

RHEOTEST Medingen

Rhéomètre RHEOTEST® RN - Domaine d'application: lubrifiants



Mesure effectuée dans le cadre de la recherche et développement

Les propriétés rhéologiques se déterminent automatiquement ou bien peuvent avoir une influence critique sur les deux plus importantes fonctions des matériaux de graissage:

- ⇒ la réduction du frottement
- ⇒ la minimisation de l'usure

Les autres fonctions des lubrifiants sont les suivantes:

- ⇒ étanchéité des espaces libres (ex.: chambres de combustion de moteurs à combustion interne)
- ⇒ transmission de la force hydrodynamique
- ⇒ écoulement vers le point de graissage et inversement
- ⇒ refroidissement du point de graissage
- ⇒ protection des paliers contre la poussière et l'humidité

Il est indispensable de déterminer et de définir les propriétés rhéologiques complètement différentes pour pouvoir réaliser ces fonctions. Tout d'abord, ces propriétés comprennent:

- ⇒ la viscosité comme fonction de température, de taux de cisaillement et de durée de cisaillement
- ⇒ la limite élastique comme fonction de température et de pression

Les propriétés rhéologiques optimales doivent être déterminées de manière individuelle pour chaque cas de mise en oeuvre. Il est en outre nécessaire de préparer les lubrifiants correspondants à l'avance.

Mesure effectuée dans le cadre du contrôle qualité

- ⇒ Tout d'abord, le contrôle qualité sert à acquérir les données reproductibles et correctes sur le plan métrologique concernant les propriétés rhéologiques.
 - ⇒ Les paramètres rhéologiques mesurés doivent une bonne comparabilité au sein de la gamme de production d'un fabricant, et doivent également être significatifs sur le plan métrologique pour les consommateurs, les fournisseurs et les organismes de contrôle qualité.
- Pour obtenir des résultats de mesures reproductibles et réellement comparables, il est nécessaire d'utiliser des méthodes de mesure standard qui prévoient un traitement thermique et mécanique préliminaire du matériau étudié. Des algorithmes approuvés de traitement des résultats doivent être utilisés pour l'évaluation.

- **Les huiles de graissage sans ajout d'additifs** sont des fluides newtoniens. La viscosité dynamique constitue la constante d'une substance. Il est indispensable de déterminer la relation viscosité-température uniquement.
- **Les huiles de graissage à additifs polymériques** possèdent des propriétés rhéologiques non-newtoniennes. Cela signifie qu'il est nécessaire de déterminer la viscosité dynamique en fonction du taux de cisaillement et de la température. Il est également parfois possible de vérifier uniquement la dépendance viscosité-température du matériau étudié à un taux de cisaillement constant.
- **Les huiles de graissage à substances solides en suspension** (graisses et pâtes) possèdent une limite élastique :
 - la limite élastique dépend de la pression et de la température
 - la viscosité dépend du taux de cisaillement, de la durée du cisaillement et de la température.

Méthodes de mesure

Méthode de mesure permettant de déterminer la dépendance de la viscosité par rapport à la température et au taux de cisaillement

Tests à taux imposé (CR-tests)

- ⇒ Définition d'un taux de cisaillement et d'un changement de température constant afin de mesurer la viscosité par rapport à la température
Exemple: voir figure 1
- ⇒ Courbes d'écoulement d'équilibre à différentes températures afin de déterminer la dépendance de la viscosité par rapport au taux de cisaillement et à la température
Exemple: voir figure 2

Méthode de mesure permettant de déterminer la stabilité au cisaillement

Tests à taux imposé (CR-tests)

- ⇒ Définition d'un taux de cisaillement et d'un changement de pression constant afin de mesurer les pertes de viscosité relatives et irréversibles
Exemple: voir figure 3

Méthode de mesure permettant de déterminer la limite élastique

Tests à cisaillement contrôlé (CS-tests)

- ⇒ Rampes linéaires à cisaillement contrôlé permettant de mesurer la limite élastique par rapport à la température et à la pression
Exemple: voir figure 4

Méthode de mesure permettant de déterminer l'écoulement dépendant du taux de cisaillement et l'écoulement à dépendance chronologique

Tests à taux imposé (CR-tests)

- ⇒ Tests à changement de stades et à taux de cisaillement imposé permettant de déterminer la destruction ou la formation de structure
Exemple: voir figure 5
- ⇒ Rampes linéaires à taux de cisaillement imposé vers l'avant et vers l'arrière permettant d'étudier les propriétés rhéologiques dépendant du taux de cisaillement et les propriétés rhéologiques à dépendance chronologique (thixotropie)
Exemple: voir figure 6

