

UTILISER L'HUILE MOTEUR POUR **RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE CARBURANT**

TOUT CE QUE VOUS DEVEZ SAVOIR SUR LA VISCOSITÉ
À HAUTE TEMPÉRATURE ET À CISAILLEMENT ÉLEVÉS



MC Marque de commerce détenue ou utilisée sous licence.

UNE ENTREPRISE DE HOLLYFRONTIER

Avec l'appui des réglementations gouvernementales à l'échelle mondiale, les fabricants de moteurs haute tenue s'efforcent d'améliorer l'économie de carburant et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'une des façons d'y parvenir partiellement est d'utiliser des huiles moteurs à viscosité à température et à taux de cisaillement élevés (HTHS) plus faibles. Mais qu'est-ce qu'une huile HTHS?

Ce document technique couvre les sujets suivants :

1. Que signifie l'acronyme HTHS?
2. Économie de carburant et protection du moteur
3. Les plus récentes catégories d'huile haute tenue
4. Utiliser des améliorants d'indice de viscosité pour contrôler la viscosité de l'huile
5. Tableau SAE J300 des grades de viscosité pour les huiles moteurs
6. Impact de la dégradation de l'huile « en cours d'utilisation » sur la viscosité HTHS

QU'EST-CE QUE LA VISCOSITÉ À TEMPÉRATURE ET À TAUX DE CISAILLEMENT ÉLEVÉS (HTHS)?

La viscosité HTHS est la façon dont nous mesurons la capacité d'une huile entièrement réchauffée (150 °C/302 °F) à s'écouler dans les espaces étroits entre les pièces de moteur à mouvement rapide.

Les conditions de température et de taux de cisaillement élevés surviennent dans les zones de contact, comme l'interface entre segments et chemises, les soupapes d'échappement et les engrenages. Selon les classifications de viscosité d'huile moteur SAE J300, cela se produit dans des conditions de cisaillement élevé entre 1,0 et 1,4 x 10⁶ sec⁻¹, selon la méthode d'essai utilisée.

La viscosité HTHS est mesurée en millipascals secondes (mPa·s) ou en centiPoise (cP).

Faible viscosité HTHS = Consommation réduite de carburant

Lorsqu'elle est observée à des températures de fonctionnement normales (70 à 100 °C/158 à 212 °F), la viscosité HTHS de l'huile moteur est inversement proportionnelle à la réduction de la consommation de carburant.

Des recherches ont montré qu'une viscosité HTHS plus faible a le potentiel de réduire la consommation de carburant de 0,5 % à 2,0 % pour chaque réduction de 0,5 cP de la viscosité HTHS, selon le type de moteur et les conditions de fonctionnement.

Une viscosité HTHS trop basse peut réduire la durabilité

Un film d'huile plus mince peut entraîner une augmentation du frottement et de l'usure. Cela peut également provoquer :

- Une perte permanente de la viscosité due aux conditions de cisaillement à haute température de l'améliorant d'indice de viscosité
- Une baisse de la pression d'huile lorsque le moteur fonctionne au ralenti avec de l'huile entièrement chauffée

En résumé

Une viscosité HTHS faible a tendance à améliorer le rendement énergétique, ce qui réduit les émissions de gaz à effet de serre. Par contre, une viscosité HTHS plus élevée offre une meilleure protection contre l'usure. Il faut donc trouver un équilibre judicieux lors de la formulation de l'huile moteur.

ÉCONOMIE DE CARBURANT ET PROTECTION DU MOTEUR

Trouver le bon équilibre

L'huile moteur protège les composants internes essentiels et permet de garantir que le moteur fonctionne avec une efficacité maximale. Élément vital au fonctionnement du moteur, l'huile moteur haute tenue est essentielle au bon fonctionnement d'un parc, mais il est important de trouver le bon équilibre entre protection et facilité de mouvement. La couche d'huile doit être suffisamment épaisse pour maintenir la séparation des composants essentiels, mais suffisamment mince pour permettre une réduction de la consommation de carburant.

Une viscosité HTHS suffisamment grande crée un film d'huile protecteur entre les pièces mobiles. Cette protection est essentielle pour prévenir l'usure du moteur dans l'interface entre les segments et les chemises.

La viscosité HTHS est mesurée selon la méthode d'essai ASTM D4683. Selon cette méthode, l'huile est introduite entre un rotor et un stator à une température prescrite. Pour les huiles haute tenue pour moteurs diesel, cette température est réglée à 150 °C (302 °F). Le rotor est soumis à un couple réactif causé par la résistance de l'huile à l'écoulement (friction visqueuse) et sa réponse au couple est utilisée pour quantifier la viscosité HTHS.

LES PLUS RÉCENTES CATÉGORIES D'HUILE HAUTE TENUE

Depuis un certain temps, les fabricants de moteurs poursuivent leurs efforts visant à réduire la consommation de carburant. C'est ainsi que l'industrie s'est orientée vers des solutions à plus faible viscosité, comme en témoigne le lancement des catégories d'huile CK-4 et FA-4 de l'API en décembre 2016.

