

RENOLIT

Graisses et pâtes lubrifiantes



LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE.

Consacrés à 100% dans l'offre de lubrifiants et spécialités chimiques de hautes qualités, nous développons des solutions innovantes et totales pour une large variété d'applications. Nous accordons de l'importance au haut niveau d'engagement de nos employés et au rapport de confiance entre eux.



Information clé / France

Société : FUCHS LUBRIFIANT FRANCE., une société du Groupe FUCHS

Siège : Nanterre

Gamme de produits : Une gamme complète de plus de 2000 produits et 6000 articles.

Certifications : ISO 9001, UNE-EN ISO-14001

Références : OEM, leader des lubrifiants pour l'industrie de l'automobile

FUCHS développe, produit et commercialise des lubrifiants et spécialités depuis plus de 80 ans pour toutes applications et tous secteurs d'activité. Avec plus de 100 000 clients, 50 sociétés et 5000 employés, partout dans le monde, le Groupe FUCHS est le leader des fournisseurs indépendants de lubrifiants.

Nous développons des solutions innovantes et intégrales pour une large variété d'applications. Nous accordons de l'importance au haut niveau de l'engagement de nos employés et au rapport de confiance entre eux.

Quels que soient vos besoins, nous avons le lubrifiant idéal pour vos applications et processus spécifiques. Nous réunissons, dans notre centre technique, les expériences interdisciplinaires, rapides et efficaces, et nous travaillons continuellement sur des solutions de lubrification innovantes dans le but de satisfaire, jour après jour, les besoins présents et futurs de nos clients. Les lubrifiants FUCHS se distinguent par leur performance et conjuguent pérennité, sécurité, fiabilité, efficacité et économies. Ils représentent une promesse : Technology that pays back.



Table des matières

06–07

Graisses et pâtes lubrifiantes
Introduction

08–16

Composition
Huiles de base, épaississants, additifs

17–18

Classification de graisses selon DIN
51 502

19

Graisses-pâtes et pâtes lubrifiantes

20–21

Miscibilité des graisses lubrifiantes

22–23

Compatibilité des graisses avec
élastomères et plastiques

23–24

Critères de sélection de graisses

25–26

Essais de référence

27

Péréemption de lubrifiants

Les informations figurant dans cette brochure sont basées sur l'expérience et le savoir-faire de FUCHS LUBRIFIANT France S.A. dans le développement et la fabrication de lubrifiants et autres produits chimiques en l'état actuel des connaissances. Tout produit chimique doit être utilisé dans l'application prévue et conformément aux recommandations fournies dans la Fiche de Données de Sécurité (FDS) disponible sur simple demande via le site www.fuchs.com/fr. La performance de nos produits peut être influencée par une série de facteurs, notamment les conditions d'utilisation, les méthodes d'application, l'environnement opérationnel, le prétraitement des composants, les possibles contaminations externes, etc. Pour ces raisons, une préconisation universelle de nos produits est impossible. Les informations de la fiche technique représentent les directives générales et non contraignantes et sont données à titre indicatif. Aucune garantie expresse ou implicite n'est donnée concernant les propriétés du produit ou son adéquation à une application donnée.

Dès lors, nous recommandons de consulter un ingénieur d'application afin de débattre des conditions d'application et des critères de performance des produits avant toute utilisation. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de tester l'aptitude fonctionnelle du produit et de l'employer dans les conditions de sécurité adéquates. Nos produits font l'objet d'une amélioration continue dans le but d'optimiser les performances ou de les mettre en conformité avec toutes nouvelles et éventuelles réglementations les concernant. Nous nous réservons le droit de modifier nos gammes produits, nos produits et leurs procédés de fabrication ainsi que toutes les dispositions de nos publications à tout moment et sans préavis. La présente fiche technique annule et remplace toutes éditions antérieures.

Nous attirons expressément l'attention de tout utilisateur sur le fait que nos produits n'ont pas été conçus et testés pour être utilisés dans le domaine du nucléaire et de l'aéronautique (produit « embarqué »). Tout usage qui pourrait être fait du produit dans un des secteurs précités sera sous la responsabilité exclusive de l'utilisateur. Toute reproduction quelle qu'en soit la forme, nécessite l'accord préalable et écrit de FUCHS LUBRIFIANT France S.A.. Tous droits réservés.

01 GRAISSES ET PÂTES LUBRIFIANTES

Les graisses lubrifiantes peuvent être définies comme des produits solides ou semi-fluides qui résultent de la dispersion d'un agent épaississant dans un liquide lubrifiant.

Elles contiennent très fréquemment des composants additionnels qui leur confèrent des propriétés spéciales et, dans la plupart des cas, l'épaississant est un savon métallique organique. Il n'est pas évident de définir les graisses en tant que produits liquides ou solides, c'est pour cela qu'on les décrit très souvent comme des solides plastiques avec des propriétés viscoélastiques. Etant donnée cette difficulté d'interprétation, on fait très souvent une classification selon son degré de fluidité ou consistance.

1.1 Introduction

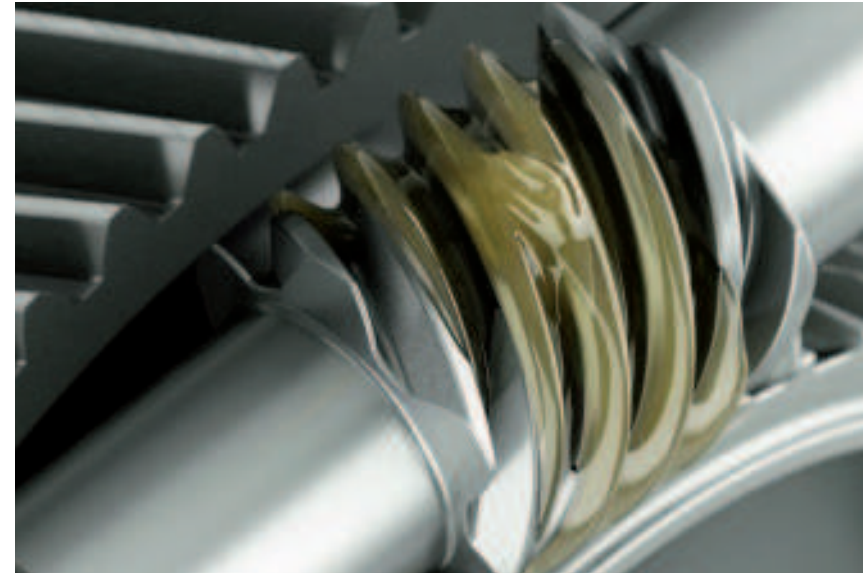
Une graisse incorpore dans sa formulation 65 - 95 % de son poids en huile, 5 - 35 % en épaississant et 0 - 10 % en additifs (liquides et/ou solides). Selon la quantité de solides du mélange, nous obtiendrons un produit qui sera classifié comme graisse (<10 % solides), graisse-pâte (10 - 40 % solides) ou pâte (>40 % solides).