Détermination de la relation viscosité-température et viscosité-taux de cisaillement

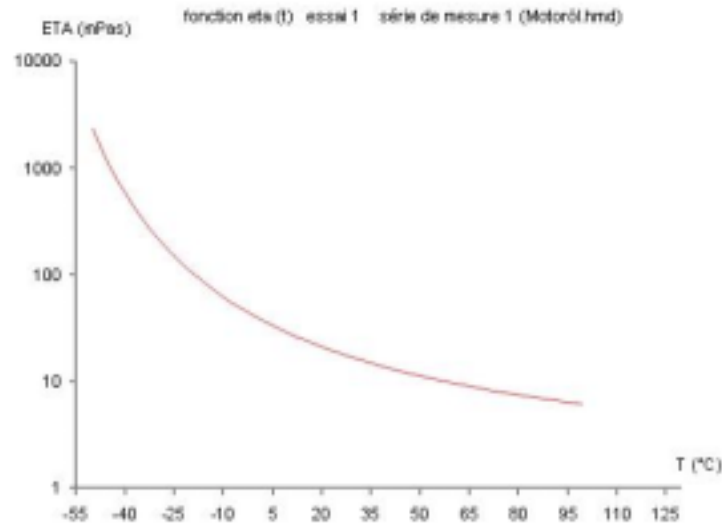


Figure 1: Relation entre la viscosité et la température pour les huiles de moteur

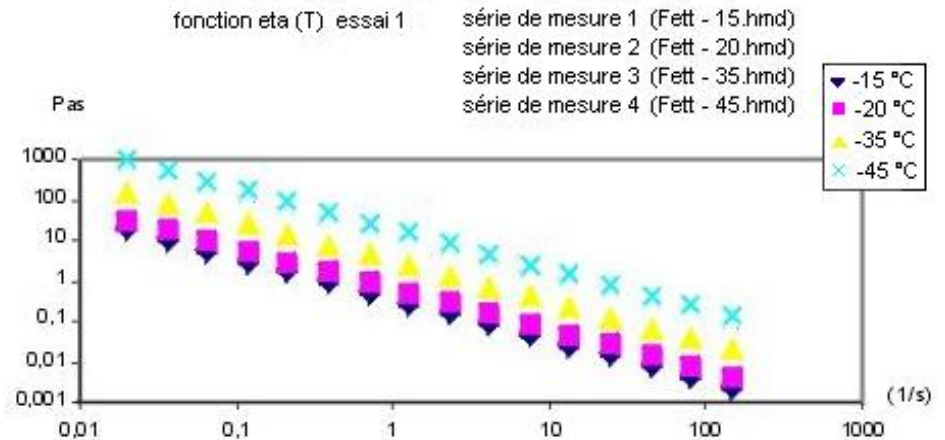


Figure 2: Viscosité dynamique des graisses par rapport au taux de cisaillement à des températures différentes

Remarques:

Il est indispensable d'étudier les cas extrêmes qui se produisent dans la pratique afin d'évaluer la possibilité de mise en oeuvre des huiles de graissage :

- Viscosité maximale à la température la plus faible
- Viscosité minimale à la température la plus élevée

Pour évaluer la relation entre la viscosité et la température, il est nécessaire d'utiliser des valeurs absolues qui caractérisent l'étendue de la diminution de la viscosité en cas d'augmentation de la température, ou bien des valeurs relatives qui permettent de comparer la dépendance à la température d'huiles de moteur avec la dépendance à la température d'huiles de référence.

Détermination des pertes de viscosité relatives et irréversibles

Dans la pratique, les huiles de graissage sont exposées à des forces de cisaillement très importantes. Ces forces provoquent des pertes de viscosité irréversibles pour les matériaux de graissage comprenant des additifs. La perte de viscosité est déterminée en comparant la valeur de viscosité d'un matériau de graissage non comprimé avec les valeurs de viscosité après différentes pressions exercées.

