



L'AUGMENTATION ET LA DIMINUTION DE LA VISCOSITÉ

par John S. Evans, lic. en sciences



John Evans, directeur du diagnostic chez WearCheck

Le thème de la viscosité a été largement couvert dans de nombreux bulletins techniques et de façon nettement justifiée. La viscosité d'un lubrifiant est sa propriété physique la plus importante, et c'est cette propriété même qui définit l'essence même de l'huile. Les systèmes de classement de la viscosité, notamment la SAE (Society of Automotive Engineers) pour les huiles automobiles et l'ISO (Organisation internationale de normalisation) pour les utilisations industrielles, ont été universellement acceptés à titre de moyen de classer les lubrifiants.

Les sujets liés à la viscosité ayant été couverts de par le passé sont : les systèmes de classification de l'huile, comment se comporte l'huile, les raisons des différents types d'huiles, la friction et la lubrification et la façon de lire un bidon d'huile. D'autres bulletins techniques ont abordé la façon à laquelle les mesures de la viscosité sont prises. Mais pourquoi tenons-nous tant à quantifier la viscosité ?

Tout d'abord, comme cela a déjà été mentionné, l'huile utilisée est définie, et ce afin de pouvoir être comparée avec ce qui a été indiqué sur le formulaire d'envoi. D'autre part, l'altération de la viscosité, positive ou négative, peut indiquer une évolution chimique et physique de l'huile, pouvant provenir d'un problème mécanique. Ce

sont ces altérations de la viscosité et leurs causes, qui seront abordées dans le présent bulletin technique.

LA VISCOSITÉ : QU'ENTEND-ON PAR LÀ ?

Mais tout d'abord, une petite révision. La viscosité est essentiellement la quantification de la résistance à l'écoulement d'un fluide, à une température précise. Il y a cependant deux types de viscosité.

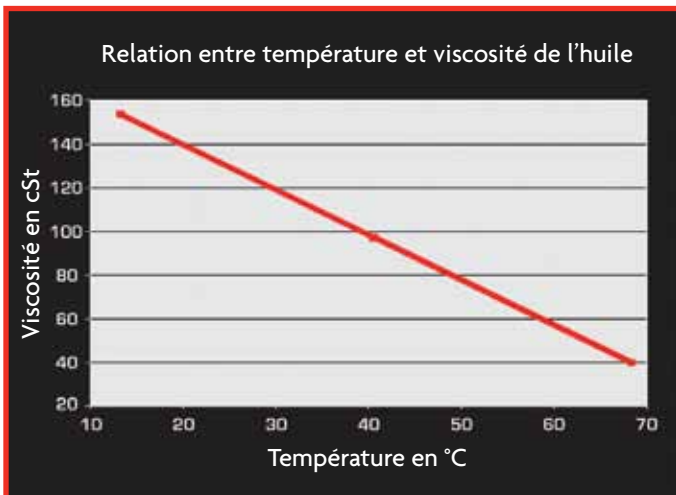
La viscosité dynamique ou absolue est le rapport entre la contrainte de cisaillement et la vitesse de cisaillement à une température précise. Pour les plus précis d'entre vous, nous dirons que c'est la force tangentielle par unité de surface, nécessaire pour déplacer un plan horizontal par rapport à un autre, à une unité de vitesse, lorsqu'il est maintenu à une unité de distance à l'écart par le fluide. L'unité SI de la viscosité dynamique est un Newton seconde par mètre carré, ou Pascal seconde (N sm⁻² ou Pa s). L'unité non-SI, mais acceptable, le Poise, est de 0,1 N sm⁻². Étant donné que la viscosité dynamique des fluides réels, est invariablement une quantité fractionnée, l'unité la plus habituelle est le centipoise (cP, 10⁻³N-2cm), et est représentée par la lettre grecque éta (h).

La viscosité dynamique est un facteur important lorsque l'on vise à déterminer certaines propriétés à basse température des lubrifiants, mais elle n'est que rarement employée dans l'industrie de l'analyse de l'huile usagée, et dans la détermination des différents niveaux de viscosité (nous reviendrons sur ce point plus tard). Pour un certain nombre de très bonnes raisons, l'analyste s'intéresse à la viscosité cinématique.