On trouvera donc généralement des graisses classées selon leur degré de consistance ou fluidité, parfois identifiées comme graisses minérales, synthétiques ou totalement synthétiques. Les graisses minérales sont composées, en général, d'une huile de base minérale ; les synthétiques, d'une huile de base synthétique et les totalement synthétiques, d'une huile de base synthétique et d'un épaississant lui aussi synthétique, tel que la graisse polyurée.

1.2 Avantages et inconvénients de l'emploi de graisses lubrifiantes par rapport aux huiles lubrifiantes

Les nombreux avantages de l'emploi d'une graisse lubrifiante en comparaison avec une huile sont, selon leur importance dans la lubrification, les suivantes :

- Plus d'adhérence aux surfaces.
- Meilleure capacité d'étanchéité et d'isolation du milieu.
- Excellente protection contre l'usure.
- Lubrification supérieure face aux charges élevées et aux faibles vitesses.
- Protection supérieure contre la corrosion.
- Plage de températures de fonctionnement plus ample.
- Migration moins importante du point de lubrification.



Cependant, il existe de nombreux cas pour lesquels la graisse lubrifiante sera choisie avec plus de limitations techniques qu'une huile lubrifiante : quand on nécessite une évacuation effective de la chaleur à travers le lubrifiant, quand on nécessite l'élimination effective des particules physiques polluantes et un lubrifiant pour des régimes de vitesse très hauts, où il est nécessaire d'utiliser un lubrifiant très léger du point de vue dynamique.



02 COMPOSITION

95 % des graisses du marché sont formulées à partir d'huiles minérales et d'épaississants sur base de savons organiques métalliques.

Toutes les autres graisses sont à base d'huiles synthétiques telles que les polyalphaoléfines, esters naturels et synthétiques, glycols, polyéthers, huiles de silicone et autres produits, combinés avec des épaississants savonneux ou autre. Selon le type d'épaississant que l'on utilise et la consistance souhaitée pour la graisse finale, entre 65 % et 95 % de la graisse est de l'huile de base, le reste est composé d'additifs et d'un épaississant.

Le type d'huile de base et sa viscosité sont d'une importance capitale pour les propriétés de base des graisses. La température de travail, la pompabilité, la performance face à des pressions extrêmes, la stabilité et résistance au vieillissement, la compatibilité avec les élastomères, l'adhésivité, la séparation de l'huile et l'élimination du bruit sont une partie des caractéristiques d'une graisse, qui sont déterminées ou influencées de façon directe par l'huile de base.

2.1 Huiles de base

2.1.1 Types d'huiles de base

Huiles de base minérale (Min)

Les huiles minérales sont extraites du pétrole brut et, selon leur structure, elles peuvent être des huiles de base paraffiniques, naphténiques ou mixtes. Grâce à la distillation sous vide, ces huiles sont libres de composants indésirables qui pourraient avoir un impact négatif sur, par exemple, leur stabilité au vieillissement ou leur résistance à la corrosion.

Le comportement viscosité-température est moyen, pouvant varier entre 70 et 100, cependant il peut être augmenté avec des additifs améliorant l'indice de viscosité (VI).

Il s'agit d'huiles utilisées pour formuler la plupart des graisses multi-usage à des fins industrielles, mais aussi pour l'exploitation minière, le génie civil et la construction. Leur emploi est très répandu grâce à leur bas coût et leur compatibilité avec une large variété de matériaux et de peintures qui peuvent être présents dans les composants à lubrifier.

Huiles de base polyalphaoléphine (PAO)

Les hydrocarbures synthétiques (HC) comme les polyalphaoléphines, sont des huiles dont la fluidité à basse température et la résistance à l'oxydation sont très supérieures à celles des huiles minérales.

Leur comportement viscosité-température est très bon, entre 130 et 140, et il peut même atteindre des valeurs de 180 pour les polyalphaoléphines de dernière génération.

Grâce à sa compatibilité avec une large variété de composants métalliques, plastiques et élastomères, il s'agit de l'huile de base synthétique la plus utilisée dans l'industrie automobile. De par ses multiples applications, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'habitacle, où, en plus du respect des matériels qui l'entourent, une excellente performance à basse température est requise. Grâce à l'existence d'huile PAO à haute viscosité, elle est également adaptée pour la formulation de graisses pour applications à hautes températures. Elles sont parfaitement miscibles avec les huiles minérales. Il est donc courant de trouver des graisses avec un mélange des deux huiles de base.

Huiles de base polyglycol (PAG)

En termes de résistance à l'oxydation, de point de congélation et de polarité, les polyglycols ou polyalkylene glycols dépassent les huiles minérales et les polyalphaoléfines.

L'indice de viscosité naturel peut varier de 160 à 200. A cause de leur faible coefficient de friction, on les emploie aussi sur les engrenages hélicoïdaux, car ils améliorent le glissement sous forte charge.

En fonction du type d'huile polyglycol employée dans la base et de la température, il faudra s'assurer de la miscibilité des graisses.

En général, les huiles polyglycol ne doivent pas se mélanger avec les huiles minérales ou PAO. Elles présentent une excellente compatibilité avec les plastiques et les élastomères, notamment avec ceux utilisés pour supporter les températures extrêmes ou exposés à des milieux agressifs (ex : EPDM).

