Mobil Grease
Performance by ExxonMobil

Comprendre la performance des graisses à basse température

Pour mieux choisir la graisse bien adaptée à vos besoins

Energy lives here™

Les exigences en matière de performance des graisses à basse température peuvent prêter à confusion

Lorsque vous sélectionnez la graisse adaptée à une application, son comportement à basse température peut être un point important à prendre en compte. Connaître uniquement les températures les plus basses auxquelles la graisse sera exposée ne sera pas suffisant pour faire le bon choix. Il est important de comprendre les effets des basses températures sur les performances, non seulement de la graisse, mais aussi de votre équipement. De nombreux tests et outils standards sont ainsi disponibles pour vous permettre de déterminer la performance d'une graisse à basse température. Mais, avant d'examiner ces tests, il est important de comprendre deux aspects fondamentaux de la graisse:

- Viscosité dynamique et viscosité apparente
- Comportement des fluides newtoniens et des fluides non-newtoniens

Viscosité dynamique et viscosité apparente

Les graisses lubrifiantes réagissent aux changements de température de la même manière que les huiles. Lorsque la température baisse, leur viscosité augmente et vice-versa (résistance interne à la déformation plastique ou à l'écoulement). Cependant, la viscosité de la graisse n'est pas uniquement affectée par la température, mais également par le taux de cisaillement et par la contrainte de cisaillement, produite par le mouvement relatif de deux surfaces en contact.

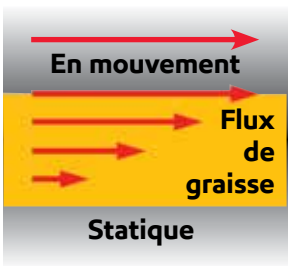


Figure 1

Figure 1 : Deux surfaces sont en mouvement relatif, l'une par rapport à l'autre, séparées par la graisse. La surface en mouvement cause un écoulement de la graisse (représenté par les flèches). La vitesse d'écoulement diminue lorsque la distance avec la surface en mouvement augmente (représentée par la longueur des flèches).
Les mouvements de deux couches de graisse adjacentes, relatives les unes par rapport aux autres, peuvent être décrits à l'aide des deux paramètres suivants :

- Taux de cisaillement γ : Vitesse relative entre deux couches
- Contrainte de cisaillement τ : Friction entre deux couches, résistance au mouvement

La viscosité η est le rapport entre le taux et la contrainte de cisaillement :

$$\eta = \tau / \gamma$$

Selon l'effet du taux de cisaillement sur la viscosité, deux types de fluides distincts existent **(Figure 2)** :

- Pour les **fluides newtoniens**, la viscosité à température donnée est indépendante du taux de cisaillement, la résistance interne des fluides à l'écoulement étant proportionnelle aux forces causant cet écoulement. Cela s'appelle la **viscosité dynamique.**

Pour les **fluides non-newtoniens**, la viscosité à une température donnée varie selon le taux de cisaillement, c'est-à-dire que la viscosité est uniquement valable pour un taux de cisaillement donné. Cela s'appelle la **viscosité apparente. Par nature, les graisses sont généralement des fluides non-newtoniens.**

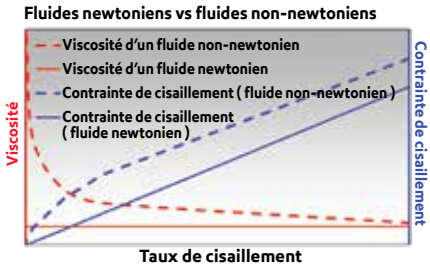


Figure 2

Comprendre la performance des graisses à basse température

Comportement des fluides newtoniens et des fluides non-newtoniens

Alors que de nombreux lubrifiants à base d'huile minérale sont des fluides newtoniens, les graisses et certaines huiles enrichies de polymères se comportent comme des fluides non-newtoniens montrant une rhéofluidification, correspondant à une baisse de viscosité lorsque le cisaillement augmente. Pour choisir la graisse adaptée, l'effet de la rhéofluidification, ainsi que le rôle qu'elle joue dans l'application, doivent être pris en compte.

