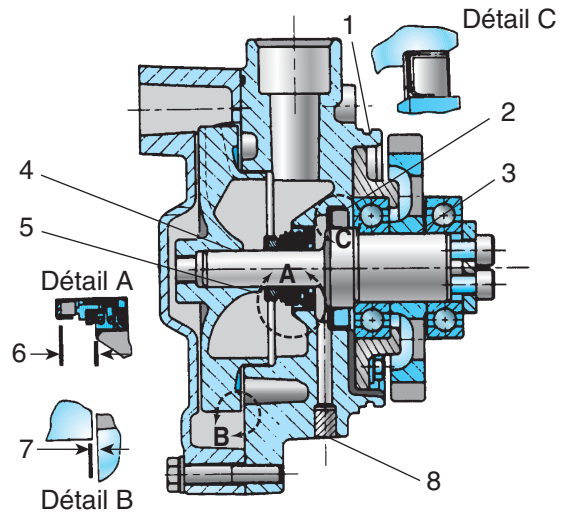


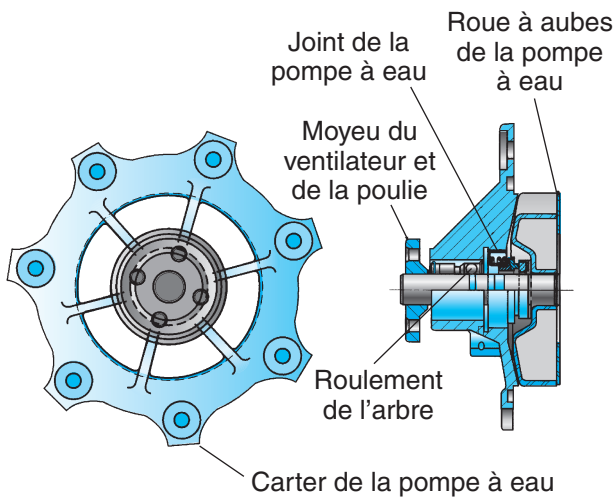
1. Tuyau vers le compresseur à air
2. Pompe à eau
3. Vis à tête hexagonale

FIGURE 7-7 Vue externe d'une pompe à eau et de la poulie de commande. (Camions Mack)



1. Rainure du joint. Avant la pose, lubrifier l'alésage dans le couvercle avant du moteur sur lequel coulissera le joint avec de l'huile à moteur.
2. Joint de type à lèvre. Poser comme illustré.
3. Diamètre de l'arbre à l'extrémité du pignon menant $29,987 \pm 0,008$ mm ($1,1806 \pm 0,0003$ po)
4. Diamètre de l'arbre à l'extrémité de la roue à aubes $15,912 \pm 0,006$ mm ($0,6265 \pm 0,0002$ po)
5. Joint
6. Distance de la surface du carter de la pompe jusqu'au sommet du joint..... $12,83 \pm 0,13$ mm ($0,505 \pm 0,005$ po)
7. Jeu entre la roue à aubes et le carter de la pompe $1,50 \pm 0,050$ mm ($0,059 \pm 0,020$ po)
8. Filtre – Monter le filtre à égalité avec le carter de la pompe.

FIGURE 7-9 Vue en coupe d'une pompe à eau et des composants associés. (Caterpillar)



Sous-ensemble de la pompe à eau

FIGURE 7-8 Vue en coupe d'une pompe à eau et du carter. (Navistar)

Les raisons suivantes provoquent les défaillances des pompes à eau :

- Surcharge des roulements et des joints causés par le désalignement ou une tension excessive de la courroie.
- Érosion de la roue à aubes causée par un niveau élevé de dissolvant à matières solides dans le liquide de refroidissement.
- Accumulation de tartre dans le carter de la pompe.
- Surchauffe. L'ébullition s'amorce habituellement à l'entrée de la pompe à eau. Par conséquent, il y a un risque de formation de bouchons de vapeur si le système n'est pas scellé correctement.