Huiles de base ester (E)

Son comportement naturel viscosité-température est excellent et les pertes par évaporation sont inférieures à celles des huiles minérales et polyglycols. Elles peuvent présenter des valeurs d'indice de viscosité naturel jusqu'à 170, quand il s'agit d'esters synthétiques de haute qualité.

Sa fluidité à basse température et son comportement anti-usure sont meilleurs que ceux des huiles minérales.

La plupart des huiles ester sont parfaitement miscibles avec les huiles minérales. L'un des principaux avantages des huiles de base ester est la biodégradabilité rapide : elles deviennent indispensables dans la formulation de lubrifiants respectueux de l'environnement.

Huiles base silicone (Si)

Les huiles base silicone ont un comportement viscosité-température très supérieur à celui des huiles précitées, de par leur indice de viscosité pouvant aller jusqu'à 300. Elles sont stables au niveau thermique jusqu'à 300 °C, et présentent une faible volatilité. Ces huiles de base ont une faible capacité de charge et une protection contre la corrosion et l'usure très faible.

2.1.1 Types d'huiles de base



Etant chimiquement inertes, elles sont la base idéale pour la formulation de graisses respectueuses des plastiques et des élastomères, ainsi que pour celles destinées à la lubrification ou le soudage des éléments exposés à des ambiances agressives. Elles peuvent être utilisées dans l'industrie alimentaire, car elles sont physiologiquement sûres. Elles ne sont pas miscibles ni avec les huiles minérales, ni avec les huiles synthétiques.

Huiles de polyéther (PPE/PFPE)

Les huiles de polyéther phénolique (PPE) et perfluoré (PFPE) possèdent une haute stabilité thermique, une bonne capacité de charge et une volatilité extrêmement basse. C'est pour cette raison qu'elles sont la base de la formulation des graisses à haute température. Elles sont inertes aux réactions chimiques et présentent une excellente résistance face aux agents agressifs, tels que les acides, les produits alcalins, les combustibles, les gaz et les dissolvants. Les huiles de polyéther perfluoré ne sont pas inflammables et présentent une très haute compatibilité avec les plastiques et les élastomères. Comme les huiles de silicone, elles sont inertes et inoffensives, au point de ne pas présenter de risque pour la santé ou pour d'autres matériaux organiques.

C'est pour cette raison que les PFPE sont utilisées dans la formulation de graisses lubrifiantes de qualité alimentaire, ainsi que pour les graisses non inflammables ou soumises à des ambiances explosives ou très oxydantes. Elles ne sont pas miscibles avec les huiles minérales ni avec d'autres huiles synthétiques.

Le comportement des huiles synthétiques et minérales, en contact avec les métaux, plastiques, peintures et élastomères, doit être contrôlé systématiquement dans ses conditions réelles d'utilisation, notamment quand il s'agit de lubrifiants appliqués dans la production de composants en série, dont la mise en fonctionnement peut se faire quelque temps après l'application du lubrifiant.

2.1.2 Choix de l'huile de base

Le choix de l'huile de base destinée à la formulation d'une graisse lubrifiante dépend de plusieurs facteurs.

De façon générale, on utilise les huiles minérales pour la lubrification de roulements et d'autres éléments mécaniques qui travaillent dans des conditions standard. Cependant, il est nécessaire de choisir des huiles synthétiques quand on rencontre des conditions plus sévères : résistance à des températures extrêmes, charges élevées, vibrations, milieux chimiques agressifs ou d'autres phénomènes physico-chimiques.

Le tableau suivant présente un résumé des propriétés les plus importantes de chaque huile lubrifiante, qui détermineront leur emploi comme base dans la formulation des graisses lubrifiantes.

	Huile minérale (Min)	PolyalphaOléfine (PAO)	Polyglycol (PaG)	Ester (E)	Huile Silicone (Si)	Huile Polyether (PPE/PFPE/PFAE)
Viscosité à 40°C (mm ² /s)	2-4500	15-2000	15-2000	7-4000	4-100 000	10-650
Température maximum pour une lubrification sous carter	100	150	100-150	150	150-200	150-220
Température maximum pour une lubrification en circulation	150	180	150	180	250	250
Point de fusion (°C)	-20 ²⁾	-40 ²⁾	-40	-60 ²⁾	-60 ²⁾	-60 ²⁾
Point d'inflammation	220	230	200	220	300 ²⁾	Non inflammable
Pertes par évaporation	Modérée	Basse	Basse	Basse	Basse ²⁾	Très basse ²⁾
Résistance à l'eau	Bonne	Bonne	Bonne ²⁾	De modérée à bonne ²⁾	Bonne	Bonne
Comportement viscosité/ température – VI	Acceptable	Acceptable	Bonne	Bonne	Très bonne	Acceptable à bonne
Résistance aux hautes températures	Modérée	Bonne	Bonne	Bonne ²⁾	Très bonne	Très bonne
Résistance aux fortes charges	Très bonne ¹⁾	Très bonne ¹⁾	Très bonne ¹⁾	Bonne	Peu ²⁾	Bonne
Compatibilité avec les élastomères	Bonne ²⁾	Bonne	Modérée, compatible avec les peintures	De modérée à peu	Très bonne	Très bonne
Relation de prix ⁴⁾	1	6	4-10	4-10	40-100	200

1) Avec additifs EP.

2) Dépendant du type d'huile

3) Mesuré jusqu'à 200 bars, en fonction du type d'huile et de la viscosité.

4) Comparaison du prix des différentes huiles de base avec les huiles minérales

2.1.3 Choix de la viscosité de l'huile de base

Le film lubrifiant, en rapport direct avec la viscosité de l'huile de base choisie, permet de séparer deux surfaces en contact et de prolonger la vie des composants mécaniques, grâce à une réduction de la friction, de l'usure et de la fatigue.

Les machines sont soumises à une combinaison d'exigences qui requièrent des compromis au niveau du choix de la viscosité de l'huile de base.

