaux ou supérieurs à

300 °C en coupe fermée et de 315 à 330 °C en coupe ouverte (mesurés selon des essais normalisés). Pour les viscosités inférieures à 100 mm²/s, les points d'éclair diminuent avec la viscosité.

□ **Point de feu** : les **Rhodorsil® Huiles 47** ont des points de feu nettement plus élevés que leurs points d'éclair : pour des viscosités supérieures ou égales à 50 mm²/s, les points de feu se situent vers 350 °C. Pour les viscosités inférieures à 50 mm²/s, les points de feu diminuent avec la viscosité.

□ **Point d'autoinflammation** : pour les **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure ou égale à 50 mm²/s, le point d'autoinflammation est de l'ordre de 450 °C.

4. Comportement à basse température

Le comportement à basse température des **Rhodorsil® Huiles 47** est donné par le point d'écoulement : température à partir de laquelle le produit atteint une viscosité telle qu'il ne peut plus couler. Ce point ne peut pas être défini avec autant de précision que le point de congélation d'un corps pur.

Le point d'écoulement des **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure ou égale à 300 mm²/s est de l'ordre de -50 °C. Pour les viscosités inférieures, la valeur du point d'écoulement diminue avec la viscosité.

5. Viscosité - Rhéologie

■ Influence de la température

La variation de viscosité des **Rhodorsil® Huiles 47** en fonction de la température est beaucoup moins importante que celles des huiles organiques ou minérales.

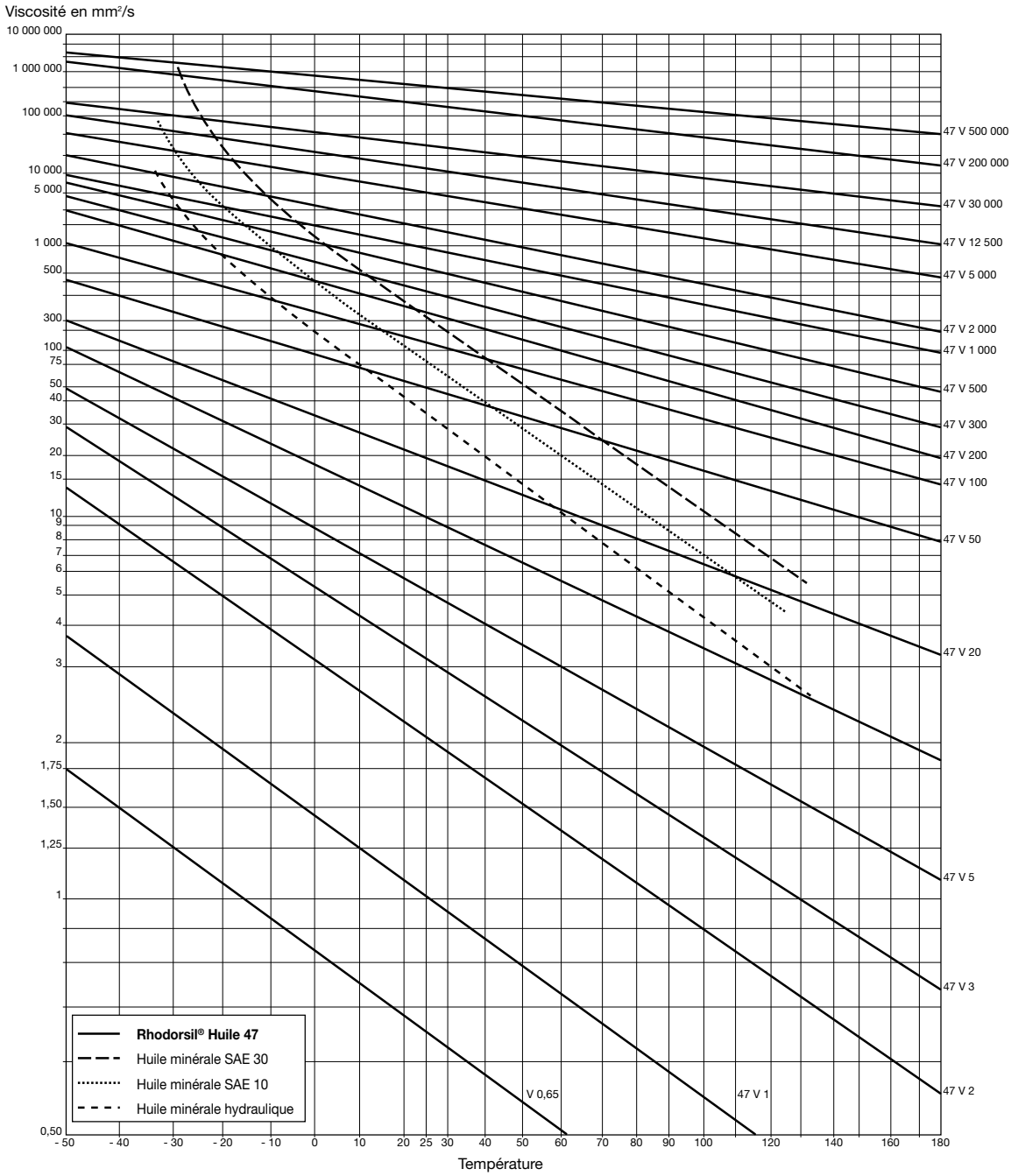
Exemple : viscosité en mm²/s

	-25 °C	+25 °C	+120 °C	Coefficient viscosité/ température
Huile 47 V 100	350	100	22	0.60
Huile minérale	5000	100	5	0.82

Graphique 4

Rhodorsil® Huiles 47

Variation de la viscosité en fonction de la température



Le graphique N°4 représente les variations de viscosité en fonction de la température pour les **Rhodorsil® Huiles 47** de V 0,65 à V 500 000.

