



Salut l'ami motoneigiste, combien de fois la discussion est revenue sur la table : huile synthétique, minérale etc... ? Voici un article réalisé par M. Kevin Cameron, une sommité au niveau des moteurs deux temps et 4 temps, qui répondra sûrement à plusieurs de vos interrogations... Bonne lecture!

Les huiles

par Kevin Cameron

Les huiles sont « mélangeantes ». Les exigences des fabricants à ce sujet sont d'ordre général, diverses huiles d'origine minérale, végétale (du moins en partie) ou synthétique pouvant faire l'affaire, mais certains utilisateurs ne jurent que par certaines huiles – souvent très coûteuses. Les huiles synthétiques, par exemple, sont offertes dans de nombreuses formes sous des noms alléchants comme poly-alpha-oléfine et neopentyl polyol ester. Qu'est-ce que ces noms signifient pour ce qui est du rendement et de la vie utile d'un moteur de motoneige? Existe-t-il des élixirs magiques qui peuvent doubler la vie de votre machine? Ou devons-nous donner raison aux vieux qui disaient « voyons, de l'huile, c'est de l'huile », et acheter la moins chère sur le marché?

Si le prix est sans importance, on peut gaiement payer jusqu'à 14 \$ pour un litre d'huile super. Si le prix est un facteur, alors nous aimerions en savoir davantage avant d'acheter.

On peut se renseigner au sujet des huiles, mais en réalité la grande partie de l'information utile nous vient des tests des fabricants par la voie des exigences indiquées dans le carnet d'entretien de nos motoneiges. On peut aussi compter sur sa propre expérience et celle des amis. Le reste, c'est de l'information générale – sur la fabrication et les fonctions des huiles, les matières utilisées, le rôle des additifs. Ce genre d'information générale peut cependant nous amener à scruter avec plus d'objectivité les prétentions des raffineries.

De toute évidence, les huiles servent à lubrifier. Lorsqu'un segment de piston glisse contre la paroi huilée d'un cylindre, la viscosité, ou friction interne de l'huile, empêche le segment de frotter contre la paroi et prévient donc un contact métal sur métal. En effet, une partie de l'huile est entraînée entre les pièces mobiles pour former un tampon de pression qui les sépare. La formation de ce tampon dépend de la viscosité de l'huile et de la vitesse relative des pièces. Plus l'huile est visqueuse et la vitesse relative élevée, plus épais sera le tampon formé et plus les pièces seront séparées – et vice-versa. Comme une force doit être exercée pour que le piston glisse sur la pellicule d'huile, il existe un rapport entre la viscosité de l'huile et la friction du moteur. En pratique, le choix de la viscosité est un compromis – elle

doit être suffisamment élevée pour assurer une séparation réelle des pièces mobiles, mais pas au point d'occasionner une trop grande perte par frottement.

L'on peut voir l'évolution de ce compromis dans les huiles pour les moteurs à quatre temps des voitures et des motos dont la viscosité a décliné au cours des deux dernières décennies. Ces changements avaient pour but de réduire la consommation de carburant (en diminuant la perte par frottement liée à la viscosité), mais n'ont pu être effectués qu'en améliorant le fini des surfaces des parois des cylindres et des tourillons. Des pièces plus lisses peuvent être convenablement lubrifiées par des pellicules d'huile plus minces. D'où l'apparition des cylindres enduits de Nikasil.

Les huiles doivent également lubrifier les pièces en l'absence de pleines couches d'huile liquide. Cela survient au démarrage, lorsque l'huile s'est égouttée des pièces. Cela se produit également lorsque le mouvement relatif des pièces est très lent – par exemple entre les segments de piston et la paroi du cylindre aux positions point mort haut (PMH) et point mort bas (PMB). Comme les segments bougent très lentement ou sont arrêtés à ces positions, l'huile a le temps de s'écouler, ce qui permet un contact beaucoup plus étroit entre le segment et la paroi du cylindre. C'est pourquoi l'usure d'un cylindre se produit surtout lorsque le segment est arrêté en PMH (la forte pression des gaz le presse durement contre le cylindre) et moins en PMB (il n'existe pratiquement aucune pression sur le piston).

Cette situation est dite « lubrification mixte » parce qu'une partie de la charge est portée par la viscosité de l'huile qui « essaie » de monter une pleine couche lubrifiante, alors qu'une autre est portée par le contact entre les surfaces. Je n'ai pas dit « contact métal sur métal » parce que les additifs dans l'huile agissent de manière à prévenir cela.