Contrôle, remplacement et remise à neuf d'une pompe à eau

Une pompe à eau défectueuse doit d'abord être déposée du moteur puis analysée pour identifier la cause de la défaillance et éviter une répétition. Même si c'était un technicien qui réparait les pompes, c'est maintenant rarement le cas. Aujourd'hui, le remplacement d'une pompe défectueuse par une nouvelle remise à neuf s'effectue comme un ensemble. La remise à neuf des pompes à eau s'effectue habituellement dans des centres équipés de l'outillage spécialisé et par des personnes formées pour cette tâche. Bien qu'un technicien qui ne remet à neuf qu'une ou deux pompes à eau par année ne puisse compétitionner au niveau du temps, avec un spécialiste en ce domaine, il demeure toutefois certainement possible d'effectuer ce travail avec un standard équivalent. L'extraction de la poulie de l'arbre de la roue à aubes s'effectue habituellement avec un extracteur à masse coulissante et autant pour le désassemblage que pour l'assemblage, l'usage d'une presse à mandrin est habituellement préférable à une presse motorisée. La pompe à eau est un des composants les plus simples du moteur et elle est constituée essentiellement d'un carter, d'une roue à aubes, d'un arbre de roues à aubes, de roulements et de joints. Lors de la remise à neuf de la pompe, contrôlez à fond l'état des composants; dans plusieurs cas, spécialement pour une roue à aubes en plastique, les seuls composants réutilisables sont le carter et l'arbre.

Contrôlez l'usure de la surface de contact du joint sur l'arbre. Lors de la remise à neuf d'une pompe commandée par un engrenage, portez une attention spéciale aux dents du pignon de commande. Il importe de suivre les recommandations des fabricants du matériel d'origine, notamment lors de l'usage de joints en céramique, et prendre de grandes précautions afin d'éviter de les fissurer durant la pose. Le jeu entre la roue à aubes et le carter représente une spécification importante pour l'efficacité de la pompe; une spécification hors norme réduira le rendement de la pompe.

FILTRES

Les filtres à liquide de refroidissement sont habituellement de type à cartouche à visser raccordée en parallèle à la circulation du liquide (**figure 7-10**). On insère parfois des inhibiteurs de corrosion dans le filtre des fabricants de matériel d'origine, car c'est une bonne façon d'éviter l'ajout exagéré d'inhibiteurs. Lorsque le remplacement des filtres à liquide de refroidissement s'impose, contrôlez quel est le type du mécanisme de fermeture en place; certains sont automatiques, d'autres disposent de soupapes de fermeture

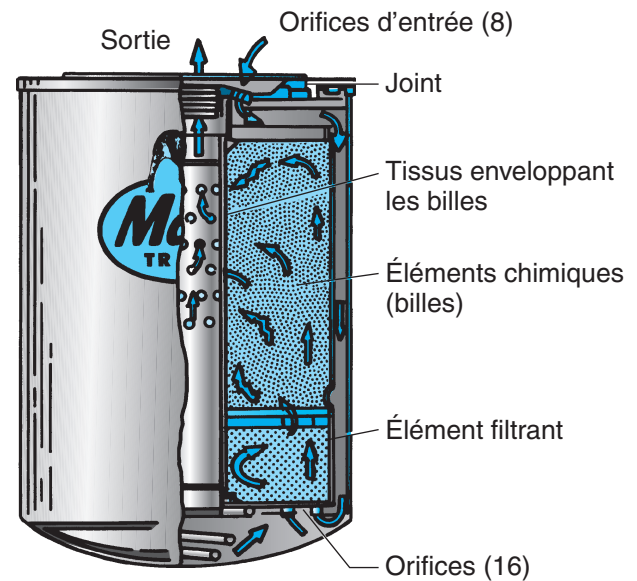


FIGURE 7-10 Vue en coupe d'un filtre à liquide de refroidissement. (Camions Mack)