La loi de variation de viscosité entre -50 °C et +250 °C pour les huiles 47 V 20 à 47 V 1000 est la suivante :

$$\eta = \eta^{\circ} \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^{\circ}} \right) \right]$$

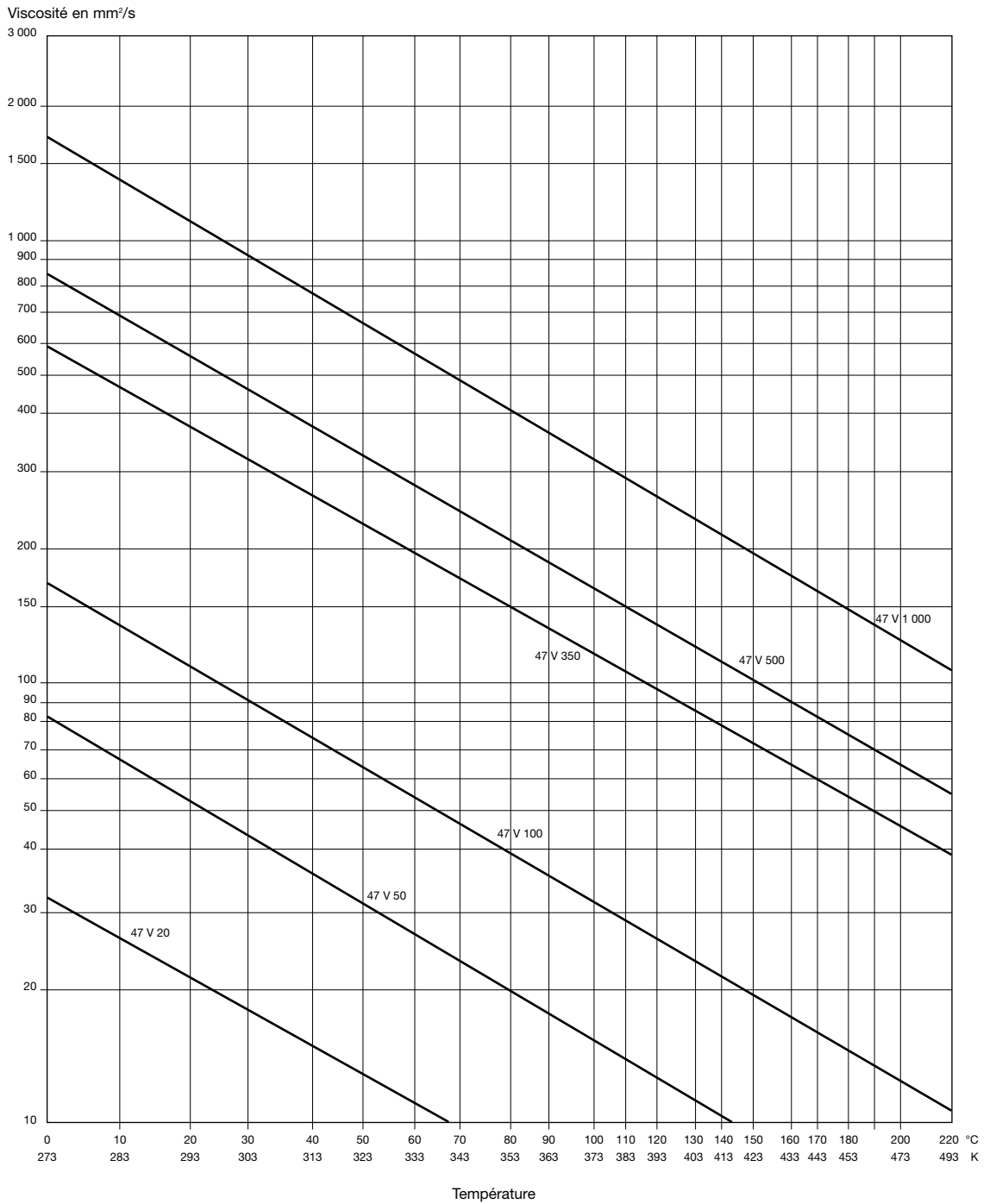
T° = 298K
 T en K
 B = 1683 K
 η° = viscosité à 25 °C
 η : mm²/s

Voir graphique N°4 bis

Graphique 4 bis

Rhodorsil® Huiles 47 V 20 à V 1 000

Variation de la viscosité en fonction de la température



■ Comportement rhéologique au cisaillement

Aux taux de cisaillement couramment rencontrés ($\leq 10^3 \text{ s}^{-1}$) les **Rhodorsil® Huiles 47** se comportent, jusqu'à une viscosité de l'ordre de $1000 \text{ mm}^2/\text{s}$, comme des fluides "newtoniens", c'est-à-dire que la viscosité (ou rapport de la contrainte de cisaillement au gradient de vitesse) est constante et indépendante du gradient de vitesse. Dans ce cas, la viscosité apparente est identique à la viscosité extrapolée à gradient de vitesse nul.

Par contre, pour des huiles de viscosité supérieure à $1000 \text{ mm}^2/\text{s}$, ce rapport n'est constant que pour des gradients de vitesse inférieurs à une certaine valeur. Au-delà de cette valeur – d'autant plus faible que le produit est plus visqueux - ce rapport n'est plus constant : la viscosité apparente devient inférieure à la viscosité réelle (extrapolée pour un gradient de vitesse nul) et le comportement est alors dit "rhéofluidifiant". Ce changement est parfaitement réversible et le comportement redevient "newtonien" lorsque le gradient de vitesse retombe en dessous de la valeur critique. La viscosité revient à son niveau initial, même après un cisaillement intense et de longue durée.

Pour fixer les idées, le tableau ci-dessous indique pour quatre **Rhodorsil® Huiles 47** les taux de cisaillement critiques (où le changement de comportement rhéologique se produit) et la viscosité apparente mesurée à 1 gradient de vitesse égal à $10\,000 \text{ s}^{-1}$.

Huiles	Taux de cisaillement critique (en s^{-1})	Viscosité apparente pour un gradient de vitesse de $10\,000 \text{ s}^{-1}$
Huile 47 V 1 000	2 500	$850 \text{ mm}^2/\text{s}$
Huile 47 V 12 500	200	$4\,700 \text{ mm}^2/\text{s}$
Huile 47 V 30 000	150	$6\,000 \text{ mm}^2/\text{s}$
Huile 47 V 100 000	30	$8\,200 \text{ mm}^2/\text{s}$

La chute de viscosité est d'autant plus importante que le niveau de viscosité initial est plus élevé.