- La norme FA-4 spécifie une viscosité HTHS comprise entre 2,9 et 3,2 cP
- La norme CK-4 spécifie une viscosité HTHS égale ou supérieure à 3,5 cP

Les huiles FA-4 de viscosité HTHS plus faible offrent un rendement énergétique potentiellement accru, mais leur usage est limité aux moteurs plus récents conçus pour fonctionner avec ce type d'huiles. Cela exclut certains moteurs plus anciens qu'on trouve encore dans les parcs existants, car l'huile n'a pas été conçue pour les composants de tels moteurs.

Les huiles FA-4 à faible viscosité réduisent les pertes par frottement entre les composants mobiles du moteur ainsi que les pertes par pompage et par rotation, ce qui se traduit par une traînée moins visqueuse et une meilleure économie de carburant. Ce résultat permet aux moteurs de fonctionner plus efficacement et de consommer moins de carburant, tout en offrant des niveaux de protection contre l'usure améliorés grâce à une distribution plus efficace de l'huile entre les pièces mobiles du moteur.

Adopter des huiles à faible viscosité HTHS

Les fabricants de moteurs ont peut-être commencé à adapter la conception de leurs moteurs aux huiles FA-4 pour permettre aux utilisateurs finaux de réaliser les économies de carburant qu'offrent les huiles à faible viscosité HTHS.

Les huiles CK-4 d'une viscosité HTHS égale ou supérieure à 3,5 pourraient être utilisées dans les véhicules plus anciens du parc, ainsi que dans tous les nouveaux moteurs nécessitant une viscosité HTHS plus élevée pour les protéger contre l'usure (généralement pour une utilisation hors route).

Entre avril 2013 et janvier 2015, la SAE a incorporé trois nouveaux grades de viscosité à son échelle de viscosité J300 et à sa norme de classification des huiles moteurs (voir le tableau SAE J300 qui présente la viscosité des huiles moteurs).

Ces huiles qui visent à réduire la consommation de carburant sont :

- SAE 16 - 2,3 mPa·s (min.)
- SAE 12 - 2,0 mPa·s (min.)
- SAE 8 - 1,7 mPa·s (min.)

Ces grades de viscosité HTHS beaucoup plus bas ne sont pour le moment applicables qu'aux équipements des automobiles.

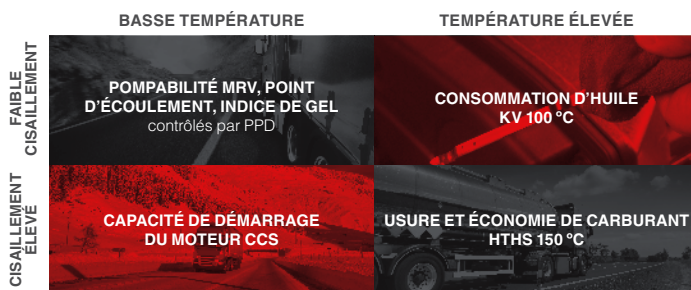
On peut s'attendre à ce que la demande de véhicules économes en carburant continue à croître, c'est pourquoi les fabricants de lubrifiants recherchent continuellement des huiles à plus faible viscosité HTHS. Chez Lubrifiants Petro-Canada, nous cherchons sans cesse à atteindre des viscosités plus basses et nous testons des huiles d'une viscosité HTHS inférieure à 2,9 cP. Il est important de trouver un équilibre entre la protection des pièces et leur facilité de mouvement. Ainsi, si nous pouvons démontrer qu'une huile 0W-20 peut offrir une protection équivalente à celle d'une huile 10W-30 ou 15W-40 tout en offrant des avantages en matière d'économie de carburant, cela pourrait représenter un important pas en avant dans le développement des huiles moteurs.

UTILISER DES AMÉLIORANTS D'INDICE DE VISCOSITÉ POUR CONTRÔLER LA VISCOSITÉ DE L'HUILE

Toutes les huiles doivent permettre aux moteurs de fonctionner dans une large plage de températures tout en maintenant l'usure au minimum. Pour y parvenir, les formulateurs d'huile moteur s'appuient sur les améliorants d'indice de viscosité (AIV) pour réduire les effets de la température sur la viscosité et pour assurer les performances recherchées dans des conditions de fonctionnement à faible cisaillement et à cisaillement élevé. Ces améliorants aident à contrôler les caractéristiques de viscosité pour assurer l'équilibre entre le débit d'huile et l'épaisseur du film d'huile.

Les améliorants sont des polymères qui peuvent subir un cisaillement sous la contrainte de forces mécaniques. Ce cisaillement est la principale source de perte de viscosité dans une huile moteur.

L'industrie automobile a adopté plusieurs essais pour quantifier les performances de l'huile moteur sur une large gamme de conditions de température et de cisaillement.



Basses températures

À basses températures, les améliorants ont pour effet de réduire l'épaississement de l'huile, assurant que le débit dans le moteur réponde aux exigences de conception. Ils doivent être capables d'améliorer les caractéristiques d'écoulement à froid et d'assurer une résistance à la rupture par cisaillement. L'écoulement d'huile dans les conduites et dans le carter n'engendre qu'un faible cisaillement. Lorsque le cisaillement est élevé, par exemple dans les paliers du moteur, les améliorants doivent garantir la viscosité nécessaire pour maintenir un débit d'huile suffisant et assurer une protection adéquate des composants vitaux du moteur.