Le schéma suivant montre une classification des plages de viscosités utilisées en général pour des applications et des exigences spécifiques :

Charge lourde, basse vitesse ou température élevée	Applications industrielles générales (charge et vitesse modérées)	Vitesse moyenne/élevée Roulements de charge légère. Moteurs et autres machines	Vitesse haute ou très haute (machine-outil) Températures basses
2000-320 mm ² /s	320-150 mm ² /s	150-46 mm ² /s	46-10 mm ² /s

Dans certains cas très particuliers, la viscosité opérative ne peut pas être atteinte, car :

- Le choix de l'huile est limité par l'exigence d'un élément de la machine qui requiert un grade de viscosité inférieur.
- L'application requiert l'emploi d'une graisse avec une huile de base plus fluide, qui permet de dissiper la chaleur et d'enlever les polluants du roulement.
- Le travail est effectué à haute température ou à très basse vitesse, qui exige une viscosité opérative théorique qu'il est impossible à obtenir.

Dans ce cas, il est habituel de renforcer la formulation de la graisse en ajoutant des additifs extrême pression (EP) ou des additifs solides, selon le cas d'application, qui minimisent les effets d'usure, de fatigue, d'abrasion, etc.



2.2 Épaississants

2.2.1 Fonction de l'épaississant

L'agent épaississant est un composant primordial qui permet au lubrifiant de passer d'un aspect fluide à un aspect plus ou moins consistant.

Sa fonction est de retenir l'huile de base à l'intérieur de sa structure et de la dispenser quand la graisse est soumise à une pression, afin de lubrifier les éléments en contact. De la même façon, l'épaississant doit agir en tant qu'élément de récupération de l'huile après l'effort et conserver sa consistance avec de faibles variations pendant une durée acceptable.

2.2.2 Types d'épaississants

Une graisse peut être formulée avec un épaississant métallique, organique ou inorganique.

Les épaississants à base de savons métalliques sont obtenus à partir de la réaction de saponification d'acides gras ou d'esters d'origine végétale ou animale.

Selon la nature et le nombre d'acides gras utilisés, on obtient des savons métalliques simples ou complexes, ces derniers ayant des propriétés générales accrues par rapport celles des savons simples. Les épaississants organiques, tels que les polyurés et les composants polytétrafluoroéthylène (PTFE), sont la solution idéale dans des conditions de température extrême. On les applique de plus en plus dans l'industrie et en première monte automobile grâce à d'excellentes propriétés comme la résistance aux charges et milieux environnants. Les épaississants inorganiques permettent d'obtenir une graisse à travers un processus de fabrication assez simple.

2.2.3 Choix de l'épaississant

Comme pour l'huile, le choix de l'épaississant pour une graisse dépend de plusieurs facteurs. Le tableau des pages 14 et 15 présente un résumé des propriétés les plus importantes de chaque type d'épaississant et huile de base.

La nature de l'épaississant a une influence importante, avec le choix adéquat de l'huile de base, sur les propriétés fondamentales de la graisse, telles que la résistance à l'eau, la protection anti corrosion, la capacité de soudage et la résistance face aux charges et températures extrêmes.

Le gel de silice et la bentonite ou argile modifiée sont des solutions qui sont limitées au niveau de sa résistance face à de hautes charges. Elles peuvent être utilisées dans des conditions très spécifiques lorsqu'on ne peut pas utiliser d'autres épaississants : rayonnement ionisant, milieux acides et alcalins extrêmes, applications alimentaires).



Principales caractéristiques des épaisissants en combinaison avec les huiles de base

Type de savon	Huile de base	Plage de température (°C)	Point de Goutte (°C)	Résistance à l'eau	Protection corrosion	Capacité de charge	Graisse pour roulement	Commentaires		
Savon simple	Aluminium	Minérale	-20 / +70	>120	••	•	•	•	Convient pour les engrenages fermés.	
	Calcium		-30 / +50	>80	•••	••	•	•	Basses et hautes températures. Hautes vitesses.	
	Lithium		-35 / +130	>180	••	••	•	•••	Basses températures. Hautes vitesses.	
	Sodium		-30 / +100	>150	┘	•••	•	••	Basses et hautes températures. Lubrification des appariements métal / plastique.	
	Lithium		PolyalphaOléfine	-60 / +150	>180	••	••	••	•••	Multiusage. Hautes températures. Engrenages et paliers soumis à des charges élevées.
			Ester	-60 / +140	>180	••	•	•	•••	Une large gamme de températures et de charges.
Silicone		-70 / +160	>180	••	┘	┘	•	Multiusage. Hautes températures.		
Savon complexe	Aluminium	Minérale	-30 / +160	>260	•••	•••	••	•••	Basses et hautes températures. Hautes vitesses.	
		PolyalphaOléfine	-50 / +160	>260	•••	••	••	•	Haute biodégradabilité. Application en travaux publics, agriculture et environnement.	
	Calcium	Minérale	-30 / +140	>240	••	•••	••	•••	Graisse universelle. Applications multiples. Moyennes à hautes températures.	
		PolyalphaOléfine	-60 / +160	>240	•••	••	•••	•••	Haut rendement. Universelle. Large plage de température.	
		Ester	-40 / +130	>220	••	••	••	••	Compatibilité avec les élastomères (EPDM). Utilisable en températures extrêmes.	
	Lithium	Minérale	-30 / +150	>240	••	••	••	••	Larges plages de température.	
		PolyalphaOléfine	-40 / +180	>240	••	••	•••	•••	Plages de températures. Faibles charges.	
		Poliglycol	-40 / + 160	>240	•	••	••	••	Paliers lisses et roulements lors de températures élevées.	
Ester		-40 / +180	>240	••	••	••	•••	Hautes températures. Basses vitesses. Faible charge.		
Sodium	PolyalphaOléfine	Silicone	-70 / +180	>240	••	••	┘	••	Large gamme de température.	
		-40 / +180	>250	••	•••	••	•••	Hautes températures. Basses vitesses.		
Inorganique	Bentone	Minérale	-20 / +150	n.a.	••	┘	┘	••	Hautes températures. Pouvoir d'étanchéité. Absorption du bruit. Convient pour les plastiques.	
		PolyalphaOléfine	-50 / +180	n.a.	••	•	•	••	Moyennes et hautes températures.	
	Gel de silice	Minérale	-50 / +150	n.a.	•	┘	┘	┘	Hautes températures. Longues périodes de relubrification.	
		PolyalphaOléfine	-50 / +180	n.a.	••	••	•	•	Hautes températures. Lubrification à vie.	
Organique	Polyurée	Minérale	-25 / +160	>250	•••	•	••	•••	Moyennes et hautes températures.	
		PolyalphaOléfine	-40 / +180	>250	•••	••	••	••	Hautes températures. Longues périodes de relubrification.	
		Ester	-40 / +200	>240	••	••	••	•••	Hautes températures. Lubrification à vie.	
	Polymère fluoré (PTFE et autres)	Silicone	-50 / +220	>250	•••	•	┘	••	Basses et hautes températures. Faible charge.	
		Polyoxyphénylène	-40 / +240	>250	•••	•	•	••	Basses et hautes températures. Charges modérées.	
		perfluoropolyéther	-50 / +250	>300	•••	•	••	••	Températures extrêmes. Agents chimiques et des environnements oxydants	