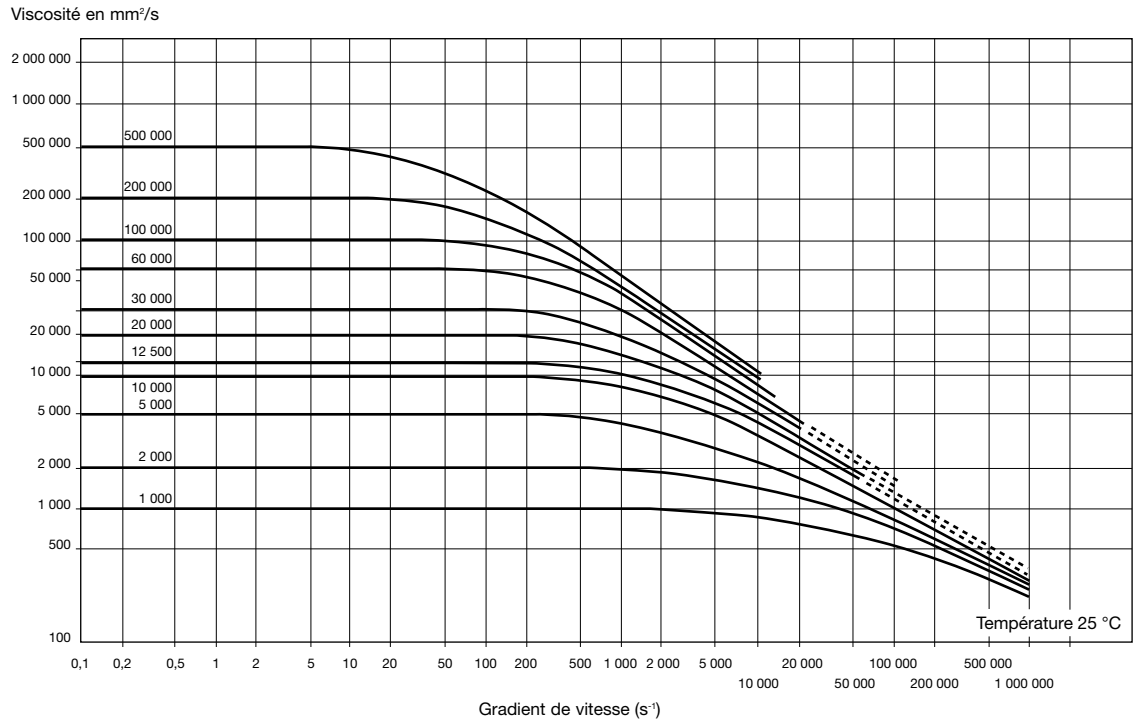
Remarque : La remarquable résistance des **Rhodorsil® Huiles 47** aux efforts de cisaillements intenses et prolongés leur ouvre d'intéressants débouchés comme huiles hydrauliques et fluides d'amortissement.

Le graphique N°5 représente la variation de la viscosité en fonction du gradient de vitesse pour les huiles visqueuses, à température constante.

Graphique 5

Rhodorsil® Huiles 47

Variation de la viscosité en fonction du gradient de vitesse



■ Influence de la pression sur la viscosité

La pression exerce une influence sur la viscosité des **Rhodorsil® Huiles 47** :

- Les huiles de très faibles viscosités sont peu affectées.
- Celles de viscosité supérieure à 10 mm²/s le sont de façon plus marquée.

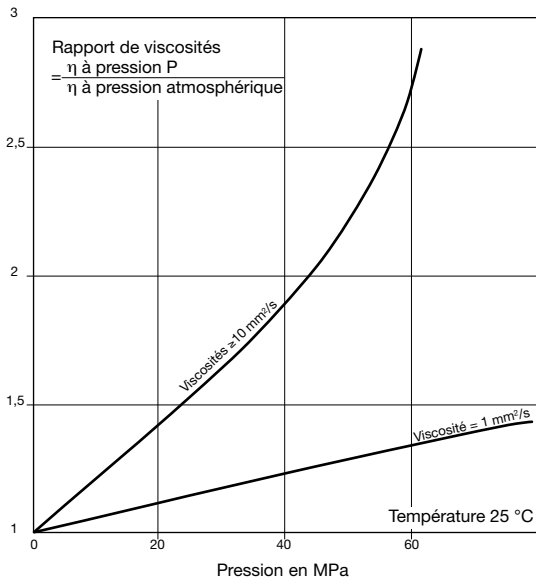
Exemple :

Sous une pression de 200 bars, la viscosité de l'huile 47 V 1 augmente d'environ 10 % et celle des **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité supérieure à 10 mm²/s de 40 % environ. Voir graphique N°6.

Nota : Pour les huiles minérales, l'influence de la pression sur la viscosité est bien plus marquée. Pour des pressions extrêmes, les **Rhodorsil® Huiles 47** restent fluides alors que les huiles minérales figent.

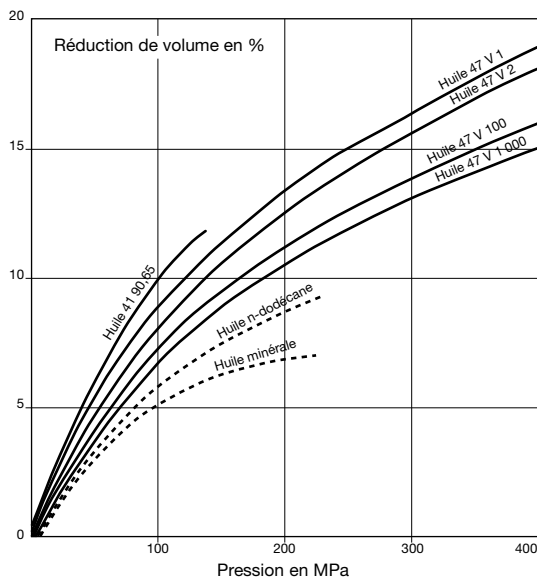
Graphique 6

Rhodorsil® Huiles 47
Variation de la viscosité en fonction de la pression



Graphique 7

Rhodorsil® Huiles 47
Compressibilité



6. Compressibilité

Les Rhodorsil® Huiles 47 sont, d'une façon générale, nettement plus compressibles que les huiles de pétrole. A titre d'exemple, les diminutions de volume en fonction de la pression seront les suivantes pour les Rhodorsil® Huiles 47 V 100 et 47 V 1000, comparées à une huile minérale.