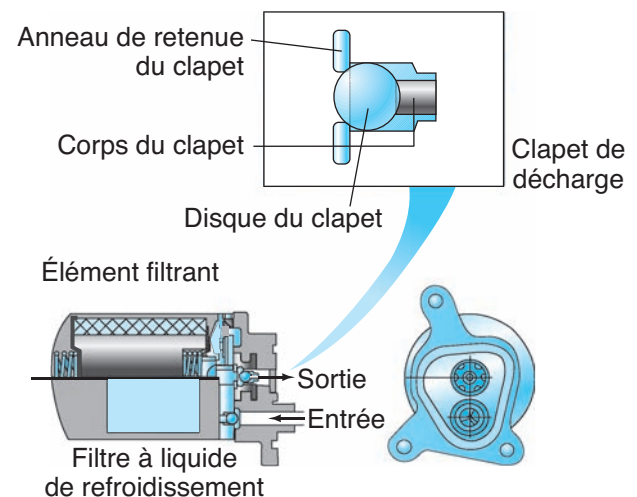


FIGURE 7-11 Filtre à liquide de refroidissement et plateau de montage avec clapet. (Navistar)

manuelles (**figure 7-11**). Les nouveaux filtres n'exigent pas d'amorçage. La circulation à travers le filtre s'apparente à celle de la plupart des autres filtres du moteur puisque le liquide pénètre dans le contenant par les orifices extérieurs et sort par l'ouverture centrale unique. Comme certains filtres renferment une charge d'ASR, assurez-vous de toujours poser le filtre adéquat; il importe d'observer à la fois les recommandations du fabricant du matériel d'origine et celles du fournisseur du liquide de refroidissement présent dans le système.

Certains filtres à liquide de refroidissement renferment une électrode de zinc pour annuler les effets électrolytiques du liquide de refroidissement, bien que cette électrode se retrouve plus souvent dans le secteur maritime.

MISE EN GARDE : Lors de l'usage de liquides de refroidissement de longue durée, l'emploi de filtre sans ASR peut être requis. Vérifiez auprès du fabricant du matériel d'origine ou des programmes d'entretien du parc de véhicules.

CIRCUITS ET INDICATEURS DE LA TEMPÉRATURE DU LIQUIDE DE REROIDISSEMENT

La température du liquide de refroidissement devient souvent une référence primaire pour le logiciel qui effectuera la gestion du moteur. Cette donnée influence les paramètres sur le calage et le rapport air/carburant déterminés par les systèmes de gestion électroniques des moteurs ; par conséquent, l'affichage de la température pour informer le conducteur devient d'importance secondaire. Tous les systèmes de gestion électronique des moteurs actuels peuvent se programmer pour agir par défaut à la suite de défaillances données, ce qui peut inclure l'arrêt du moteur en se basant sur la température du moteur. L'usage de thermistances devient presque universel pour percevoir la température du liquide du système de refroidissement aussi bien que la température des autres fluides du moteur, incluant l'air ambiant, l'air du compresseur et l'huile du système de lubrification. Les méthodes suivantes servent à percevoir la température du liquide de refroidissement.

Thermistances

Les thermistances sont des semi-conducteurs à l'état solide dont la résistance interne varie selon les changements de température. Une tension de référence spécifique alimente la thermistance et le signal de sortie varie selon la température. Les thermistances à coefficient de température négatif (CTN) sont utilisées plus couramment : la résistance interne d'une thermistance CTN diminue avec l'élévation de la température. Les thermistances à coefficient de température positif (CTP) fonctionnent à l'opposé : leur résistance interne augmente avec l'élévation de la température. Les thermistances servent couramment pour mesurer la température du liquide de refroidissement sur les moteurs à commande électronique. Le module de commande électronique (ECM) fournit la tension de

référence : la thermistance transmet un signal électrique à l'ECM représentatif de la température du liquide. L'ECM utilise ce signal comme valeur afin de déterminer le rapport logique air/carburant et comme données pour un afficheur numérique ou un indicateur monté sur le tableau de bord.