n.a.: non applicable; •••: très haute ••: haute; •: modérée ┘: basse.

2.3 Additifs

Les additifs sont ajoutés aux graisses pour améliorer ou apporter certaines caractéristiques qui ne peuvent pas être obtenues avec l'huile et l'épaississant seulement. Une graisse peut contenir jusqu'à 10 % d'additifs, selon plusieurs types, qui peuvent être combinés entre eux :

Type d'additifs	Composés caractéristiques	Fonction
Les additifs extrême pression (EP)	Des composés organiques du soufre, du phosphore et l'azote.	Amélioration de la capacité de charge.
Anti-usure (AW)	Des composés organiques du soufre, du phosphore et l'azote. Les dithiophosphates de zinc de dialkyl.	La réduction des surfaces d'usure dans les zones de frottement mixte.
Modificateurs de frottement	Les acides gras, des composés du phosphore, du PTFE.	Réduction des pertes par frottement.- minimisation de l'effet stick-slip (glissement agitation) et de l'élimination du bruit.
Protection contre la corrosion	Du sulfonate de métal, oléates amine, acides carboxyliques, des dialkyldithiophosphates de zinc.	Protection des métaux contre la corrosion causée par l'humidité, l'eau et d'autres composés acidifiants.
Antioxydants composés et / ou amine (AO)	Phénoliques. dialkyldithiophosphates de zinc.	Retarder la décomposition et la formation de déchets par oxydation et le vieillissement.
Améliorant d'adhérence	Polyisobutylène et d'autres polymères.	Une meilleure adhérence et une meilleure capacité isolante de la graisse.
Lubrifiants solides	Du graphite, du bisulfure de molybdène (MoS ₂), polytétrafluoroéthylène (PTFE), des pigments métalliques, les oxydes, les hydroxydes, les phosphates et les carbonates métalliques.	Capacité de charge améliorée et élimination du phénomène de corrosion de contact (fretting corrosion). Minimisation de l'effet stick-slip et de l'élimination du bruit.





03 CLASIFICACION DES GRAISSES SELON DIN 51 502

Classification et distribution des graisses type K

Dû au grand nombre d'applications possibles et à la grande variété de compositions, les graisses peuvent être classées et regroupées selon des paramètres divers. La norme DIN 51 502 décrit une classification très répandue, qui doit être interprétée par l'utilisateur comme une méthode descriptive et pas comme un critère absolu pour la comparaison et la sélection de celle-ci.

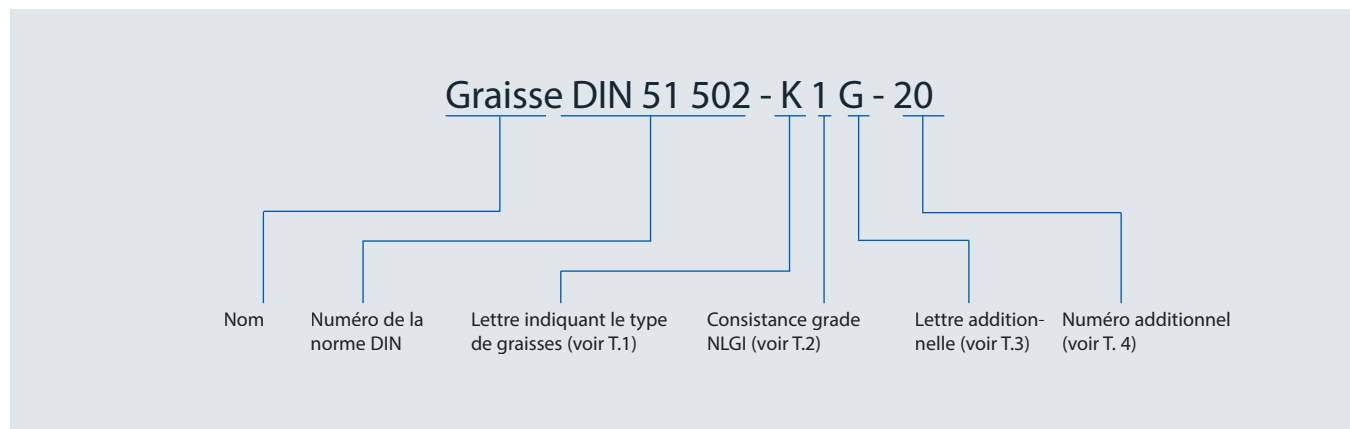


Tableau 1. Préfixes des lettres et symboles pour les graisses



Type de graisse	Lettre préfixe	Symbole
Graisse pour roulement, palier et surface de glissement tel que défini dans le DIN 51 825	K ₁₎	Graisses minérales 
Graisse pour réducteur fermé DIN 51 826	G	
Graisse pour engrenage ouvert	OG	
Graisse pour paliers lisses et joints	M ₂₎	Graisses synthétiques 
Pour détailler le type d'huile de base pour les graisses synthétiques	Lettre additionnelle selon le tableau 3	

Tableau 2. Grades NLGI de consistance

Grade NLGI	Pénétration travaillée (0,1 mm) DIN ISO 2137	Description
000	445/475	Très fluide
00	400/430	Fluide
0	355/385	Peu fluide
1	310/340	Très molle
2	265/295	Molle - crémeuse
3	220/250	Peu molle
4	175/205	Modérément dure
5	130/160	Dure
6	85/115	Très dure