La viscosité cinématique est une unité déduite, et représente tout simplement la viscosité dynamique du fluide, divisée par sa densité à une température précise. Elle peut aussi se définir comme étant la résistance à l'écoulement sous la force de gravité. L'unité SI est le mètre carré par seconde, également connue sous l'appellation de Stoke (m²s⁻¹ ou St), et est représentée par la grecque lettre nu (n).

Le terme le plus commun est le centistoke (cSt) qui est un millimètre carré par seconde. Les températures privilégiées lors de ces déterminations sont 40° C et 100° C.

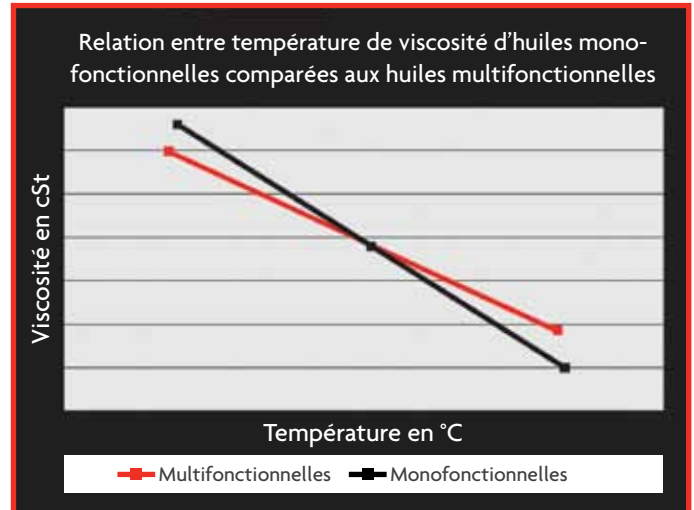
Il est extrêmement important que la température à laquelle la viscosité est mesurée soit consignée, car la viscosité varie avec la température. Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, comme le montre le graphique simplifié ci-dessous :



Relation entre température et viscosité de l'huile

Pour compliquer encore les choses, différentes huiles se liquéfient de plus en plus alors que la température augmente. Le concept d'indice de viscosité ou VI est alors de rigueur. Le VI d'une huile, est un nombre exempt d'unité, déterminant la rapidité à laquelle la viscosité varie en fonction de la température. Les huiles d'un VI moindre se liquéfieront plus rapidement que les huiles d'un VI plus élevé, au fur et à mesure que la température augmente. L'indice VI d'une huile usuelle monofonctionnelle d'un moteur telle que la SAE 30, sera d'environ 95, tandis que celui d'une huile 15W40 multifonctionnelle sera d'environ 135. L'huile multifonctionnelle se liquéfiera moins que l'huile monofonctionnelle lors d'une élévation de température, et sa viscosité sera plus stable sur une grande plage de températures, mais la viscosité des deux sera d'environ 100 cSt à 40° C.

Avec le système SAE, plus le nombre est élevé, plus l'est la viscosité ; en effet une huile SAE 15W40 se comporte comme une huile SAE 15 quand il fait froid et une SAE 40 quand il fait chaud. Ceci garantit une protection suffisante à température de service, tout en étant sûr que l'huile ne soit pas trop épaisse pour circuler lorsque le moteur est froid. En fait, le « W » signifie « Winter », soit « hiver » en français. Le graphique en haut de la colonne suivante, illustre la relation entre les huiles monofonctionnelles et multifonctionnelles. Le VI d'une huile peut être augmenté d'un certain nombre de façons. Les huiles minérales multifonctionnelles types ont un additif, VII ou un additif améliorant l'indice de viscosité, qui est un polymère organique à longue chaîne qui se recroqueville étroitement quand il fait froid.



Relation entre température de viscosité d'huiles monofonctionnelles comparées aux huiles multifonctionnelles (exagérée)

Lorsque la température augmente, les polymères s'ouvrent et retardent la liquéfaction due à l'augmentation de la température. Le VI des huiles minérales très raffinées est naturellement élevé, et ce car le procédé de raffinage supprime les éléments constitutifs du pétrole brut dont les propriétés VI ne sont pas bonnes. Enfin, les lubrifiants synthétiques peuvent être chimiquement modifiés afin que les indices de viscosité soient élevés. Rappelez-vous que les huiles brutes simplement raffinées sans aucun additif, ont un VI naturel.