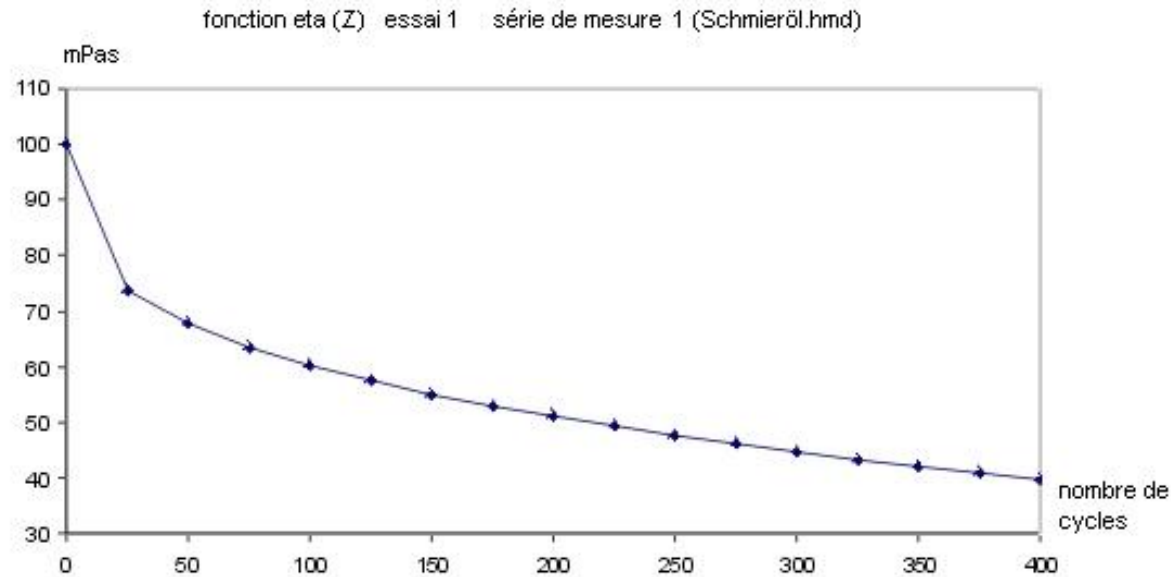


Figure 3: Viscosité dépendant de la pression (nombre de cycles)

Remarques:

Il est possible de simuler une pression sur le matériau de graissage en laboratoire, à l'aide de différents moyens. En ce qui concerne les conditions de mise en oeuvre, ce qui est le plus décisif est la perte de viscosité dans la gamme de températures de fonctionnement maximales et après une pression de longue durée.

Mesure de la limite élastique en fonction de la température et de la pression

Les graisses constituent un système dispersé de matériaux lubrifiants. Les composants dispersés peuvent former une structure inter-reliée. Si cette structure se déforme de manière élastique lors d'une faible contrainte de cisaillement, cela signifie qu'elle possède une limite élastique. Il est nécessaire de mesurer la limite élastique par rapport à la température et à la pression mécanique. Les mesures de limite élastique ne peuvent être effectuées qu'à l'aide d'un rhéomètre qui permette de réaliser des mesures avec un cisaillement contrôlé (CS-tests).

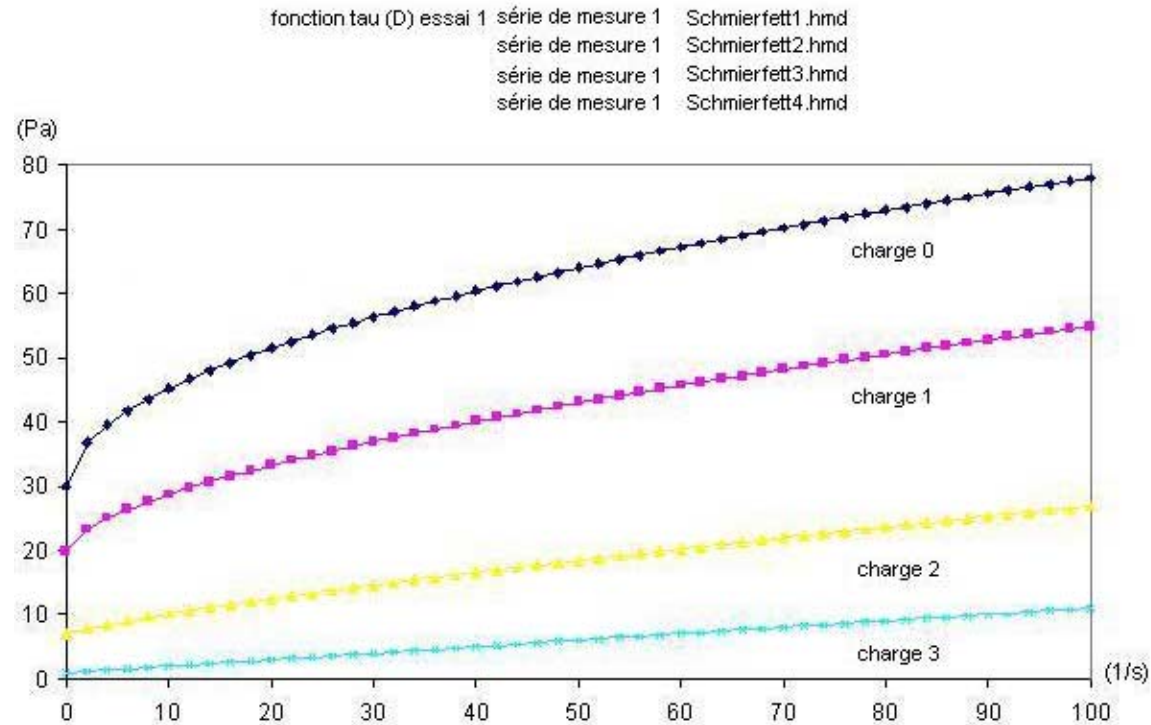


Figure 4: Courbe d'écoulement: contrainte de cisaillement comme fonction du taux de cisaillement