Tableau 3. Lettres additionnelles pour les graisses

Lettre	Températures maximales d'utilisation	Resistance à l'eau (DIN 51 807-1)
C	+60 °C	0-40 o 1-40
D		2-40 o 3-40
E	+80 °C	0-40 o 1-40
F		2-40 o 3-40
G	+100 °C	0-90 o 3-90
H		2-90 o 3-90
K	+120 °C	0-90 o 3-90
M		2-90 o 3-90
N	+140 °C	En fonction de l'application
P	+160 °C	
R	+180 °C	
S	+200 °C	
T	+220 °C	
U	>240 °C	

Tableau 4. Chiffres additionnels pour les graisses

Nombres	Températures minimales d'utilisation
-10	-10 °C
-20	-20 °C
-30	-30 °C
-40	-40 °C
-50	-50 °C
-60	-60 °C

1) ISO/TR 3498: 1986 utilise les lettres MX
2) Moins exigeant que les graisses de type K

04. Graisses-pâtes et pâtes lubrifiantes

Dans le cas d'applications extrêmes où l'on retrouve des pressions superficielles très élevées, des vitesses de glissement réduites, des mouvements oscillatoires ou des températures extrêmement élevées, les pâtes et les graisses sont une solution privilégiée de par leurs caractéristiques particulières.

La différence principale par rapport aux graisses vient de la proportion plus élevée en lubrifiants solides présents dans sa composition, qui peut également jouer le rôle d'épaississant pour conférer au produit des propriétés renforcées.

La classification des pâtes, ainsi que ses possibles applications, est très complexe. Jusqu'à maintenant aucun standard unique n'a été créé par rapport à ces lubrifiants. Quelques critères de différenciation possibles sont, par exemple, sa couleur : pâtes noires ou pâtes blanches ; sa composition ou constituant principal : pâtes au cuivre, pâtes au MOS₂ ; son application : pour raccords filetés à haute température, pâtes de montage.

05. Miscibilité des graisses lubrifiantes

5.1 Concepts basiques sur la miscibilité des graisses

Le mélange de lubrifiants, quelles que soient leur consistance et composition, est déconseillé du point de vue des bonnes pratiques de lubrification. En effet, les propriétés du mélange de plusieurs lubrifiants peuvent se voir altérées et, le comportement réel de ce mélange peut être différent du comportement théorique.

Cependant, dans de nombreux cas, il est très difficile d'éviter le mélange de lubrifiants et notamment le mélange de graisses pour des raisons techniques ou économiques. Il est donc nécessaire de se référer à un tableau de miscibilité théorique.

Pour ce faire, on tient compte de la miscibilité de ses composants majoritaires, c'est-à-dire, huiles de base et épaississants, résumée dans les tableaux suivants :

Miscibilité des huiles de base

	Minérale	PAO	PG	Éster	Silicone (methyyle)	Silicone (phenyle)	PPE	PFPE
Minérale	+	+	-	+	-	+/-	-	-
PAO	+	+	-	+	-	-	-	-
PG	-	-	+	-	-	-	-	-
Éster	+	+	-	+	-	+	+	-
Silicone (methyyle)	-	-	-	-	+	+/-	-	-
Silicone (phenyle)	+/-	-	-	+	+/-	+	+	-
PPE	-	-	-	+	-	+	+	-
PFPE	-	-	-	-	-	-	-	+

+: miscible; -: non miscible; +/-: dépend du type d'huile de base

Miscibilité des épaississants

	Ca	Ca X	Li	Li X	Li/Ca	Na	Bentonite	Ba X	Al X	Polyurée	PTFE
Ca	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Ca X	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Li	+	+	+	+	+	-	□	+	-	+	+
Li X	+	+	+	+	+	-	□	+	+	+	+
Li/Ca	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Na	-	-	-	-	-	+	-	+	□	+	+
Bentonite	+	+	□	□	+	-	+	+	-	+	+
Ba X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Al X	-	-	-	+	-	□	-	+	+	+	+
Polyurée	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+: miscible; -: non miscible; □: consultez un spécialiste FUCHS.

5.2.5.2 Résultat d'un essai statique de miscibilité de graisses

Pour déterminer si deux graisses lubrifiantes sont complètement miscibles, il est nécessaire de réaliser des essais de laboratoire selon différentes proportions (10/90, 50/50, 90/10).

Avec les essais de miscibilité, on ne peut pas garantir du mélange qu'il aura les mêmes performances que les graisses séparées, raison pour laquelle il faut compléter l'étude avec des essais mécaniques dynamiques avec des proportions différentes. Cependant, ils permettent la prédiction d'effets, tels que le mélange non homogène de graisses, une claire séparation en deux phases, une perte de consistance, une variation extrême du point de goutte ou une séparation de l'huile, et prévoir les mesures les plus adaptées pour programmer une transition correcte entre lubrifiants.

5.3 Considérations à propos de la miscibilité entre graisses et huiles

La miscibilité d'une graisse avec une huile est un phénomène très souvent ignoré, car peu courant.

Cependant, dans le cas de lubrification de mécanismes type roulements, engrenages ouverts ou fermés, chaînes, ... qui sont imprégnés d'un produit anticorrosion, il est primordial de connaître la miscibilité entre les deux composants graisse et antirouille.

Si l'on ne prévoit pas l'élimination de l'antirouille à l'aide d'une solution nettoyante, il est possible de provoquer une dégradation des caractéristiques de la graisse, ou un manque d'adhérence à la surface métallique (cas des graisses à base de PFPE pour hautes températures, mais également des graisses de formulation spéciale, à base de polyglycol ou d'autres combinaisons).



06. Compatibilité des graisses lubrifiantes avec élastomères et plastiques

La demande croissante en matériaux plastiques suppose une évolution technologique constante concernant leur composition et leur traitement. Pour accompagner cette évolution, les lubrifiants incorporent des ensembles d'additifs afin d'améliorer leurs propriétés physico-chimiques.