Pression exercée (en MPa)	Réduction de volume observée (en %)		
	Huile 47 V 100	Huile 47 V 1000	Huile minérale
50	4,5	3,8	3,1
100	7,3	6,5	5,2
200	11,2	10,7	-
350	15,1	14,4	-

La compressibilité est d'autant plus élevée que la viscosité du fluide considéré est basse (voir graphique N°7). En outre, la compressibilité augmente lorsque la température s'élève.

Un coefficient moyen de compressibilité adiabatique peut être calculé dans cet intervalle de pression et s'établit à environ :
 $4,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$ pour l'huile 47 V 1000
 $4,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$ pour l'huile 47 V 100

$$\text{Coeff.} = \frac{(V_1 - V_2)}{V_1 (P_2 - P_1)}$$

V_1 et P_1 volume et pression initiale
 V_2 et P_2 volume et pression finale

Cette compressibilité élevée est mise à profit dans les ressorts liquides mais ne gêne nullement l'utilisation normale des systèmes hydrauliques ou amortisseurs.

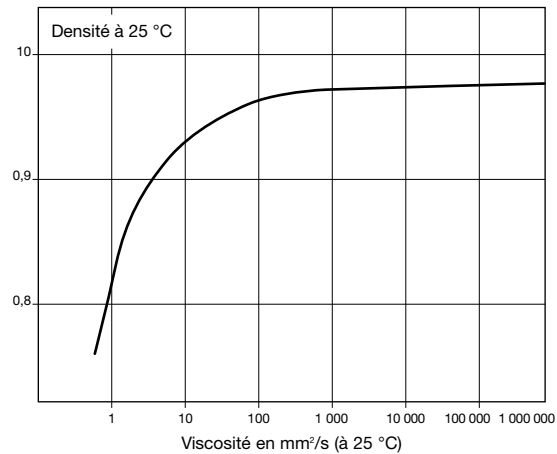
7. Densité

■ Influence de la viscosité

La densité augmente en même temps que le degré de polycondensation jusqu'à une valeur de 0,97 atteinte avec l'huile 47 V 300 (voir graphique N°8).

Graphique 8

Rhodorsil® Huiles 47 Variation de la densité en fonction de la viscosité



■ Influence de la température

La densité des **Rhodorsil® Huiles 47** varie avec la température de l'huile ; la loi générale de variation de la densité en fonction de la température est la suivante :

Loi valable entre 0 et 250°C

$$d = a T^3 + b T^2 + c T + g$$

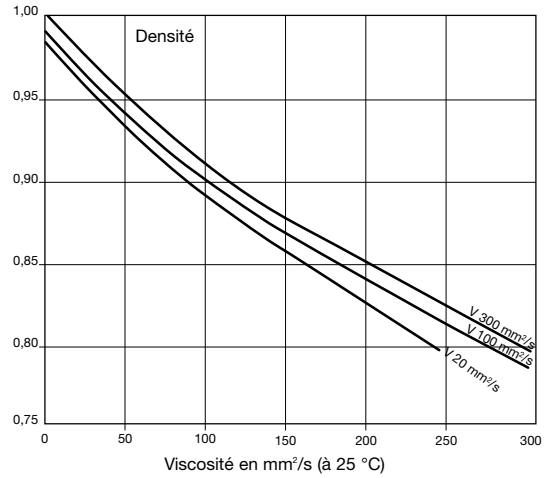
(voir graphique N° 9)

Exemple

	a	b	c	g
47 V 20	- 7,34.10 ⁻⁹	+ 3,76.10 ⁻⁶	- 1,26.10 ⁻³	+ 0,984
47 V 100	- 4,57.10 ⁻⁹	+ 3,00.10 ⁻⁶	- 1,19.10 ⁻³	+ 0,991
47 V 300	- 6,18.10 ⁻⁹	+ 3,57.10 ⁻⁶	- 1,21.10 ⁻³	+ 0,998

Graphique 9

Rhodorsil® Huiles 47 Variation de la densité en fonction de la température



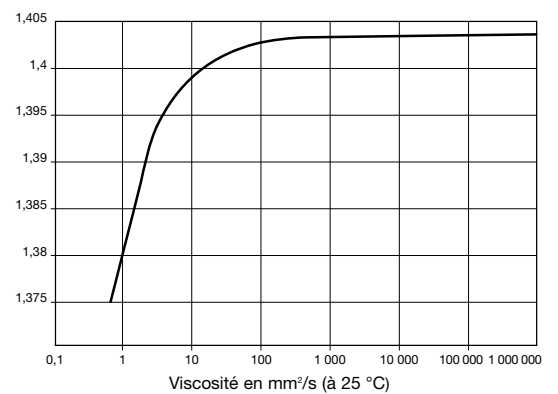
8. Indice de réfraction

L'indice de réfraction augmente avec la viscosité en-dessous de 100 mm²/s, puis se stabilise à partir de la viscosité 100 mm²/s (voir graphique N°10).

Graphique 10

Rhodorsil® Huiles 47 Variation de la densité en fonction de la viscosité

Indice de réfraction n_{25}^D



9. Tension superficielle

La tension superficielle, remarquablement basse, ne varie que très peu avec la viscosité et reste pratiquement constante lorsque la viscosité dépasse 300 mm²/s.

(voir graphique N°11)

Huile 47 V 5 : 19,7 mN/m à 25 °C
 47 V 100 : 20,9 mN/m à 25 °C
 47 V 300 : 21,1 mN/m à 25 °C

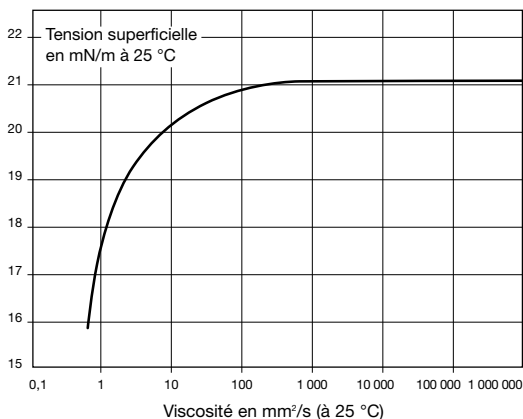
A titre indicatif, l'eau a une tension superficielle de 72 mN/m à 25 °C.