Électrique

Les capteurs électriques disposent d'une lame bimétallique jumelée à une résistance alimentée par un signal modulé provenant de l'indicateur de température : lorsque la température de la lame bimétallique augmente, la dilatation linéaire plus importante d'une des lames provoque sa flexion dans une direction et l'ouverture du circuit, et en refroidissant, s'appuie à nouveau sur le contact et fléchit dans l'autre direction. Un balai relié à la lame bimétallique court-circuite via une résistance dans le circuit vers la masse, modifiant ainsi la valeur affichée par l'indicateur de température.

Dilatation

Un indicateur de température sensible à la dilatation est constitué d'un tuyau rempli d'un liquide qui se dilate lorsqu'il est chauffé et sa dilatation commande le déplacement du pointeur de l'indicateur. L'usage de ce type d'indicateur tend surtout à disparaître sur les moteurs d'aujourd'hui.

Indicateurs de niveau du liquide de refroidissement

La plupart des moteurs actuels, gérés électroniquement, possèdent un système d'avertissement de bas niveau du liquide de refroidissement. La plupart fonctionnent selon un même principe. L'ECM transmet un signal à une sonde (ou un capteur), habituellement située dans le réservoir supérieur du radiateur, dont la liaison avec la masse passe par le liquide de refroidissement. Lorsque la sonde ne parvient pas à se rendre à la masse via le liquide de refroidissement, un signal de bas niveau est émis ; la réaction dépend de la programmation de l'ECM (le propriétaire a l'option de gérer la programmation). Dans la plupart des cas, un délai de 5 à 12 secondes doit s'écouler avant que l'ECM n'enclenche une stratégie de défaillance programmée à l'avance. Cette réaction peut se limiter à avertir le conducteur ou à réduire la révolution et la charge du moteur à une valeur par défaut, ou même, arrêter le moteur après une période d'avertissement convenable. Certains radiateurs possèdent deux sondes : une première pour signaler un bas niveau de liquide et une seconde pour signaler un niveau dangereusement bas.

THERMOSTATS

Le fonctionnement des **thermostats** se compare à celui d'une soupape automatique percevant les changements de température dans le moteur et qui régularise la circulation du liquide pour maintenir une température de fonctionnement optimale. Pour fonctionner efficacement, un thermostat doit :

- Amorcer son ouverture à une température spécifiée.
- Être complètement ouvert à un nombre de degrés donnés au-dessus du début de l'ouverture.
- Déterminer la surface d'écoulement dans le thermostat à la position d'ouverture complète.
- Bloquer complètement la circulation ou ne laisser circuler qu'une faible quantité à la position complètement fermée.

Le thermostat du système de refroidissement se situe normalement soit dans la tubulure du liquide de refroidissement ou dans un boîtier fixé à la tubulure du liquide de refroidissement (**figure 7-12**). Sa fonction première est de permettre le réchauffement rapide du moteur : une fois la température normale de fonction-

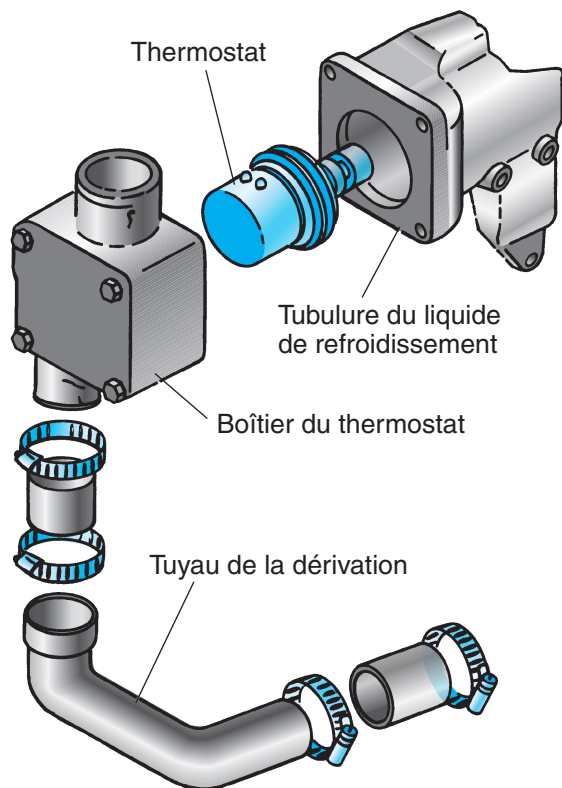


FIGURE 7-12 Vue éclatée d'un boîtier de thermostat.
(Camions Mack)