La rhéofluidification décrit comment des molécules larges (comme le savon ou des polymères) réagissent aux forces de cisaillement. Soit ces molécules s'organisent parallèlement à la résistance réduisant le mouvement pour s'écouler dans cette direction, soit elles sont détruites par cisaillement mécanique. Dans le premier cas, la viscosité revient à son niveau initial une fois que la force de cisaillement est supprimée, alors que dans le deuxième cas, la perte de viscosité (fluidification) est permanente. Pour les graisses, un ramollissement significatif peut survenir jusqu'à ce que leur épaississant soit complètement détruit **(Figures 3, 4 et 5)**.

En tenant compte de l'effet de la rhéofluidification, ExxonMobil recommande de faire les calculs de lubrification élastohydrodynamique (EHL) pour les graisses en prenant en compte uniquement les propriétés de leurs huiles de base, sans tenir compte de l'épaississant (voir l'information technique sur la composition des graisses, pour plus de détails sur les épaississants). Certains ouvrages indiquent que l'épaississant peut contribuer à former un film lubrifiant, mais les taux de cisaillement en régime de lubrification EHL étant par définition élevés, l'huile de base sera principalement responsable de la viscosité de la graisse. Tout effet supplémentaire provenant de l'épaississant n'est qu'un bénéfice additionnel.

Les données sur la viscosité apparente des graisses fournissent des informations utiles pour le calcul des pertes de pression dans les systèmes de lubrification centralisés, spécifiques aux paramètres dépendants de la conception même du système, comme par exemple, la pression de la pompe, le diamètre ou la longueur des tuyaux. Les viscosités apparentes peuvent également servir pour concevoir un système de lubrification centralisé, à partir des caractéristiques mêmes de la graisse. À cette fin, et sur la base des données de viscosité apparente, ExxonMobil a créé des nomogrammes disponibles pour bon nombre de nos graisses.

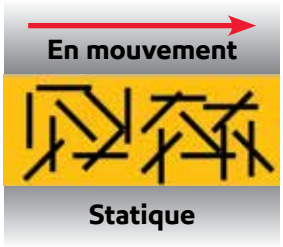


Figure 3

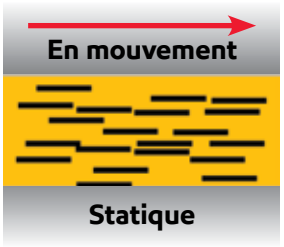


Figure 4

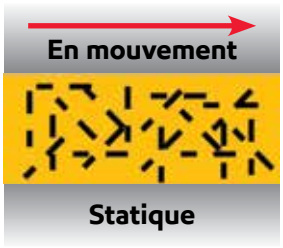


Figure 5

Effets sur la performance des graisses à basse température

En raison du comportement des fluides non-newtoniens, la détermination des températures de fonctionnement plus basses nécessite des connaissances en matière de taux de cisaillement auxquels la graisse est exposée dans son application. Selon l'application, les aspects suivants de la performance des graisses à basse température doivent être pris en compte :

- **Résistance au mouvement.** Une haute viscosité apparente de la graisse peut entraver la direction ou la vitesse des parties mobiles de la machine. Par conséquent, l'équipement nécessite plus de puissance pour fonctionner et, si l'alimentation électrique est insuffisante, il risque de s'arrêter. La résistance au mouvement est un phénomène courant, en particulier lors des phases de démarrage, quand la vitesse et le taux de cisaillement sont encore faibles. Dans des cas plus sévères, l'équipement risque de ne pas démarrer du tout.

Comprendre la performance des graisses à basse température

- **"Channeling".** Une bonne lubrification effectuée par la graisse dépend de sa capacité à s'écouler vers la zone de contact et à libérer de l'huile dans les conditions de cisaillement. Une viscosité apparente plus élevée peut réduire l'écoulement vers la zone de contact, réduisant ainsi le ressuage d'huile (ce qui est aggravé par le fait que les températures plus basses réduisent également la capacité de la graisse à libérer de l'huile). Lorsque les températures chutent en-dessous d'une température critique pour la graisse, l'écoulement de la graisse vers la zone de cisaillement s'estompe. La graisse n'atteint plus les parties en mouvement et, par conséquent, l'huile servant à la lubrification n'est plus libérée, pouvant ainsi causer une défaillance éventuelle de l'équipement.