Cette tension superficielle extrêmement basse engendre une activité de surface importante et un grand pouvoir d'étalement.

Note : la tension superficielle diminue lorsque la température s'élève.

Graphique 11

Rhodorsil® Huiles 47 Variation de la tension superficielle en fonction de la viscosité



10. Chaleur spécifique (ou capacité calorifique)

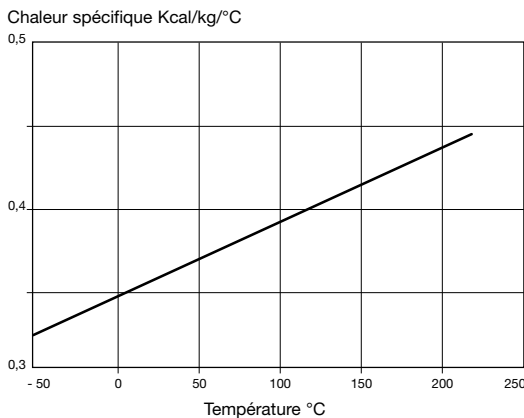
La chaleur spécifique des **Rhodorsil® Huiles 47** de viscosité 50 à 1000 mm²/s est pratiquement indépendante de la viscosité et égale à 0,35 Kcal/kg/ °C (ou 1,46 J/kg/°C) à 25 °C alors que celle des huiles minérales est d'environ 0,51 Kcal/kg/ °C.

Elle augmente avec la température selon la loi générale de variation : $C_p = a + b \cdot 10^{-5} T$ avec $a = 0,34708$ et $b = 43$ T en °C, C_p en Kcal/kg/ °C

Cette loi est valable entre -50 °C et + 220 °C (voir graphique N°12)

Graphique 12

Rhodorsil® Huiles 47 Variation de la chaleur spécifique en fonction de la température



11. Conductibilité thermique

La conductibilité thermique des **Rhodorsil® Huiles 47** varie peu avec la température dans la plage +20 à +250 °C. Elle n'évolue en fonction de la viscosité que pour les huiles très fluides et reste sensiblement constante à partir de la viscosité 50 mm²/s.

(voir tableau des caractéristiques p.8/9).

Remarque : la conductibilité thermique des **Rhodorsil® Huiles 47** est sensiblement identique à celle des huiles minérales.

La loi générale de variation de la conductibilité thermique en fonction de la température est de la forme :

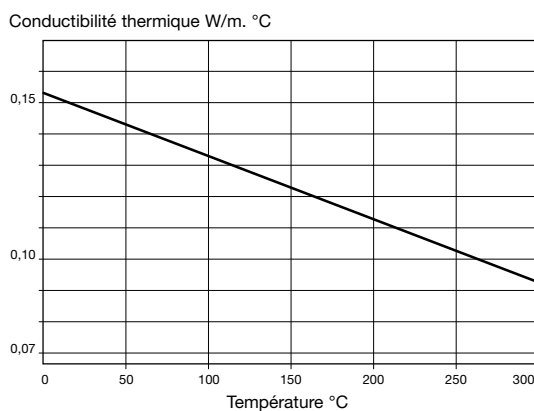
$$\lambda = \lambda_0 [1 + \alpha (T + T_0)] \quad T \text{ en K, } \lambda \text{ en mW/m} \cdot \text{°C} \quad T_0 = 298 \text{ K}$$

Pour les huiles 47 V 50 à V 1000 :

$$\text{en mW/m} \cdot \text{°C} \quad \lambda = 156,82 - 0,233 T \quad (T \text{ en } \text{°C})$$

$$\text{en kcal/h.m} \cdot \text{°C} \quad \lambda = 0,1351 - 2 \cdot 10^{-4} T$$

Graphique 13
Rhodorsil® Huiles 47 V 50 à V 1000
Variation de la conductibilité thermique
en fonction de la température



12. Coefficient de dilatation volumique

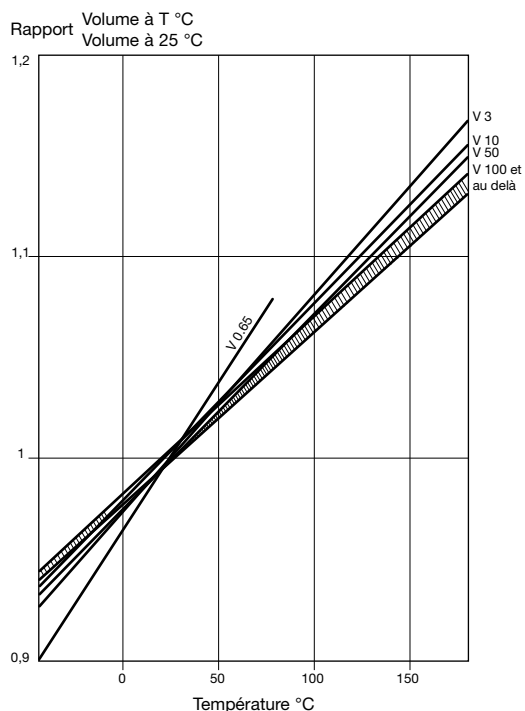
Le coefficient de dilatation volumique exprimé en $\text{cm}^3 / \text{cm}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$ diminue lorsque la viscosité des huiles augmente et reste stable pour les viscosités supérieures à $100 \text{ mm}^2/\text{s}$. Voir graphique N° 14.

Les huiles minérales possèdent en général un coefficient de dilatation plus faible.

Exemple :

	coefficient de dilatation entre 0 et 150 °C
Huile 47 V 20	$10,7 \cdot 10^{-4} \text{ (} ^\circ\text{C)}^{-1}$
Huile 47 V 50	$10,5 \cdot 10^{-4} \text{ (} ^\circ\text{C)}^{-1}$
Huile 47 V 100 et au dessus	$9,45 \cdot 10^{-4} \text{ (} ^\circ\text{C)}^{-1}$

Graphique 14
Rhodorsil® Huiles 47
Dilatation volumique en fonction
de la température



13. Transmission du son

La vitesse de propagation du son dans les **Rhodorsil® Huiles 47** est comparable à celle mesurée pour la plupart des composés organiques.