nement atteinte, le thermostat s'ouvre et laisse le liquide de refroidissement circuler. Comme le thermostat détermine la surface d'écoulement pour la circulation du liquide de refroidissement, il est possible de trouver plus d'une surface. Un élément sensible à la chaleur actionne un piston fixé au cylindre de la soupape de dérivation. Au démarrage d'un moteur froid, le liquide de refroidissement est dirigé vers la pompe à eau afin de circuler à nouveau dans le moteur. Lorsque le moteur atteint sa température normale de fonctionnement, la soupape de la dérivation bloque le passage vers la pompe à eau et dirige le liquide vers le radiateur. L'élément sensible à la chaleur est constitué d'une pastille de cire ou d'un produit hydrocarboné dans laquelle on immerge la tige de commande du thermostat. La dilatation de la pastille de cire ou du produit hydrocarboné pousse la tige de commande vers l'extérieur, ce qui entraîne l'ouverture du thermostat. Les thermostats peuvent être à blocage complet ou à blocage partiel (**figure 7-13**).

Thermostat avec double soupape

Le thermostat à double soupape contrôle simultanément la circulation du liquide vers le radiateur et celle vers le circuit de dérivation. Durant le réchauffement du moteur, la totalité du liquide se dirige vers et circule dans le circuit de dérivation. Avec l'augmentation de la température jusqu'à la température normale, le thermostat amorce son ouverture et dirige le liquide vers le radiateur en augmentant le débit parallèlement à l'élévation de la température.

Thermostat à soupape simple

Le thermostat à soupape simple contrôle seulement la circulation du liquide de refroidissement vers le radiateur, et le circuit de dérivation demeure ouvert constamment. La circulation vers le radiateur passe par le sommet de la soupape du thermostat.

Thermostat à dérivation latérale ou à blocage partiel

Le thermostat à dérivation latérale fonctionne de façon similaire à celui de type à soupape simple. Il possède un manchon circulaire en dessous de la soupape qui se déplace avec la soupape durant l'ouverture de celle-ci : ce mouvement bloque partiellement le circuit de dérivation et dirige la circulation en grande partie vers le radiateur.