L'indice de viscosité d'une huile peut être déterminé en déterminant la viscosité cinématique de l'huile à deux températures ; généralement 40° C et 100° C. La viscosité cinématique se détermine en utilisant un viscosimètre cinématique. Les instruments types sont présentés ci-dessous.



Viscosimètres cinématiques types

Un bain d'huile de silicone est maintenu à une température constante (à moins d'un vingtième de degré) et une série de tubes sont immergés dans le bain. L'huile circule dans le tube sous l'effet de la gravité, jusqu'à ce qu'elle atteigne un capteur électronique en bas du tube. Lorsque l'huile passe devant le capteur, une minuterie s'allume. Un peu plus loin se trouve un autre capteur qui arrête la minuterie lorsque l'huile passe devant ce dernier. En fonction du diamètre du tube et du temps

nécessaire à l'écoulement de l'huile entre les deux capteurs, la viscosité peut être calculée. Un tube à viscosité est illustré ci-dessous.



Un tube à viscosité

Cette méthode d'essai est très facile. Elle est également rapide, bon marché, précise et reproductible. Ce n'est pas nécessairement le cas si l'on essaie de déterminer la viscosité dynamique, lorsqu'une d'huile est mise entre deux plaques, et que l'effort nécessaire pour faire pivoter une plaque sur l'autre, est calculé. Les avantages distincts de la détermination de la viscosité cinématique, ont garanti que cette méthode soit la meilleure. Cependant, la viscosité dynamique reflétera probablement plus véritablement ce qui se passe réellement dans un vrai système lubrifié. La quantification cinématique soumet l'huile à un très faible effort de cisaillement par la gravité, alors que les calculs de la viscosité dynamique impliquent des efforts de cisaillement rencontrés usuellement dans un système mécanique, qui, à leur tour, peuvent affecter la viscosité de l'huile en situation réelle.

Avant de poursuivre, nous considérons certaines unités mesure de la viscosité cinématique les plus courantes. Les secondes Saybolt universelles (SSU) furent très populaires aux États-Unis, et reposent sur le nombre de secondes prises par 60 millilitres d'huile pour circuler au travers un orifice soigneusement calibré. Les secondes Saybolt Furol (SSF) sont liées aux SSU. Cette méthode de détermination est essentiellement la même que l'universelle, mais concerne les fluides plus visqueux. Furol est, en fait, l'abréviation de « Fuel et Road Oils / carburants et huiles routières ». Les degrés Engler étaient très utilisés en Europe continentale, et reposent sur le rapport entre le temps mis par 200 millilitres d'huile pour circuler dans le viscosimètre, et celui pris par le même volume d'eau pour s'écouler à une température de 20° C. Les secondes Redwood étaient utilisées au Royaume-Uni et elles reposent sur le temps pris par 50 millilitres d'huile pour circuler dans le viscosimètre. Les facteurs de conversion changent d'un système à l'autre, mais la température doit être indiquée et il est généralement admis que le VI de l'huile est de 95.

Donc, maintenant que nous savons ce que nous déterminons, pourquoi nous le faisons et comment nous réalisons le test, que signifient les résultats ? Quelle est la signification d'une viscosité trop élevée ou trop faible ? D'où proviennent les changements de viscosité ?

CAUSES DES CHANGEMENTS DE VISCOSITÉ

La viscosité d'une huile peut augmenter en fonction d'un certain nombre de raisons, notamment de la polymérisation, de l'oxydation, de la perte de fractions légères par évaporation et de la formation de substances insolubles d'oxyde et de carbone. Les contaminants tels que l'eau, l'air, suie, antigél et l'ajout d'une mauvaise huile, peuvent également faire augmenter la viscosité d'une huile. Penchons-nous sur chacun de ces éléments.



Huile moteur très boueuse (contamination par la suie)

POLYMÉRISATION

La polymérisation des composés essentiels de l'huile peut se produire lorsque l'huile est soumise à des températures élevées, et ce pendant de longues périodes. L'huile de base contient différents composés organiques toutefois étroitement liés. Des températures élevées peuvent amener certains de ces composés à se regrouper chimiquement (« à s'entrecoller »), en créant des composés de poids moléculaire élevé de la même famille. Le phénomène se traduit par une augmentation considérable de la température d'ébullition de l'huile et de sa viscosité.