Une importante catégorie d'additifs comprend les molécules d'huile qui peuvent adhérer fortement aux surfaces métalliques. On les dit « onctueuses » et on les appelle des modificateurs de friction. Toutes les molécules d'huile sont de longues chaînes flexibles, comportant habituellement une armature d'atomes de carbone dont chacun est lié à un atome d'hydrogène ou plus. Les molécules « onctueuses » se



situent à une extrémité d'un groupement polaire, des assemblages d'atomes qui peuvent se fixer électriquement aux surfaces métalliques. Ces surfaces se recouvrent d'au moins une couche, parfois davantage, de ces brins herbiformes.

La friction avec des couches complètes de lubrifiants est de l'ordre de 0,001-0,002 fois la charge appliquée, alors que la friction métal sur métal à sec est des milliers de fois plus élevée. La friction métal sur métal produit de grandes quantités de chaleur, laquelle fait bouillir tout lubrifiant résiduel, ce qui provoque une soudure locale et un écaillage de la surface. Cependant, lorsqu'une couche d'additif est présente et que la lubrification pleine couche se dégrade, la friction demeure faible (d'environ 0,01), la chaleur de frottement est donc limitée et les surfaces des pièces sont protégées. Si la couche d'additif est arrachée, elle se « guérit » d'additif présent dans l'huile environnante. Cette action est à la base de l'excellent comportement antigrippant des anciennes huiles de ricin de la course automobile.

Les additifs antiusure, comme le fameux « zinc » ou dithiophosphate dialcoïlique de zinc, sont plus puissants. Aux points de haute friction, la température locale dégrade ces composés, ce qui libère du phosphore, du soufre et du chlore actif. Ces éléments réagissent avec la surface métallique et forment des couches résistantes mais à faible frottement de phosphures et chlorures métalliques. Lorsque les contacts locaux entre des pièces mobiles sont étroits, ces couches offrent une protection physique et réduisent la production de chaleur grâce à leur faible friction. Sous des pressions plus fortes, les couches superficielles peuvent être endommagées ou même arrachées, se sacrifiant pour protéger le métal qu'elles recouvrent. La couche à la surface se reforme ensuite à partir de l'additif résiduel dans l'huile.

La lubrification des roulements à rouleaux est un cas particulier. De tels roulements requièrent très peu d'huile, mais il en faut une certaine quantité pour qu'ils survivent. Grâce à une étrange propriété dite « comportement élastohydrodynamique », même une couche très fine d'huile sur les cages des rouleaux ou des billes permet de répartir la charge, ce qui prolonge l'endurance des pièces. Sous une pression extrême, la viscosité de l'huile peut (momentanément) augmenter par un facteur de 30 000, faisant en sorte que l'huile agit comme un lubrifiant solide. En outre, la présence d'huile élargit la dispersion de la chaleur hors des rouleaux de bielle chauds et de l'arbre du vilebrequin.

Les dispersants forment une autre catégorie importante d'additifs. Lorsque le moteur tourne, l'huile en contact avec le segment supérieur chaud et le piston peut polymériser (les chaînes d'huile se lient ensemble, ce qui augmente leur

viscosité) pour former une gomme qui peut parfois gripper le segment sur le piston. Les dispersants forment des couches superficielles sur les pièces et les particules d'huile polymérisée, ce qui prévient qu'un phénomène s'ajoute à l'autre. Par exemple, lorsque j'ai utilisé une huile de ricin dans des moteurs de motocyclette à deux temps à la course de Daytona 200, je me suis aperçu que les segments étaient souvent coincés, du moins en partie, après deux heures de fonctionnement à haut régime. J'ai changé pour une huile comportant un coefficient de dispersant plus élevé et les segments se sont remis à bouger librement.

Vous entendrez parler de dispersants sans cendre. Les anciennes huiles contenaient des détergents (pour maintenir les segments en mouvement) dont la combustion produisait des produits solides qui pouvaient avec le temps bloquer les lumières d'échappement ou gripper les soupapes d'échappement utilisés dans certaines motoneiges. Les dispersants sans cendre moderne ne produisent plus de telles cendres solides.

Les additifs anticorrosion sont particulièrement importants pour les véhicules remisés pendant de longues périodes de temps. Ils servent à prévenir la rouille ou la transformation de l'aluminium et du magnésium en une vilaine poudre blanche. Les motoneigistes plus âgés se rappellent que certaines des premières huiles synthétiques (fin des années 1960, années 1970) accélèrent en fait la rouille. Non seulement ces huiles étaient-elles dépourvues d'additifs anticorrosion, mais elles absorbaient activement l'humidité dans l'air.