- **Pompabilité.** L'écoulement de la graisse, dans les systèmes de lubrification centralisés ou dans les distributeurs automatiques de graisse, peut être réduit par une viscosité apparente accrue. Dans le pire des cas, lorsque la viscosité apparente de la graisse est trop élevée, l'écoulement peut être interrompu, entraînant ainsi un manque de lubrifiant et une défaillance potentielle de l'équipement.

Facteurs affectant la performance des graisses à basse température

Lorsque vous sélectionnez une graisse, il est important de garder à l'esprit que les graisses sont des mélanges complexes composés d'huile de base, d'épaississant et d'additifs. Chacun de ces composants peut contribuer de manière significative à la performance d'une graisse à froid.

- **Viscosité de l'huile de base.** La fluidité et la résistance du film lubrifiant à basse température sont essentielles pour former un film lubrifiant suffisamment épais. Cela suppose donc une formulation soigneusement équilibrée entre ces divers composants. Lorsque la plage de température de fonctionnement est importante, l'utilisation d'une graisse formulée avec des huiles de base synthétiques à haut indice de viscosité (VI) permet d'assurer la formation d'un film lubrifiant suffisamment épais, aussi bien à des températures extrêmement basses qu'à des températures élevées.

- **Consistance de la graisse.** Déterminée par le type et par la teneur en épaississant, la consistance joue également un grand rôle lors de la sélection d'une graisse ayant une performance optimale à basse température. Alors que le grade NLGI 2 est la classe de consistance la plus souvent utilisée, les grades NLGI 1 ou même 0 sont privilégiés pour les systèmes de graissage centralisés et pour les applications à basse température.

- **Additifs polymère.** Les polymères peuvent être utilisés pour améliorer la performance d'une graisse et peuvent modifier de manière significative sa performance à basse température. Généralement, les polymères permettent d'améliorer la résistance à l'eau et la stabilité structurelle, et le travail du formulateur va consister notamment à rechercher un équilibre entre les avantages ci-dessus et les autres exigences, telles que la performance à basse température. Une quantité plus importante de polymères peut réduire la performance à basse température. Dans les applications où la résistance à l'eau est essentielle, l'utilisation de systèmes d'épaississants très résistants à l'eau, comme le sulfonate de calcium, est recommandée.

- **Processus de fabrication.** La fabrication d'une graisse a également un effet sur sa performance. En effet, deux graisses identiques fabriquées par différents processus peuvent présenter des propriétés complètement différentes, y compris en matière de performance à basse température. Le processus de fabrication a une influence sur la taille et sur la distribution des particules de l'épaississant, paramètres clés pour la performance d'une graisse à basse température.

Méthodes de tests industriels normalisés et exigences minimales

La viscosité apparente est la propriété fondamentale déterminant le comportement d'une graisse à basse température.
Il existe de nombreuses méthodes de test permettant de mesurer et d'indiquer la performance d'une graisse à basse température. Les tests suivants sont fréquemment utilisés :

- **Couple à basse température** (par ex., ASTM D 1478, ASTM D 4693, IP 186).
  La performance d'une graisse à basse température est évaluée par sa résistance au couple dans des roulements à rouleaux, dans des conditions définies de température et de force. Un certain nombre de protocoles de test sont actuellement disponibles : ils peuvent être spécifiques à un type de roulement donné, mais obéissent aux mêmes principes de base. Un roulement garni de graisse est refroidi à une température définie, à laquelle le couple requis pour faire tourner le roulement en dépassant la résistance de la graisse est mesuré. Deux résultats de test sont souvent indiqués : une valeur de départ ou une valeur maximale, qui apparaît souvent au début du test, et un couple permanent stable, une fois que le roulement a atteint la vitesse en continu. Plus ces valeurs sont élevées, plus le niveau de performance de la graisse à basse température est faible.