OXYDATION

Un autre effet étroitement lié à la polymérisation est l'oxydation, car une augmentation de l'oxydation est également le résultat d'une température élevée de service. L'huile de base peut réagir avec l'oxygène dans l'atmosphère. Cette réaction est connue sous le nom de « oxydation ». Elle peut également conduire à la polymérisation, mais en même temps, peut favoriser la formation d'acides organiques dans l'huile. L'effet général est une augmentation de l'acidité, de la viscosité et du niveau associés à une diminution du TBN (indice d'alcalinité total).

Pour chaque augmentation de la température de 10° C, vous doubler le niveau d'oxydation et, par suite logique, réduisez ultérieurement de moitié la durée de vie de l'huile. Cette situation n'est pas aussi grave qu'il ne semble, car les huiles

sont mélangées à des additifs qui combattent les effets des températures élevées et la formation d'acides. Une question souvent posée est « Quelle est la température maximale à laquelle cette huile peut résister ? » Malheureusement, il n'y a pas de réponse, car la durée de vie de l'huile dépend non seulement de la température de service mais aussi de la durée. Donc, ce que nous devons savoir est, quelle est la température et la durée ? Une huile moteur peut heureusement faire face à 150°C pendant une heure ou deux, mais se dégrader sévèrement à 100°C sur une durée plus longue.

FORMATION DE SUBSTANCES INSOLUBLES DE CARBONE ET D'OXYDE

La formation de substances insolubles d'oxyde et de carbone est également liée à l'oxydation. Une utilisation sous haute température peut provoquer la formation de différents composés insolubles dans l'huile. La suie se forme lorsque l'huile est partiellement oxydée et d'autres sous-produits peuvent s'en former également, augmentant ainsi la viscosité de l'huile. Ce phénomène peut également être simplement dû à une longue durée sans vidange d'huile ; même les meilleures huiles ne peuvent pas durer éternellement !

PERTE DE FRACTIONS LÉGÈRES

Une utilisation sous température élevée peut également provoquer une dégradation thermique de l'huile, en l'absence d'oxygène. Comme cela a déjà été mentionné, l'huile de base est constituée de différents composés étroitement apparentés. Ces composés sont de volatilités différentes (points d'ébullition). Si une huile est soumise à des températures élevées sur une longue durée, mais sans que ces températures ne soient très élevées, les composants à bas point d'ébullition s'évaporeront. Ce phénomène est connu sous le nom de « perte de fractions légères ». Ces composants les plus volatils sont également les fractions dont la viscosité est la plus faible, et ainsi, leur perte se conclut par une augmentation de la viscosité.

CONTAMINANTS

Les contaminants jouent également un rôle dans l'augmentation de la viscosité. L'eau est peut-être d'une viscosité plus faible que l'huile, mais quand elle se mélange à l'huile, elle peut réagir avec l'huile de base, plus important encore, avec les additifs. Des émulsions stables peuvent se former, créant des composés augmentant la viscosité de l'huile. L'eau est également une autre source d'oxygène, susceptible de favoriser l'oxydation dans les circonstances adéquates. La réaction de l'eau avec l'huile et les additifs, est connue sous le nom d'hydrolyse. Une petite mais mesurable quantité d'eau va effectivement se dissoudre dans l'huile, puis des émulsions apparaîtront et enfin l'eau libre sera visible dans l'huile. La quantité d'eau de chaque phase dépend de l'huile de base, de la composition chimique de l'additif et de la température de l'huile.

On peut trouver de l'air dissous ou libre dans l'huile. Il peut

également être entraîné (ce qui équivaut à une émulsion) et peut dégager une mousse. L'air agit à titre d'apport en oxygène existant déjà, et s'il est bien mélangé à l'huile, il favorisera l'oxydation qui épaissira l'huile.