Un rôle semblable est joué par les agents gluants, dont la fonction est de maintenir l'huile sur les pièces qui autrement pourrait s'égoutter durant des périodes d'inactivité.

Les antioxydants ont pour effet de ralentir la formation de gommages polymères et de vernis provenant de l'huile chaude exposée à l'air.

À de faibles températures, les dépresseurs du point d'écoulement sont importants, puisqu'ils empêchent l'huile de s'agglutiner en solides ou cires impossibles à pomper. Les composants qui forment des cires dans les huiles peuvent être éliminés par raffinage, mais certains d'entre eux sont des lubrifiants précieux. Par conséquent, les DPE sont utilisés pour entourer et isoler les particules cireuses lorsqu'elles sont petites, les empêchant de s'agglomérer.

La chimie des additifs se complique du fait qu'il faut conserver la quantité nécessaire d'additif en état de dissolution ou de suspension dans l'huile. Les huiles synthétiques présentent des problèmes particuliers concernant les additifs à ajouter.

L'un des additifs dont on parle beaucoup est le polyisobutylène (PIB), à usages multiples. Il s'agit en fait de caoutchouc synthétique non vulcanisé; ses très longues molécules aident à empêcher les pertes de viscosité dues à la température. Il prévient également les grippages. L'un des principaux emplois du PIB est comme additif antifumée. Les longues molécules du PIB bloquent la dégradation de l'huile en fines particules que l'on voit sous forme de fumée d'échappement. Comme on peut s'y attendre, l'utilisation de grandes quantités d'un tel additif visqueux augmente le couple au démarrage à froid. Heureusement, utilisée en petite quantité, le PIB est un additif antifumée efficace.

Il est déconseillé de changer de marque ou de type d'huile sans une bonne raison. La nature de la lubrification et les technologies en matière d'additifs utilisées par les fabricants font en sorte que, pour un usage normal, il est peu probable que les résultats soient très différents d'un produit donné à un autre. Ces bonnes raisons, pour ceux qui songent à changer d'huile, pourraient être par exemple des problèmes comme le grippage des segments de piston ou des soupapes d'échappement, la rouille durant la saison morte, etc. S'il se dégage trop de fumée, le réglage de la pompe à huile devrait d'abord être vérifié. Si vous manquez de votre marque d'huile sur le terrain, utilisez bien sûr n'importe quelle huile conforme aux exigences du fabricant jusqu'à ce que vous en trouviez de votre marque habituelle. N'oubliez pas cependant que dans les moteurs utilisant un pré mélange d'huile et de carburant, tout changement du ratio du mélange d'huile modifiera également le mélange de carburant. Plus vous ajoutez d'huile et plus pauvre sera le mélange dans votre moteur.

De l'huile aux yeux?

Nous avons tous vu ces démonstrations où un vendeur verse quelques gouttes de votre huile préférée dans son testeur de lubrifiant à bille. En quelques secondes, l'huile fume. Échec! Mais le vendeur ajoute une goutte de son élixir et voilà, la fumée disparaît! J'en achète vingt caisses tout de suite!

Doucement! L'élixir est un additif à base de chlore contre les pressions extrêmes qui cause en fait l'usure rapide du polissage dans les moteurs et dans certains cas provoque également des détonations (même un javellisant au chlore ferait disparaître la fumée). Verdict : les moteurs ne sont pas des testeurs de lubrifiant et ils ne sont pas compatibles avec tous les types d'additifs. D'autres lubrifiants miracles contiennent des particules infimes de Téflon. Il est écrit sur l'étiquette « Approuvé pour usage en aéronautique ». Ça doit vouloir dire quelque chose, non? En réalité, une telle « approbation » signifie uniquement qu'il n'a pas été démontré que l'additif cause des dommages. Que penser maintenant de ces démonstrations où un moteur est « traité » à l'aide d'un élixir mystérieux et vidangé de toute son huile, puis la machine démarre et disparaît au loin? Aucun fabricant de lubrifiant ne vous conseillera d'essayer, mais il est bien connu qu'avec les additifs dans toute bonne huile à moteur moderne, le truc peut marcher.

Minérale, végétale ou synthétique?

Des études sur la lubrification effectuées avec des substances pures ont permis d'établir quelles propriétés étaient souhaitables dans les molécules d'huile. Il existe en gros trois façons d'obtenir ces structures désirées. L'une consiste à isoler des flux des raffineries, ce qui se fait en utilisant certains solvants. Une autre est de laisser des plantes vivaces, par exemple, le ricin, le colza ou le jojoba, synthétiser les structures moléculaires désirées. Les additifs d'onctuosité dérivés des plantes sont des composants précieux de nombreuses huiles à haute performance. La troisième méthode est d'utiliser la synthèse chimique pour créer expressément les molécules d'huile désirées.