Comprendre la performance des graisses à basse température

- **Débit sous pression** (DIN 51805). Ce test détermine la pression nécessaire pour forcer la graisse à travers un capillaire défini, à une température donnée. Ce test tente de simuler le comportement de la graisse dans un système de distribution de lubrifiant. Cependant, il n'existe aucune relation quantitative avec son aptitude réelle à la distribution.
- **Pénétration d'un cône à basse température** (ISO 13737). Lorsque la température baisse, la graisse devient plus dure et la consistance devient plus épaisse. La pénétration du cône permet de déterminer l'impact de la température sur la consistance de la graisse à froid. La graisse est refroidie à une température définie, à laquelle la pénétration du cône est mesurée.

La performance à basse température peut être une partie intégrante de nombreux standards industriels et spécifications pour les graisses lubrifiantes. L'utilisation de tests industriels normalisés pour indiquer la performance à basse température permet de comparer des graisses équivalentes et de sélectionner la graisse la mieux adaptée à l'application.

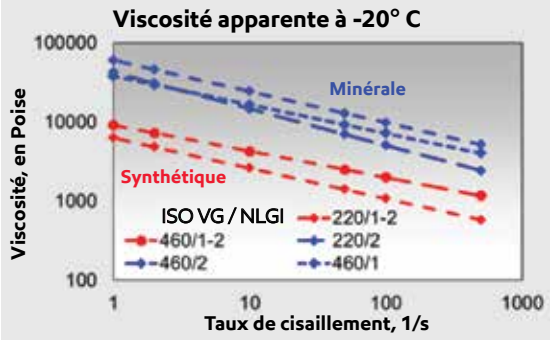
Le tableau suivant vous donne un aperçu des méthodes de test de viscosité utilisées pour certaines normes de graisse habituelles :

Normes et spécifications	Mesures	Méthodes de test
ISO 12924	Couple résistant : au démarrage / en fonctionnement	ASTM D 1478
	Ecoulement sous pression	DIN 51805
	Pénétration	ISO 13737
DIN 51825	Ecoulement sous pression	DIN 51805
	Couple résistant : au démarrage / en fonctionnement	IP 186
ASTM D 4950	Couple maximum	ASTM D 4693

En matière de performance d'une graisse à basse température, comprendre les facteurs qui influencent cette performance, et utiliser les résultats mesurés dans les tests industriels normalisés, permettent de bien choisir la graisse qui répond aux exigences de l'application enviagée.

Pourquoi utiliser des graisses synthétiques pour la performance à basse température ?

Les graisses formulées avec des huiles de base synthétiques peuvent apporter une protection supplémentaire dans les applications à basse température, car la viscosité des huiles de base minérales aura tendance à augmenter plus fortement à froid. Les huiles de base synthétiques, grâce à leur faible coefficient de friction interne, leur indice de viscosité naturellement élevé et leur formulation exempte de parrafine, offrent potentiellement une meilleure efficacité mécanique, un faible couple de démarrage et en fonctionnement, ainsi qu'une excellente pompabilité à basse température. Et comme les graisses se composent principalement d'huile de base (> 80 %), les graisses synthétiques permettent d'obtenir une excellente performance à basse température.



Pour plus d'informations sur les lubrifiants industriels et les services Mobil™, veuillez contacter votre interlocuteur local habituel ExxonMobil ou notre service d'assistance technique au 0800 970 215, ou visitez mobilindustrial.fr

© 2017 Exxon Mobil Corporation. Tous droits réservés.
Esso S.A.F. SA au capital de 98 337 521,70 € - RCS Nanterre 542 010 053 - Siège : 5 / 6 Place de l'Iris - 92 400 Courbevoie, France

Les marques ExxonMobil, Mobil et Mobil Grease sont des marques commerciales d'Exxon Mobil Corporation ou de l'une de ses sociétés affiliées, dont le principe d'indépendance juridique n'est pas ici remis en cause, chacune étant autonome.