Dans un monde idéal, la combustion de combustibles fossiles comme le diesel ou l'essence, conduira à la formation de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau, et rien de plus. Malheureusement, nous vivons dans le monde réel, où les combustibles fossiles ne sont pas des composés purs, et la combustion n'est pas efficace à 100 %. Une mauvaise combustion conduit à un combustible partiellement oxydé, entraînant l'accumulation de suie dans l'huile. Voilà pourquoi les huiles diesel moteur noircissent en très peu de temps. Encore une fois, les huiles sont élaborées avec des additifs, et ce afin de traiter une certaine quantité de suie, mais une fois que la limite est atteinte, la production de toute autre suie fait augmenter la viscosité de l'huile. Ce phénomène est connu, c'est le problème redouté de l'encrassement que beaucoup d'entre vous connaissent peut-être.

La contamination par des agents de refroidissement entraîne non seulement un problème en raison de la présence d'eau, mais si l'agent de refroidissement contient du glycol, l'effet est extrêmement négatif sur l'huile et peut provoquer un épaissement considérable de celle-ci, et ce dans un très court laps de temps.

Le moyen le plus simple d'augmenter la viscosité de l'huile, est d'ajouter un autre lubrifiant dont la viscosité est plus élevée. Rajouter une huile SAE 10W usuelle et 20 % d'une SAE 50 augmentera la viscosité de 35 %. Enfin, si vous voulez augmenter la viscosité de votre huile, oubliez tout simplement d'en changer. Tous les effets mentionnés ici ne font qu'empirer au fil du temps. Plus l'huile est utilisée, plus elle se dégrade et l'effet habituel est que la viscosité augmente. Rappelez-vous que les additifs de votre huile sont perdus. Une fois qu'ils ont fait leur travail, c'en est terminé d'eux ! Ils ne peuvent pas être régénérés - l'huile ne peut pas durer éternellement.

LES CONSÉQUENCES D'UNE VISCOSITÉ ÉLEVÉE

Quelles sont donc les conséquences d'une viscosité élevée ? Une viscosité élevée peut créer une traînée visqueuse. La friction est donc plus importante, qui à son tour génère plus de chaleur, ce qui permettra d'accélérer le processus d'oxydation - en fait un cercle vicieux, au contraire d'un cercle visqueux. Un écoulement insuffisant au niveau des roulements, une cavitation, un effet de vibration dans des paliers lisses, des pertes d'énergie et de puissance, de médiocres caractéristiques écumantes et désémulsifiantes, une accumulation de fluide dans les conduites d'évacuation et des difficultés de pompage lors des démarrages à froid, peuvent aussi tous provenir d'une augmentation de la viscosité. Cela étant dit, l'huile d'une viscosité trop faible peut souvent et réellement endommager davantage une pièce ; mais alors, quel est le facteur faisant diminuer la viscosité d'une huile ?



Huile hydraulique à faible viscosité

CAUSES D'UNE PERTE DE VISCOSITÉ

La diminution de la viscosité d'une huile est la conséquence de plusieurs facteurs, et les huiles sont mieux adaptées à une augmentation de la viscosité, car c'est une tendance physique et chimique naturelle d'une huile, accompagnant l'âge.

CRAQUAGE THERMIQUE

Certaines huiles peuvent faire l'objet d'un phénomène connu sous le nom de craquage thermique, qui est particulièrement préoccupant pour les fluides caloporteurs. Le craquage thermique peut être considéré comme étant l'opposé de la polymérisation, mais les deux phénomènes sont causés par une exposition prolongée à des températures élevées. Si la polymérisation est l'entrecollage d'un certain nombre de composés organiques similaires entraînant de nouveaux composés aux viscosités plus élevées (et points d'ébullition), le craquage thermique concerne la séparation de ces mêmes composés en petits morceaux. Ces petits morceaux seront de viscosités plus faibles et, plus important, de points d'ébullition inférieurs, résultant en des points d'éclair inférieurs et en une volatilité plus importante. Le point d'éclair d'une huile est la température minimale à laquelle un mélange huile / vapeur d'air résistera momentanément à la combustion, en présence d'une source externe d'inflammation. Un faible point d'éclair peut avoir des répercussions importantes sur la santé et la sécurité.