Remarques:

La limite élastique et la viscosité élevée apparente lors de contraintes de cisaillement peu élevées constituent une propriété caractéristique de l'écoulement des graisses. Grâce à cela, tout écoulement de graisse à partir du point de graissage est évité.

- Détermination de la destruction ou de la formation de structure et étude des propriétés rhéologiques dépendant du taux de cisaillement et des propriétés rhéologiques à dépendance chronologique (thixotropie)
- Détermination de l'influence de la phase de dispersion des graisses sur la relation entre la diminution et l'augmentation de la viscosité et le temps, et sur la viscosité à l'équilibre dépendant du taux de cisaillement, de la température et de la pression mécanique

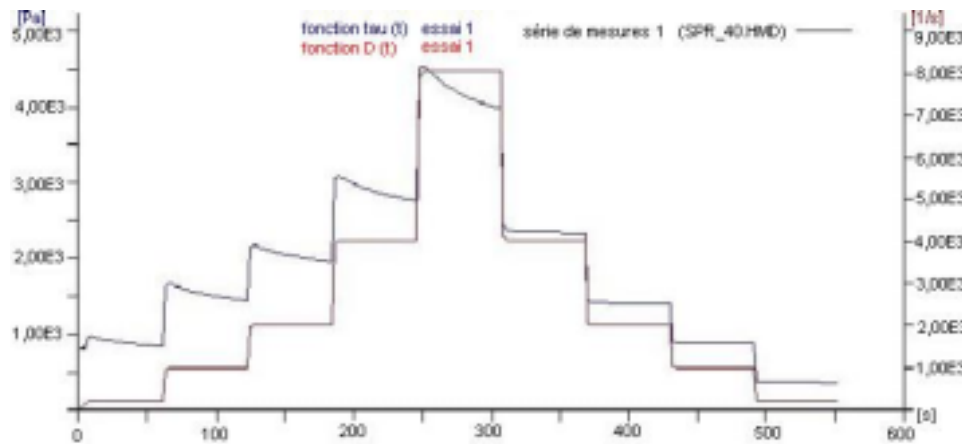


Figure 5: Relation entre la viscosité et le temps à différents taux de cisaillement

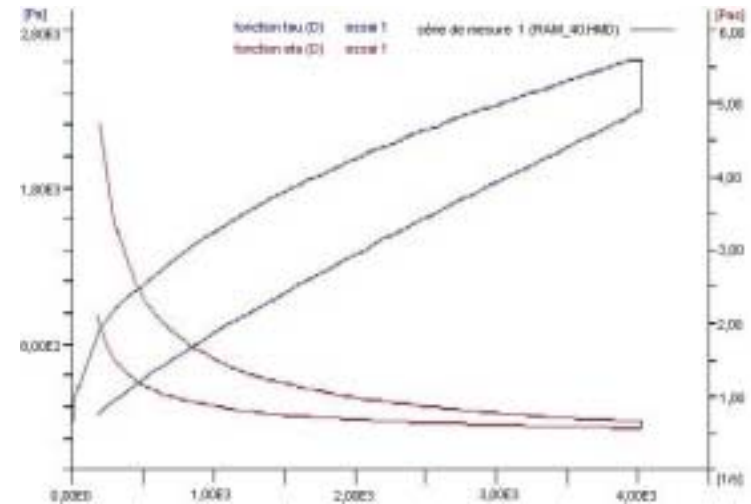


Figure 6: Plans incliné à taux imposé, vers l'avant et vers l'arrière (courbe d'hystérésis)

Remarques:

Les propriétés thixotropiques des graisses constituent un critère décisif de leur mise en oeuvre et de leur qualité. La valeur finale de la viscosité est obtenue très rapidement en lubrifiant un espace libre de palier avec de la graisse. Cela constitue la *viscosité résiduelle*, qui dépend du taux de cisaillement et représente un paramètre des conditions hydrodynamiques de la graisse, et offre la possibilité de déterminer pendant combien de temps celle-ci fonctionnera normalement.