L'huile de pétrole, à son arrivée d'une tour de distillation du brut, est un mélange de nombreuses structures moléculaires de point d'ébullition comparables. Il existe des chaînes droites, des chaînes ramifiées et des structures cycliques. Nous pouvons comparer une huile de pétrole de ce type à une armée de conscrits – il y a des soldats grands et des petits, des gros, des soldats honnêtes, un mélange de toutes sortes de qualités. Lorsque l'huile est raffinée, la plupart des structures moins désirables sont éliminées et ce qui reste s'approche davantage de l'idéal, un commando d'élite. C'est ainsi que sont fabriquées les huiles minérales de qualité supérieure.

Les huiles végétales sont comme une armée de clones : toutes les molécules sont identiques. Les huiles synthétiques possèdent également cette qualité, mais dans leur cas, la structure résulte de l'intervention humaine et non du hasard.

En raison de ces différences, on fait souvent observer que les huiles synthétiques peuvent mieux tolérer des températures élevées prolongées et d'autres conditions extrêmes. Si, par contre, votre utilisation de votre moteur ne l'expose pas à ces conditions extrêmes, il est moins nécessaire de payer plus cher pour avoir ces qualités. Vous trouverez l'information pertinente dans les recommandations du fabricant concernant les huiles. Ces recommandations résultent de la mise à l'essai systématique des huiles, au prix d'innombrables moteurs ruinés, utilisant divers lubrifiants et procédés. Le fabricant moyen consacre chaque année des centaines de milliers de dollars à ces tests.

Lorsque votre fabricant vous dit d'utiliser des huiles qui répondent à certaines normes éprouvées, par exemple OJNA-FC, TC-W-III ou ISO-L-EGD, cela signifie que toute huile respectant cette norme donnera un bon rendement dans votre moteur. Jusqu'ici, aucun moteur existant ne crée des conditions de lubrification telles qu'un fabricant ait dû spécifier que seule une huile synthétique devait être utilisée, mais ce jour pourrait venir.

Qu'est-ce qu'une huile synthétique?

Pour la plupart, les huiles synthétiques ont été élaborées aux frais des gouvernements pour un usage militaire particulier. Cela en fait-il de meilleures huiles pour les moteurs de motoneige? Pas nécessairement. Le seul véritable test d'une huile pour un moteur de motoneige s'effectue dans un moteur de motoneige. Ce qui nous ramène aux recommandations du fabricant en matière d'huiles et à l'expérience d'autres motoneigistes qui utilisent un type de moteur particulier.

Prenons les huiles de silicone, une classe d'huiles synthétiques très stables. Les silicones résistent très bien à l'oxydation et perdent leur viscosité à haute température plus lentement que les autres huiles. En dépit de ces propriétés intéressantes, les silicones sont des lubrifiants abominables pour tout frottement à glissement (pistons et segments!) parce que leur inertie chimique les empêche de se fixer aux surfaces. La leçon ici, c'est qu'un nom chimique impressionnant et quelques propriétés remarquables ne font pas nécessairement une percée en lubrification. Les tests et l'expérience sont la base en cette matière.

L'huile ne peut faire le travail toute seule dans les moteurs de motoneige. Elle doit être aidée par divers additifs correspondant tant à l'huile qu'à un besoin précis. Par conséquent, il est fort possible qu'une huile minérale raffinée comprenant un excellent groupe d'additifs fasse mieux l'affaire qu'une huile synthétique de qualité ne comprenant qu'un mélange d'additifs médiocre.

Lorsqu'on lit des publicités sur la réduction du frottement, on ne doit pas perdre de vue que la perte par frottement normale d'un moteur avoisine les 15 %. C'est-à-dire que si la pression des gaz exercée contre les pistons produit 100 chevaux, la puissance qui se rend au vilebrequin, une fois toutes les pertes par frottement soustraites, est d'environ 85 chevaux. Il est donc peu probable que tout à coup, des réductions importantes de cette friction soient rendues possibles par une nouvelle technologie de lubrification, puisque l'essentiel de cette perte provient de la viscosité nécessaire au départ pour assurer une bonne lubrification. Ainsi, quand on lit « Diminue jusqu'à 3 % la perte par frottement », cela ne veut pas dire que la puissance est augmentée de 3 %. Cela signifie simplement que, dans des conditions optimales en laboratoire, le produit peut réduire de 3 % cette perte de charge par frottement de 15 %, soit $0,15 \times 0,03 = 0,0045$. C'est moins que la moitié de 1% de la puissance totale.