EFFORTS ÉLEVÉS DE CISAILLEMENT

Il a été mentionné précédemment que l'indice de viscosité d'une huile peut être augmenté en ajoutant certains composés. Malheureusement, ces polymères organiques longs s'ouvrent lorsque l'huile chauffe, ne sont pas complètement stables au cisaillement. Cela signifie que lorsque les composés sont soumis à des efforts de cisaillement élevés, comme cela se rencontre dans une boîte de vitesses automatique, ils commencent à se décomposer en entraînant une perte de viscosité permanente. Les huiles atteignant un VI élevé grâce à un raffinage ou en vertu de leur huile de base synthétique, ne sont pas soumises à ce phénomène.

CONTAMINATION

La viscosité d'une huile peut également diminuer en raison de la contamination ; dont la cause la plus commune est la dilution du carburant. Une huile moteur SAE 15W40 usuelle, aura une viscosité à 40° C comprise entre 100 et 120 cSt, tandis qu'un moteur diesel aura une viscosité comprise entre 3 et 5 cSt dans les mêmes conditions. Les huiles moteur et diesel sont totalement miscibles en toutes proportions. La conséquence la plus grave de la dilution du carburant sur l'huile, est de faire chuter sa viscosité, et la perte de viscosité entraîne une baisse de la résistance de l'huile. Ce qui signifie en fin de compte que la pellicule d'huile est trop mince pour continuer à individualiser les surfaces métalliques, et une certaine forme de panne ou de grippage est inévitable. Il est évident que la gravité de la panne et le temps qu'il lui faut pour apparaître, dépendront de facteurs tels que la marque, le modèle, l'utilisation, l'environnement, les facteurs de charge, la fréquence de changement de l'huile, les procédures de maintenance, etc. Une règle très approximative et élémentaire est que généralement 8,5 % de dilution du carburant, feront chuter la viscosité d'une huile 15W40 d'environ 30 % à 40° C, et d'environ 20 % à 100° C.

L'autre effet est moins évident et pas aussi grave, mais le diesel ne contient aucun des additifs dont l'huile est pourvue, donc pour 10 % de dilution du carburant, alors, en essence, vous avez réduit la concentration de l'ensemble des additifs de l'huile de la même quantité. Cela ne devient grave que lorsque la dilution du carburant est très élevée.

AJOUT DE SOLVANTS

La viscosité peut également être réduite par l'addition de solvants utilisés à titre d'agents de rinçage et de nettoyage, et ceux-ci ne doivent pas nécessairement se limiter aux moteurs. Les solvants peuvent également pénétrer dans le moteur par des carburants frelatés. Les compresseurs de réfrigération peuvent être contaminés par des gaz réfrigérants qui réduiront la viscosité, de même que tous les autres gaz de service qui se dissolvent dans le lubrifiant de toute autre pièce d'une machine.

AJOUT D'UNE HUILE DE FAIBLE VISCOSITÉ

Enfin, au même titre que l'effet de l'augmentation, la viscosité d'une huile peut diminuer si l'on ajoute un lubrifiant de faible viscosité. L'ajout de 20 % d'une huile SAE 10W à une huile SAE 50, permettra de réduire sa viscosité de près de 30 %.

LES CONSÉQUENCES D'UNE FAIBLE VISCOSITÉ

Quelles sont donc les conséquences d'une faible viscosité ? Une usure excessive due à la perte de résistance de l'huile, a déjà été mentionnée dans le cadre de la dilution du carburant. Les pertes d'énergie et une augmentation de la friction due au contact de métal à métal, en résulteront également. L'augmentation de la friction mécanique permettra également d'augmenter la quantité de chaleur dégagée, et ainsi d'augmenter les probabilités d'oxydation. L'une des fonctions d'un lubrifiant est de tenir le rôle de joint d'étanchéité ; une huile à faible viscosité n'étanche

pas correctement, et donc tant une fuite interne qu'externe peut être un problème.

Les huiles à faible viscosité sont également plus sensibles à la contamination par des particules, car les films des lubrifiants sont plus minces. Enfin, dans un monde idéal, un film hydrodynamique dépend d'une vitesse élevée, d'une viscosité élevée et d'une faible charge. Cela signifie que si la viscosité est faible, une charge élevée et / ou des utilisations à faible vitesse, peuvent entraîner un problème au niveau du film du lubrifiant.