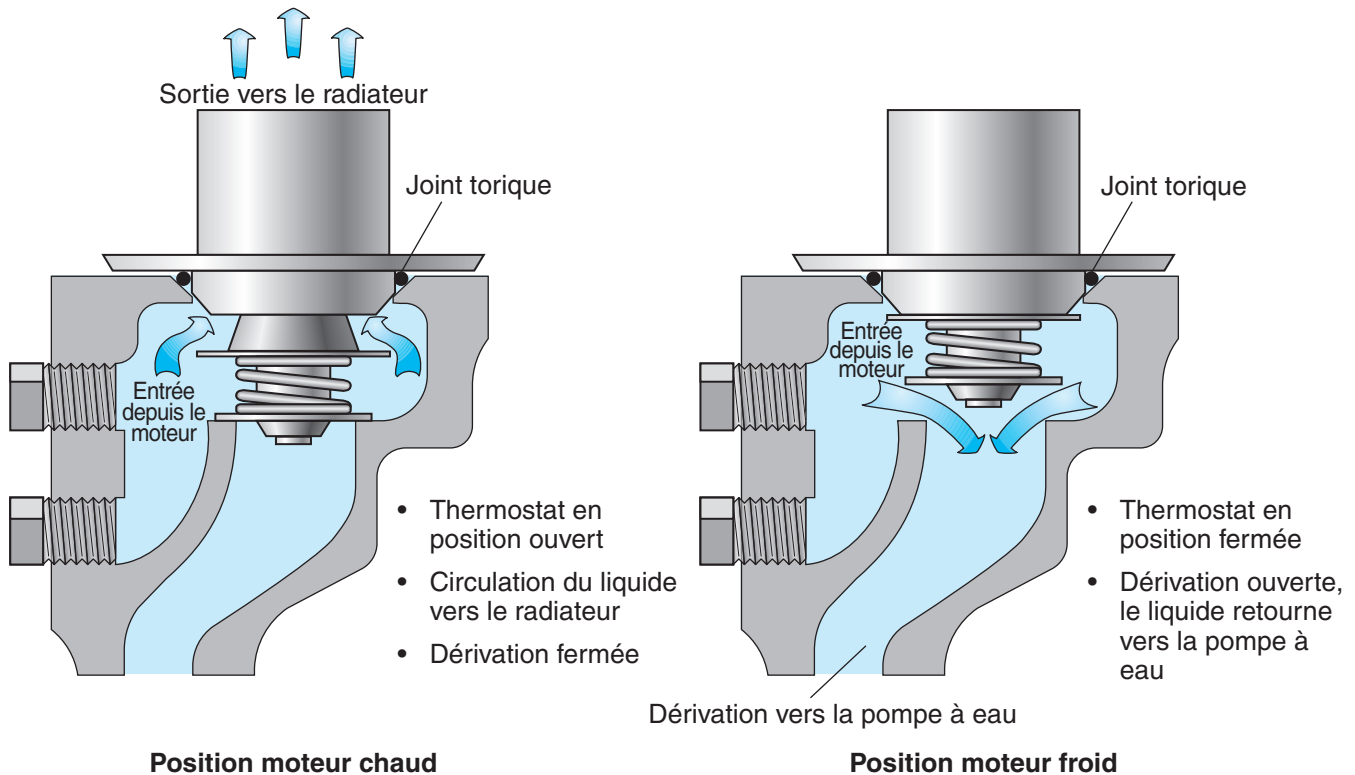


FIGURE 7-13 Vue en coupe montrant le fonctionnement du thermostat. (Navistar)

Thermostats avec et sans soupape de purge d'air

Les thermostats avec soupape de purge d'air possèdent un petit orifice dans la soupape même ou une encoche sur son siège; habituellement, ces éléments doivent se positionner à la verticale lors de la pose. Le rôle de l'orifice de purge est de faciliter la purge de l'air en le dirigeant vers le circuit de dérivation. Les systèmes de purge de type positif nécessitent habituellement des thermostats sans soupape de purge.

Circuit de dérivation

L'expression circuit de dérivation décrit le trajet du liquide de refroidissement avant l'ouverture du thermostat qui se limite alors au bloc-cylindres et à la culasse. La circulation limitée seulement au circuit de dérivation accélère le réchauffement du moteur.

Fonctionnement sans thermostat

On déconseille fortement le fonctionnement sans thermostat et le fabricant du moteur risque d'annuler la garantie. Cette pratique viole aussi les exigences de l'agence de protection de l'environnement concernant

la manipulation des composants du système de contrôle des émissions. La dépose du thermostat provoque invariablement un fonctionnement trop froid du moteur. Cette situation augmente la condensation de l'humidité vaporisée dans le carter et la production d'acides corrosives (la formule chimique de l'acide sulfurique est H_2SO_4) et de boue dans le carter. De plus, le fonctionnement du moteur à basse température augmente les émissions de HC. À l'inverse, les moteurs conçus pour fonctionner avec des thermostats de type à soupape simple ou à dérivation partielle risquent de surchauffer si on retire le thermostat; dans ce cas, la part la plus importante de la circulation se fera dans le circuit de dérivation tandis que le débit vers le radiateur sera faible.

Contrôle des thermostats

Le contrôle d'un thermostat peut s'effectuer à l'aide d'outils spécialisés consistant essentiellement en un réservoir, un élément chauffant et un thermomètre précis. Un tel équipement se fabrique à partir d'une bouilloire électrique ouverte. Consultez toujours les spécifications du fabricant du matériel d'origine et souvenez-vous qu'il existe une différence entre la valeur de la température au début de l'ouverture et celle à l'ouverture complète.