Normes des essais d'huile et ce qu'elles signifient

Les moteurs à deux temps d'aujourd'hui produisent environ dix fois plus de puissance par pouce carré de couronne de piston qu'il y a cinquante ans. Cette énorme augmentation repose sur l'évolution constante de la capacité des lubrifiants de résister à des températures et charges sans cesse croissantes. Chaque secteur industriel établit les normes en matière de lubrification qui lui conviennent et les met à jour au besoin. Lorsque vous lisez « Respecte ou dépasse telle ou telle norme » sur un litre d'huile, cela signifie que cette huile a réussi la batterie de tests que cette norme implique.

L'histoire des normes en ce qui a trait aux huiles est le corollaire de l'histoire des moteurs. À mesure que les tr/min et la puissance augmentaient, on a dû améliorer constamment les huiles pour que les pistons glissent sans entraves, pour empêcher les grippages et garder les roulements à rouleaux de bonne humeur. L'ancienne norme « TC » (deux temps) de l'American Petroleum Institute nous gardait des grippages avec des constituants de pétrole qui ressemblaient à du miel. Elle s'appuyait sur des détergents à base de métal pour empêcher le grippage des segments de piston, mais ces détergents pouvaient provoquer la corrosion des bougies.

La norme suivante, TC-W, a remplacé les détergents/dispersants à base amide-imide pour empêcher toujours le grippage, mais en évitant cette fois la corrosion des bougies. C'était une norme de la Boating Industry Association (BIA) qui visait les gros moteurs hors-bord à régime lent et habituellement surrefroidis. Plus tard, la BIA, devenue la National Marine Manufacturers Association (NMMA), établit la norme TC-W-II assurant une plus grande protection contre le grippage des segments à des températures de piston plus élevées. Elle interdisait l'usage du phosphore pour répondre aux normes environnementales. La norme TC-W-III actuelle vise « une excellente lubrification et le libre mouvement des segments ».

Des normes assez proches de ce que les motoneiges exigent ont été établies par l'Organisation japonaise des normes automobiles (OJNA). Ces normes vérifient le pouvoir dispersant (libre mouvement des segments), la lubrification (résistance au grippage), le couple au démarrage, la formation de fumée et la formation de dépôts.

Dans le test de lubrification de l'OJNA, on fait fonctionner un moteur sans liquide de refroidissement, relié à un dynamomètre et on mesure la perte de puissance. L'épreuve est répétée et la chute de puissance doit se situer à l'intérieur de valeurs préétablies. Les pourcentages d'huile sont progressivement diminués (60:1, 100:1, puis 150:1) et pourtant, malgré la privation d'huile, le moteur ne doit pas gripper et la puissance ne doit pas diminuer au-delà d'un certain seuil. On comprend pourquoi ces tests sont coûteux. Les normes en ordre croissant de l'OJNA sont FA, FB et FC.

L'organisation internationale de normalisation (ISO) a établi la norme ISO-L-EGB, laquelle correspond en gros à la norme FB de l'OJNA, et la norme ISO-L-EGC, proche de la norme FC de l'OJNA. L'expérience en Europe a montré la nécessité d'une norme de protection encore plus élevée contre le grippage des segments et, par conséquent, les tests de pouvoir dispersant ISO-L-EGD sont effectués durant trois heures à forte charge au lieu d'une heure comme exigé par la norme OJNA-FC. Ainsi, la norme EGD est un « Daytona » des tests de grippage des segments de piston. Notons que de nombreuses huiles qui passent le test EGD sont des huiles synthétiques.

Comme on peut s'y attendre, les fabricants de moteurs s'en tiennent aux normes établies dans leur région d'origine. Polaris suit la norme TC-W-III, mais son huile « or » répond aux normes OJNA-FC et ISO-L-EGD. Yamaha suit la norme japonaise OJNA-FC. Bombardier, dont les moteurs sont fabriqués en Autriche, a adopté la norme ISO-L-EGD. Arctic Cat a adopté la norme TC-W-III, OJNA-FC.

Si vous êtes un bon conducteur, vous ne pousserez sans doute jamais votre moteur de motoneige aux extrémités qui sont pratique courante dans ces tests de normalisation des huiles. Cela vous donne une bonne marge de sûreté. La prochaine fois que vous roulez sur ce grand lac gelé, kilomètre après kilomètre, tranquillement, ayez une pensée pour ces techniciens qui testent ces huiles dans les laboratoires, courant d'un test à l'autre, mélangeant de nouveau du carburant à la dernière huile expérimentale. Ils travaillent pour vous. ■