- Cette vitesse augmente avec la viscosité et atteint environ 1000 m/s à $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ pour une huile de viscosité $100 \text{ mm}^2/\text{s}$.
- La variation de la vitesse du son en fonction de la température est pratiquement linéaire, comme le montrent les chiffres de l'huile 47 V 500 ci-dessous :

Température (°C)	Vitesse du son (m/s)
- 20	1 150
+ 20	1 020
+ 80	870

14. Transmission de la lumière

Les **Rhodorsil® Huiles 47** sont transparentes à la lumière visible. Dans la zone des ultra-violet, le pourcentage de transmission lumineuse commence à décroître à environ 0,33 micron et continue à décroître avec la longueur d'onde. A 0,25 micron, 50 % de la lumière est transmise, et 20 % seulement à 0,13 micron.

L'analyse par spectrographie infra-rouge constitue la méthode d'analyse la plus rapide et la plus nette pour les fluides diméthylpolysiloxanes.

Les spectres sont très caractéristiques et relativement intenses. Graphique n° 15 : spectre IR d'une **Rhodorsil® Huile 47**.

15. Tenue aux radiations

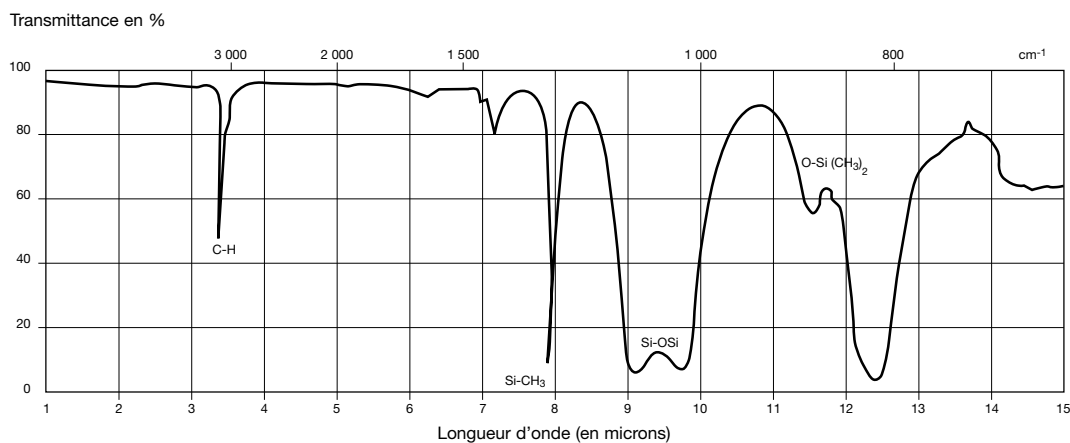
Les **Rhodorsil® Huiles 47** résistent relativement mal au rayonnement γ mais cependant mieux que les huiles minérales. Leur tenue dépend de la viscosité (moins bonne pour les huiles visqueuses) et dépend également de la quantité et de l'intensité de la radiation reçue.

16. Tension de vapeur

La tension de vapeur est très faible pour les **Rhodorsil® Huiles 47** dont la viscosité est supérieure à 50 mm²/s : environ 1,33 Pa à 200 °C (10⁻² mm Hg).

Les huiles de faible viscosité présentent une tension de vapeur sensiblement plus importante : Huile 41 V 0.65 : 5.10³ Pa à 25 °C.

Graphique 15
Rhodorsil Huiles 47
Spectre infrarouge





Propriétés diélectriques des Rhodorsil® Huiles 47

Les **Rhodorsil® Huiles 47** présentent des propriétés diélectriques remarquables qui les font utiliser comme isolant électrique dans différents domaines de l'électrotechnique.

L'une d'elles, l'huile **Rhodorsil® 604 V 50** est spécialement destinée au remplissage des transformateurs de puissance à diélectrique liquide.

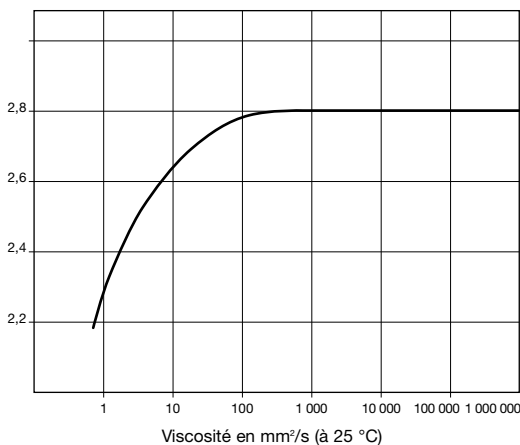
(cf. Fiche technique emploi dans les transformateurs immergés.)

1. Influence de la viscosité de l'huile

Les propriétés diélectriques à température ambiante des **Rhodorsil® Huiles 47** ne sont pratiquement pas affectées par la viscosité, à l'exception de la constante diélectrique.

Graphique 16 Rhodorsil® Huiles 47 Influence de la viscosité sur la constante diélectrique

Constante diélectrique à 1 KHz à 25 °C



2. Influence de la fréquence et de la température (voir graphique n° 17)

■ Sur la constante diélectrique

La constante diélectrique est comprise entre 2,4 et 2,8 pour des fréquences variant de 500 Hz à 1 MHz et des températures variant de 20 à 150 °C.

A température constante, la constante diélectrique est pratiquement indépendante de la fréquence.

A fréquence constante, la constante diélectrique diminue lorsque la température augmente.

■ Sur la tangente de l'angle de perte

Cette caractéristique, particulièrement basse pour les **Rhodorsil® Huiles 47**, varie également avec la fréquence et la température.

A température constante, les pertes diélectriques diminuent légèrement lorsque la fréquence augmente dans la gamme 100 Hz à 1 MHz. Au-delà, elles tendent à augmenter en fonction de la fréquence.

A fréquence constante, les pertes diélectriques augmentent avec la température, et cela d'autant plus nettement que la fréquence est basse.

■ Sur la résistivité transversale

Cette caractéristique décroît assez rapidement quand la température s'élève.