Températures élevées

À des températures élevées, les améliorants aident à prévenir l'éclaircissement de l'huile de manière à garantir l'épaisseur du film et une lubrification limite dans l'ensemble du moteur. Ils doivent être capables d'améliorer les caractéristiques de viscosité à chaud et d'assurer une résistance à la rupture par cisaillement. À des températures élevées, des conditions de faible cisaillement sont présentes dans les chemins de fuite (joints d'huile, segments de piston) et une viscosité trop faible à ces endroits peut augmenter la consommation d'huile.

Le test de la viscosité HTHS

Cet essai mesure la viscosité et indique l'épaisseur probable du film d'huile lorsque les composants critiques sont soumis à des conditions sévères de vitesses élevées. Une huile trop liquide dans ces conditions peut ne pas assurer la protection nécessaire, ce qui pourrait entraîner l'usure des composants essentiels du moteur.

TABLEAU SAE J300 DES GRADES DE VISCOSITÉ POUR LES HUILES MOTEURS

Mise en garde : Les plages de viscosité cinématique pour les grades de viscosité SAE 8 à SAE 20 se chevauchent partiellement. L'assignation d'un indice de viscosité unique à une huile à moteur qui répond aux spécifications de viscosité cinématique de plus d'un grade est abordée à la section 6 de la classification SAE J300 des huiles moteurs selon leur viscosité.

Grade de viscosité SAE	Viscosité au démarrage à basse température ³ (°C), mPa-s, max.	Viscosité de pompage à basse température ⁴ (°C), mPa-s (max.) sans contrainte d'élasticité ⁴	Viscosité cinématique à taux de cisaillement bas ⁵ (mm ² /s) à 100 °C, min.	Viscosité cinématique à taux de cisaillement bas ⁵ (mm ² /s) à 100 °C, max.	Viscosité à taux de cisaillement élevé ⁶ , (mPa-s) à 150 °C, min.
0W	6 200 à -35	60 000 à -40	3,8		
5W	6 600 à -30	60 000 à -35	3,8		
10W	7 000 à -25	60 000 à -30	4,1		
15W	7 000 à -20	60 000 à -25	5,6		
20W	9 500 à -15	60 000 à -20	5,6		
25W	13 000 à -10	60 000 à -15	9,3		
8			4,0	< 6,1	1,7
12			5,0	< 7,1	2,0
16			6,1	< 8,2	2,3
20			6,9	< 9,3	2,6
30			9,3	< 12,5	2,9
40			12,5	< 16,3	3,5 (grades 0W-40, 5W-40 et 10W-40)
40			12,5	< 16,3	3,7 (grades 15W-40, 20W-40, 25W-40, 40)
50			16,3	< 21,9	3,7
60			21,9	< 26,1	3,7

1. Remarques - 1 mPa-s = 1 cP; 1 mm²/s = 1 cSt.

2. Toutes les valeurs, sauf la viscosité au démarrage à basse température, sont des spécifications critiques définies par l'ASTM D3244.

3. ASTM D5293 : Viscosité au démarrage – Le protocole de spécification non critique dans l'ASTM D3244 s'applique avec une valeur P de 0,95.

4. ASTM D4684 : À noter que la présence d'une limite d'écoulement détectable par cette méthode constitue un échec, peu importe la viscosité.

5. ASTM D445.

6. ASTM D4683, ASTM D4741, ASTM D5481 ou CEC L-36-90.

IMPACT DE LA DÉGRADATION DE L'HUILE « EN COURS D'UTILISATION » SUR LA VISCOSITÉ HTHS

Pendant les cycles de fonctionnement normaux, la viscosité de l'huile est affectée par un certain nombre de processus physiques et chimiques, qui à leur tour ont un impact sur la valeur HTHS au fil du temps :

- Réduction de la viscosité apparente due au cisaillement mécanique du polymère AIV
- Contamination par combustion incomplète - la suie peut s'agglomérer en particules plus grosses et augmenter la viscosité apparente si elle n'est pas correctement dispersée
- L'oxydation thermique peut augmenter la viscosité apparente des huiles
- La dilution par le carburant peut réduire la viscosité

Des huiles moteurs bien formulées réduiront la variation de viscosité et maintiendront une valeur de viscosité HTHS plus stable pendant tout l'intervalle de vidange.

AUTEUR ET SOURCES

À propos de l'auteur

Darryl Purificati est l'agent de liaison technique auprès des fabricants d'équipement d'origine, Lubrifiants Petro-Canada.

Sources

1. Basar, Paul et Chris Meldrum.
Global Drivers to Lower Viscosity Grade Engine Oils. PCEO – Site Web Lubrizol.
2. SAE International. SAE J300 – Classification SAE des huiles moteurs selon la viscosité.
3. Site Web Oronite : <https://www.oronite.com/paratone/viscositybasics.aspx>