QUANTIFICATION À 40° C COMPARÉE À 100° C

Les normes de l'industrie stipulent que les températures usuelles à laquelle la viscosité doit être quantifiée, sont 40°C et 100°C. Quels sont les différents avantages des deux températures ? La quantification à 40°C est utile si l'on veut détecter de façon précoce l'oxydation, la polymérisation et les problèmes thermiques de l'huile. C'est également un bon moyen de détecter les contaminants tels que le carburant et les fluides frigorigènes, qui feront tomber la viscosité. L'ajout d'huiles de viscosités différentes est plus évident à une température plus basse. Il est logique de déterminer la viscosité à la température la plus proche de la température réelle de service de la machine. Il faudrait déterminer la viscosité des équipements fonctionnant au voisinage de la température ambiante, à une température de 40°C. De toute évidence, les instruments de mesure de la viscosité fonctionnant à la température la plus proche de la température ambiante, sont plus faciles à utiliser sur le terrain ou dans l'usine.

La quantification à 100°C est avantageuse quant à la détection de la dégradation de l'additif améliorant l'indice de viscosité, et est mieux adaptée aux pièces fonctionnant à des températures élevées, notamment les moteurs à combustion interne. Les deux températures peuvent être utilisées lorsque le calcul ou le changement du VI est important, et lorsque plusieurs objectifs

doivent être atteints. En règle générale, la viscosité de tous les échantillons doit être déterminée à 40° C, et celle des moteurs à 100° C.

REMÉDIER AUX PROBLÈMES D'ALTÉRATION DE LA VISCOSITÉ

Changer l'huile tout simplement parce que la viscosité est trop élevée ou trop basse, ne va pas remédier au problème ; il faut y remédier correctement.

Si la viscosité de votre huile est trop élevée, vérifiez / recherchez :

- température de service
- présence d'eau ou de glycol
- les méthodes de remplissage
- qualité de la combustion
- aération

Si la viscosité de votre huile est trop faible, vérifiez / recherchez :

- tout dysfonctionnement du circuit de carburant
- la présence d'efforts élevés de cisaillement
- toute température élevée résultant en un craquage thermique
- toute contamination par des solvants et gaz dissous
- les méthodes de remplissage

Comme cela a été clairement démontré, la viscosité d'une huile peut être soumise à de nombreux facteurs et problèmes, ce pour de nombreuses raisons, et celles-ci peuvent aussi indiquer et entraîner de nombreux autres problèmes. Faire en sorte que la viscosité d'une huile demeure dans une plage raisonnable, se traduira par un équipement fonctionnant mieux, par des pannes moins imprévues, par une baisse des frais de main-d'œuvre et de pièces de rechange, par de moindres pannes et une rentabilité plus élevée. Assurez-vous que les viscosités soient contrôlées régulièrement, afin de remédier aux petits problèmes avant qu'ils n'évoluent en catastrophes majeures.

John Evans est responsable des diagnostics pour WearCheck Africa.

Des copies des bulletins techniques antérieurs se trouvent sur le site Web de WearCheck: www.wearcheck.co.za

SE RASSEMBLER POUR AIDER LA PLANÈTE

Si vous préférez recevoir les futurs numéros de WearCheck Monitor et du Bulletin technique par courrier électronique au lieu de les recevoir sous leur forme imprimée, veuillez en adresser la demande par courrier électronique à : support@wearcheck.co.za. Cette option s'applique également aux rapports imprimés.

Siège du KwaZulu-Natal
9 Le Mans Place,
Westmead, KZN, 3610,
PO Box 15108,
Westmead, KZN, 3608
t +27 (0) 31 700 5460
f +27 (0) 31 700 5471
e support@wearcheck.co.za
w www.wearcheck.co.za



Agences
Johannesburg +27 (0) 11 392 6322
Le Cap +27 (0) 21 981 8810
Port Elizabeth +27 (0) 41 360 1535
East London +27 (0) 82 290 6684
Rustenburg +27 (0) 14 597 5706
Middelburg +27 (0) 13 246 2966
Witbank +27 (0) 82 878 1578
Zambie: Lumwana +260 (0) 977 622287
Zambie: Kitwe +260 (0) 212 210161
EAU +971 (0) 55 221 6671
Inde +91 (0) 44 4557 5039



Les publications peuvent en reproduire des articles ou des extraits à condition de reconnaître la contribution de WearCheck, une partie de Torre Industries.