Parfois, il peut se produire une interaction entre les lubrifiants et les plastiques ou les élastomères, en raison de la polarité des matériaux et de la tendance à un échange de matière entre eux (migration / diffusion).

Les effets négatifs de ces phénomènes peuvent être, entre autres : augmentation du volume du matériel plastique à cause de la pénétration de lubrifiant dans sa structure et, en conséquence, une augmentation du volume du plastique ou de l'élastomère, ramollissement du polymère, ce qui provoque une chute de sa rigidité structurelle ou encore une fragilisation, qui peut se traduire par des fissures en surface.

C'est pour cela qu'il est important de contrôler au préalable la compatibilité du lubrifiant avec les matériaux plastiques ou élastomères dans l'environnement proche.

Voici un tableau indicatif de compatibilités :

	PAO	Huile minérale	Essence	Aromatique	Éster	Huile silicone	PFPE	Eau/vapeur	Polyglycoles alcool	Acides/bases	Acetone
ABS	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
ACM	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
CR	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
FEPM	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
FKM/FPM	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
HNBR	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
NBR	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PA 6	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PC	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PC/ABS	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
TPE-E	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PET/PBT	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
POM	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PU	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PVC	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-
PE	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
PP	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
PTFE	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
SBR	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+
EPDM	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+

+: compatible; -: non compatible; +/-: dépend du type d'huile de base.

Légende des abréviations et distinction entre les élastomères et les plastiques

Abréviations	Elastomères
ACM	Elastomère acrylique
CR	Néoprène
EPDM	Ethylène propylène diène monomère
FEPM	Tétrafluoroéthylène propylène
FKM/FPM	Elastomère fluoré
HNBR	Hydrogéné butadiène nitrile
NBR	Butadiène nitrile
SBR	Styrène butadiène

Abréviations	Plastiques
ABS	Acrylonitrile butadiène styrène
PA 6	Polyamide
PC	Polycarbonate
PC/ABS	Polycarbonate / Acrylonitrile butadiène styrène
PE	Polyéthylène
PET/PBT	Polyéthylène téréphtalate / polybutylène
POM	Polyoxyméthylène
PP	Polypropylène
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
PU	Polyuréthane
PVC	Chlorure de polyvinyle
TPE-E	Elastomère thermoplastique (Polyéther / polyester)



07. Critères de sélection de graisses

Pour sélectionner un produit lubrifiant, il est nécessaire de connaître les exigences mécaniques et fonctionnelles requises, ainsi que les conditions opératoires des organes lubrifiés. Ces aspects sont primordiaux dans le choix d'une référence appropriée et dans la définition de la quantité de produit et des fréquences de graissage.

Avec une interprétation des données précédentes, nos équipes seront capables de définir les propriétés du produit à utiliser (consistance NLGI, épaississant, nature synthétique ou minérale de l'huile de base, viscosité de l'huile de base, besoin d'un lubrifiant solide, pompabilité de la graisse, additivation requise, etc.) :

- Élément à lubrifier (roulement, chaîne, câble...).
- Vitesse linéaire / circulaire.
- Charge de travail.
- Système de lubrification.
- Vibrations.
- Fréquence de lubrification actuelle.
- Plage de températures de travail.
- Conditions environnementales (poussière, eau, environnements agressifs ...).
- Eventuelles incompatibilités (matériaux, produits en service ...).



09. Essais de référence



FAG FE 8 - Essai de roulements DIN 51819

Destiné à déterminer la résistance à l'usure et le coefficient de frottement d'un lubrifiant dans des conditions de lubrification mixtes/limites.

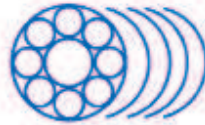
Sur deux bancs d'essai, on fait travailler deux paires de roulements soumis à des conditions différentes (charge, température, temps), puis on mesure l'usure de l'élément roulant de la cage

FAG FE 9 - Essai de roulements DIN 51821

Destiné à déterminer la durée de vie d'une graisse et sa limite de performance pour un fonctionnement à hautes températures (jusqu'à 250 °C).

L'essai se fait avec cinq paires de roulements à billes à contact oblique qui tournent à des vitesses variables (3000, 6000 rpm) sous une charge axiale (1500, 3000, 6000 N) et une température élevée jusqu'à la défaillance de la graisse testée. De la même façon, et en accord avec la norme DIN 51825, la température à laquelle le produit est capable d'atteindre les 100h définies par ce test définit la limite supérieure de ces graisses.

De la même façon, et en accord avec la norme DIN 51825, la température sous laquelle le produit est capable de surpasser les 100h définies pour la valeur F50 de ce test est établie comme la limite supérieure des graisses type K.



SKF ROF - Essai pour déterminer la durée de vie utile d'une graisse

Cet essai permet de déterminer la durée de vie et la performance maximale à haute température d'une graisse.

Il s'agit de fixer sur un banc d'essai cinq équipements indépendants, chacun avec deux roulements montés sur un axe, permettant de tester plusieurs graisses. A une température et une vitesse prédéfinies (jusqu'à 230 °C et entre 5000 – 25000 rpm), on fait travailler simultanément les roulements, en appliquant une charge axiale (100–1100 N/roul.) et radiale (50 – 900 N/roul.) jusqu'à la défaillance. Ces éléments permettent d'établir la durée de vie du produit lubrifiant et de calculer les fréquences de graissage.

Consistance d'une graisse (NLGI)

Selon la norme, sa stabilité face au cisaillement mécanique du savon épaississant.

Selon la norme DIN ISO 2137, la consistance est déterminée par la profondeur, mesurée avec une précision de 0,1 mm, jusqu'à laquelle un cône standard s'enfonce dans la graisse sous des conditions données. Les résultats sont la base du grade NLGI établi par la norme DIN 51818. Ce résultat représente la dureté ou la souplesse de la graisse.

Point de goutte d'une graisse

Le point de goutte est la température à laquelle la structure tridimensionnelle de la graisse commence à couler vers le récipient d'essai. Cette valeur est mesurée selon les conditions de la norme DIN ISO 2176



Détermination de la séparation de l'huile

L'huile contenue dans les graisses a tendance à se séparer de ces dernières au stockage. Cette séparation ne représente pas, a priori, une détérioration de la graisse, car celle-ci peut se mélanger à nouveau avec les moyens appropriés.