Exemple :

huile 47 V 100

résistivité à 25 °C : $1 \cdot 10^{15}$ ohm.cm
à 175 °C : $1 \cdot 10^{13}$ ohm.cm

■ Sur la rigidité diélectrique

Cette caractéristique diminue avec l'augmentation de la température. Il est à noter que les **Rhodorsil® Huiles 47** résistent mal à de nombreux claquages successifs.

3. Influence de l'humidité

L'humidité sous forme de traces peut affecter les propriétés diélectriques des **Rhodorsil® Huiles 47**. Or les **Rhodorsil® Huiles 47** peuvent absorber 100 à 250 mg d'eau par kilogramme lorsqu'elles sont exposées à l'air, à température ambiante.

Exemple :

170 mg d'eau par kilo de **Rhodorsil® Huiles 47** provoquent une chute de 10 à 20 % de la rigidité diélectrique ; la tangente de l'angle de perte augmente et la résistivité volumique diminue notablement ; la constante diélectrique n'est pas affectée.

Dans certains cas, il sera donc nécessaire de déshydrater les huiles par étuvage de 2 à 3 heures à 150 – 200 °C avec barbotage de gaz sec (air ou mieux azote) ou bien par chauffage sous vide vers 150 °C.

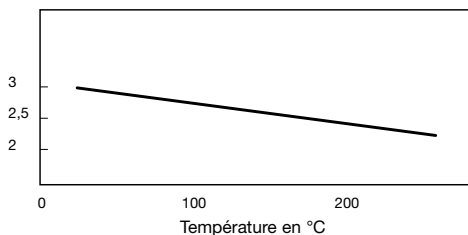
L'addition d'un agent desséchant tel que le sulfate de calcium anhydre ou attapulgite, suivie d'une filtration et cela répété plusieurs fois, peut également convenir.

4. Influence de corps étrangers

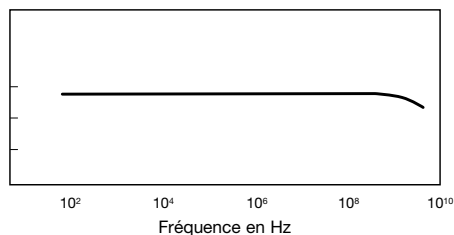
Les propriétés diélectriques des **Rhodorsil® Huiles 47** sont également affectées par la présence de corps étrangers (goudrons, calamine, déchets divers). Il faut donc veiller à la parfaite propreté des huiles et les épurer par filtration si nécessaire.

Graphique 17
Rhodorsil® Huiles 47
Propriétés diélectriques

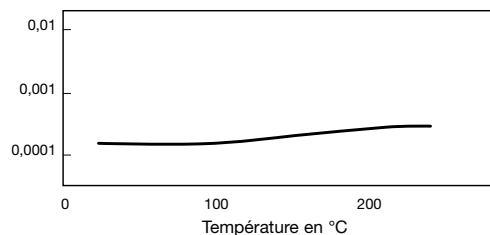
Constante diélectrique



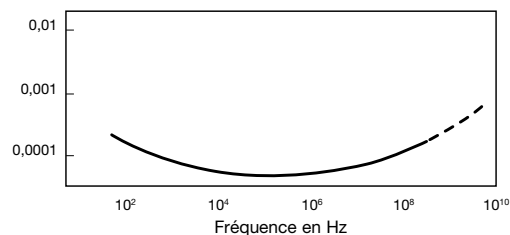
Constante diélectrique



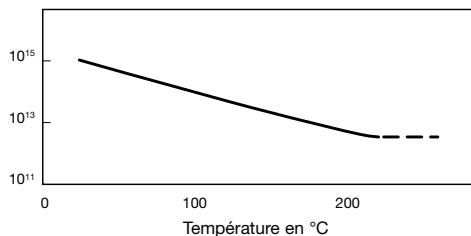
Tangente de l'angle de perte



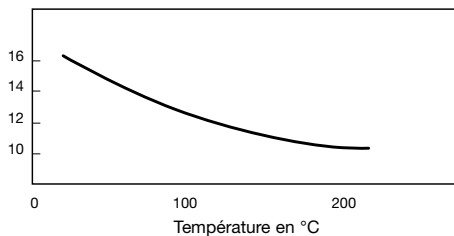
Tangente de l'angle de perte



Résistivité transversale en cm



Rigidité diélectrique en kV/mm





Propriétés chimiques

Effets sur les matériaux

1. Solubilité dans les solvants

Les **Rhodorsil® Huiles 47** présentent une bonne solubilité dans de nombreux solvants :

- Hydrocarbures aliphatiques (Hexane-Heptane...)
- Hydrocarbures aromatiques (Benzène-Toluène-Xylène-Solvant Naphta)
- Hydrocarbures chlorés (trichloréthylène, trichloréthane, chlorure de méthylène)
- Alcools supérieurs (alcool laurylique, éthyl-2 hexanol)
- Cétones autres que l'acétone (méthyléthylcétone méthylisobutycétone)
- Ethers (éthylrique, isopropylique)

Les **Rhodorsil® Huiles 47** sont insolubles dans :

- Eau
- Hydrocarbures supérieurs (pétrole-huiles végétales-acides gras)
- Alcools inférieurs (méthanol-éthanol-isopropanol)
- Glycols (éthylène-glycol, propylène-glycol, glycéline)

La solubilité est fonction de la viscosité des huiles. Les huiles de très basse viscosité peuvent présenter une solubilité limitée dans des solvants (alcool-acétone) dans lesquels les huiles de haute viscosité sont insolubles.

2. Solubilité des gaz dans les Rhodorsil® Huiles 47

D'une façon générale, les huiles silicones sont très perméables aux gaz. La solubilité des gaz dépend de la viscosité, de la température et de la pression. Elle varie également avec la nature du gaz.

Exemple : à température ambiante et pression atmosphérique, on peut dissoudre dans 1 ml d'huile 47 V 50 :

	à température ambiante	à 120 °C
air	0,19 ml/ml	0,16 ml
azote	0,17 ml/ml	0,15 ml
oxygène	0,27 ml/ml	0,21 ml
CO ₂	1,0 ml/ml	

3. Coloration

Les **Rhodorsil® Huiles 47** peuvent être colorées à l'aide des colorants suivants :

- Bleu Oracete 2R
- Rouge Organal B.S.
- Celliton 6B (bleu violet)
- Sudan Violet BRN
- Waxolline bleu 6R FW
- Rouge YP FW
- Jaune 2 GP FW
- Vert 5G FW

(dose usuelle : 0,25 g/kg)

4. Effets sur les matériaux

Malgré leur grande inertie chimique, les **Rhodorsil® Huiles 47** peuvent avoir un effet plus ou moins marqué sur certains matériaux. Quelques exemples en sont donnés ci-dessous.