Selon la norme DIN 51817, après l'exposition pendant 7 jours à une température de 40°C d'un récipient d'essai rempli de graisse et soumis à un poids de 100g, on mesure la quantité d'huile relarguée et on indique le pourcentage de perte de poids que cela représente.



Pression d'écoulement

La pression d'écoulement d'un fluide est la pression nécessaire à un flux d'air pour traverser une graisse. Selon la norme DIN51805, on obtient la température minimale de fonctionnement de la graisse, et on en déduit son adéquation pour les systèmes de lubrification centralisés

Résistance à l'eau

Ce test statique basé sur la norme DIN 51 807-1 montre le comportement d'une graisse exposée à l'eau distillée. On applique d'abord la graisse d'essai sur des bandes en verre, que l'on submerge dans un bain d'eau à une température contrôlée pendant trois heures.

Après essai, on observe le résultat que l'on note entre 0 (aucun changement) et 3 (altération importante).

Essai de soudage – 4 billes

DIN 51350 (VKA)

On détermine une propriété typique des graisses enrichies avec additifs anti-usure et extrême pression dans la zone de frottement mixte. Le test consiste à faire tourner une bille contre les autres fixes à une vitesse donnée (1420 rpm). On applique une charge de démarrage (150 N) qui monte à intervalles préétablis, jusqu'à ce que la bille giratoire se soude avec les billes statiques.



Stabilité au roulement

Les résultats obtenus après le test ASTM D 1831 d'une graisse sont des indicateurs de la stabilité au fouillage provoquée par les charges élevées et le mouvement glissant d'éléments roulants sur des pistes. Pour ce faire, on introduit un échantillon de graisse dans un cylindre contenant un rouleau plein. On le fait tourner de 2 à 72 heures à une température allant de la température ambiante jusqu'à 200 °C. Le test fini, on mesure la variation de la pénétration de la graisse.

Protection anticorrosion

Certains milieux requièrent des propriétés spéciales des graisses. Le test EMCOR permet de définir les propriétés anticorrosion des lubrifiants. On graisse les roulements que l'on immerge en partie dans de l'eau distillée ou une solution d'eau à 3 % de NaCl. Des cycles de rotation sont appliqués 7 jours durant. Le test fini, on effectue une inspection visuelle de la piste de roulement extérieure et on classe selon la sévérité de la corrosion observée entre les valeurs 0 (sans corrosion) et 5 (corrosion grave).

Méthode d'essai SRV pour pâtes (oscillation, frottement et test d'usure)

Les données de performance des lubrifiants conçus pour des applications où le frottement est associé à des mouvements oscillatoires sont déterminées avec un appareil d'essai SRV. Avec cet appareil, sur une plaque couverte de lubrifiant, une bille ou un cylindre est soumis à une charge mécanique avec une force verticale, une fréquence spécifique, et

une température précise, tout en oscillant en ligne droite. Les données obtenues avec ce test montrent la capacité au glissement et la capacité à résister au stick slip.

Les données obtenues avec ce test montrent la performance réelle du lubrifiant.



Essai face aux oscillations IME-RE

Test de vie utile qui consiste à appliquer une force axiale oscillante sur un roulement de quatre points, l'anneau interne et externe fixés entre eux, et soumis à un flux d'eau salée.

Les critères pour définir le résultat du test sont la profondeur d'usure (profondeur de l'ondulation) et la protection face à la corrosion.



10. Péréemption des lubrifiants

En général, à la différence des aliments, les lubrifiants n'ont pas une date de péremption spécifique, mais ils peuvent vieillir et se détériorer. Le vieillissement est une formation non souhaitée de substances, causée par des changements chimiques.

Ces changements arrivent également quand le produit est stocké. Les causes typiques du vieillissement d'un lubrifiant dans des conditions statiques sont la réaction avec l'oxygène de l'air, la réaction à la chaleur ou la lumière.

Dans ces cas, l'oxydation peut se voir accélérée par la présence de métaux spécifiques (par ex., cuivre, plomb ou argent), qui peuvent avoir un effet catalytique.

Afin de minimiser le vieillissement des lubrifiants pendant le stockage le plus longtemps possible, il faut tenir compte des points suivants :

- L'emballage contenant le lubrifiant doit garder sa fermeture et scellage d'origine jusqu'à son emploi.
- Les emballages ne peuvent pas être stockés une fois ouverts.
- L'eau et l'humidité ambiante, ainsi que les particules contaminantes, ne doivent pas s'introduire dans l'emballage et contaminer le lubrifiant
- L'air qui se trouve dans l'espace de stockage des emballages doit être le plus sec et exempt de poussière possible.
- La plage de températures de stockage la plus appropriée se situe entre 10 et 20 °C
- Les emballages doivent être stockés hors gel.
- Au préalable, nettoyer la surface autour de l'ouverture afin d'éviter que la saleté ne tombe dans l'emballage.
- Les équipements auxiliaires, utilisés pour conduire le lubrifiant jusqu'aux points d'application, doivent être propres avant leur introduction dans l'emballage.
- Les emballages qui auraient besoin d'être fermés, doivent toujours l'être avec le couvercle d'origine.
- Il est recommandé de ne pas réutiliser les emballages vides afin d'éviter toute confusion et risques associés.
- Nettoyer les embouts de graissage avant d'appliquer le lubrifiant

En plus du respect des bonnes pratiques de stockage, il est conseillé de suivre également les procédures de travail selon les règles suivantes :

Les lubrifiants innovants nécessitent des ingénieurs d'application experts

Tout changement de lubrifiant doit être précédé par une consultation auprès de nos services techniques. Nos ingénieurs d'application vous fourniront les meilleurs conseils quant au choix du produit le mieux adapté à votre application.



Contact:



FUCHS LUBRIFIANT FRANCE SA

Division Industrie

Campus Arboretum – Bâtiment Cèdre

1 Place des Papeteries - 92000 Nanterre

Tél. 01 41 37 79 00
email: info-industrie-fr@fuchs-oil.com
www.fuchs.com/fr