■ Effets sur les caoutchoucs

□ Les huiles de viscosité inférieure ou égale à 10 mm²/s présentent des effets néfastes sur les caoutchoucs immergés de façon prolongée.

□ Les matériaux contenant peu ou pas de plastifiants compatibles avec les **Rhodorsil® Huiles 47** ne sont pas affectés par l'immersion.

Exemple : néopène, butyle, caoutchouc naturel, caoutchouc fluoré

□ Les matériaux contenant des plastifiants peuvent être affectés par leur immersion dans une huile silicone. L'effet sera variable selon la viscosité de l'huile, la composition du matériau, la température d'immersion...

L'effet principal est une perte de poids et de volume, ainsi qu'une augmentation de la dureté due à l'extraction du plastifiant par l'huile silicone. Ces effets ne se font ressentir que pour des immersions prolongées et à chaud et n'interdisent pas l'utilisation des huiles silicones pour certaines applications telles que le démoulage, l'anti-adhérence...

■ Effets sur les matières plastiques

Echantillons immergés dans l'huile 47 V 100 à température ordinaire.

Matières plastiques	Néant	Durcissement	Durcissement craquellement	Quelques effets de craquellement	Retrait et durcissement
Nylon	•				
Polystyrène	•				
Métacryliques	•				
Polycarbonate	•				
Phénoliques	•				
PTFE (téflon)	•				
Cellulosiques		•			
Polyacétal			•		
Polyéthylène				•	
Polypropylène				•	
PVC					•

■ Effets sur les métaux et alliage

Métaux & alliages	Néant	Inhibiteur de gélification (jusqu'à 200 °C)	Favorise la gélification
Aluminium	•		
Acier inoxydable	•		
Duraluminium	•		
Nickel	•		
Magnésium	•		
Titane	•		
Zinc	•		
Argent	•		
Cuivre		•	
Plomb		•	
Laiton			•

■ Acides et bases

De petites quantités d'acides forts ou de bases fortes peuvent provoquer un réarrangement moléculaire des **Rhodorsil® Huiles 47** et accélérer leur gélification dans des conditions oxydantes. Le chlorure ferrique catalyse la gélification des huiles.

**C.E.E., C.I.S., Moyen-Orient,
Europe de l'Est, Afrique**
Bluestar Silicones France SAS
21, avenue Georges Pompidou
F-69486 Lyon cedex 03
Tél. + 33 (0)4 72 13 19 00
Fax + 33 (0)4 72 13 19 83

France, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas
Bluestar Silicones France SAS
Service commercial
55, rue des Frères Perret - BP 22
F-69191 Saint-Fons cedex
Tél. + 33 (0)4 72 73 71 00
Fax + 33 (0)4 72 73 76 58

Italie
Bluestar Siliconi Italia SpA
Via Archimede, 602
I - 21042 Caronno Pertusella (Va)
Tél. + 39 02 964 14 353
Fax + 39 02 964 50 209

Amérique du Sud
Bluestar Silicones Brasil Ltda
Av. Maria Coelho Aguiar, 215
Bloco G - 1° Andar
CP: 05804-902 Sao Paulo - Brazil
Tél. + 55 11 3741 8860
Fax + 55 11 3741 9539

Allemagne, Suisse, Autriche
Bluestar Silicones Germany GmbH
Quettinger Strasse 289
D -51381 Leverkusen
Tél. + 49 2171 5009 68
Fax + 49 2171 5009 67

Espagne, Portugal
Bluestar Siliconas España SA
Vic 3, Poligono Industrial La Florida
E - 08130 Santa Perpetua de Mogoda (Barcelona)
Tél. + 34 93 504 02 600
Fax + 34 93 560 80 49

USA - Canada
Bluestar Silicones North America
2 Tower Center Blvd,
Suite 1601
E. Brunswick
NJ - 08816 - 1100 - USA
Tél. +1 866 474 6342
Fax +1 732 227 7000

Royaume-Uni, Irlande
Bluestar Silicones UK Ltd
Wolfe Mead, Farnham Road
Bordon, Hampshire GU35 0NH
Tél. + 44 14 20 606 000
Fax + 44 14 20 606 060

Norvège, Suède, Danemark
Bluestar Silicones Scandinavia A/S
Dronningensgate 6
N - 0152 Oslo
Tél. + 47 22 91 07 61
Fax + 47 22 91 07 64

Finlande
Bluestar Silicones Finland OY
Viljatie 4C
FI - 00700 Helsinki
Tél. + 358 9 350 877 30
Fax + 358 9 350 877 17

Asie Pacifique
Regional office
Bluestar Silicones Hong Kong Trading Co., limited
29/F, 88 Hing Fat Street
Causeway Bay, Hong Kong
Tél. + 852 3106 8200
Fax + 852 2979 0241

Pour plus d'informations, consultez notre site internet :
www.bluestarsilicones.com

Ce document contient des informations données de bonne foi et fondées sur l'état actuel de nos connaissances. Elles n'ont qu'une valeur indicative et n'impliquent, par conséquent, aucun engagement de notre part notamment en cas d'atteinte aux droits appartenant à des tiers du fait de l'utilisation de nos produits. Ces informations ne doivent pas se substituer aux essais préliminaires indispensables pour s'assurer de l'adéquation du produit à chaque usage envisagé. Il appartient aux utilisateurs de s'assurer du respect de la Législation locale et d'obtenir les homologations et autorisations éventuellement nécessaires. Les utilisateurs sont invités à vérifier qu'ils sont en possession de la dernière version du présent document, la Société Bluestar Silicones étant à leur disposition pour fournir toute information complémentaire.

Bluestar Silicones France SAS
21, avenue Georges Pompidou
F-69486 Lyon Cedex 03 - France
Tél. +33 (0)4 72 13 19 00 - Fax: +33 (0)4 72 13 19 88

BLUESTAR
SILICONES