MISE EN GARDE : Prenez des précautions extrêmes lors de la manipulation près de l'eau bouillante, contenue dans le réservoir de l'appareil de contrôle du thermostat, et utilisez une protection pour les yeux, des gants et des pinces pour la manutention.

VOLETS

Les volets contrôlent le courant d'air passant au travers du radiateur et dans le compartiment moteur. Un **thermostat de volets** (*shutterstat*) gère le système ; celui-ci se trouve habituellement dans la tubulure du liquide de refroidissement. Les volets sont constitués d'une série de lamelles montées sur un arbre, reliées entre elles pour tourner simultanément de la position ouverture complète à la position fermeture complète, à la manière d'un store vénitien. Le contrôle thermostatique est un mécanisme réagissant à la température. La pression d'air du système alimente le contrôle thermostatique, celui-ci laisse passer la pression tant que la température du liquide n'a pas atteint une valeur prédéterminée, inscrite sur le contrôle. L'ensemble des volets se monte sur le radiateur et est habituellement maintenu normalement fermé par la pression d'un ressort. Lorsque l'air du contrôle atteint le cylindre de commande des volets, le déplacement du piston actionne un levier et commande la fermeture des volets. Si, à la suite d'une défaillance, la pression d'air n'atteint pas le cylindre, la force du ressort maintient les volets ouverts. Durant le réchauffement du moteur, les volets devraient normalement demeurer fermés dès que la pression d'air du système devient suffisante.

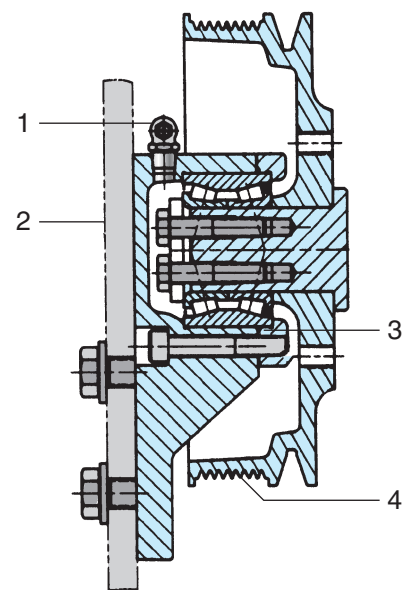
VENTILATEURS

Les fabricants de matériel d'origine exploitent deux principes de base pour assurer le refroidissement du compartiment moteur, soit l'usage de ventilateurs aspirant ou soufflant l'air. Les ventilateurs aspirant attirent l'air de l'extérieur vers le compartiment moteur tandis qu'à l'opposé, les ventilateurs soufflant expulsent la chaleur du compartiment moteur. Les véhicules roulant sur les autoroutes et bénéficiant du refroidissement offert par le courant d'air créé par le déplacement utilisent des ventilateurs aspirant. En fait, selon des variables comme les dimensions du moteur, la conception du radiateur et l'usage du véhicule, le courant d'air est souvent suffisant pour le refroidissement jusqu'à 95 % du temps d'utilisation.

La conception du ventilateur est importante car la commande de celui-ci doit prélever le moins de puissance possible du moteur : la commande des ventilateurs modernes fabriqués de fibre de verre ou de

plastique nécessite typiquement 6 BHP, la moitié de la puissance exigée pour entraîner un grand ventilateur en acier. Par conséquent, plusieurs fabricants remplacent maintenant les ventilateurs à pales d'aluminium ou d'acier par d'autres plus légers. Plusieurs conceptions actuelles utilisent des pales flexibles, à pas variable, pouvant modifier l'efficacité du ventilateur proportionnellement à sa vitesse; cette mesure permet d'améliorer l'efficacité du ventilateur aux bas régimes du moteur. Le ventilateur se doit d'être équilibré avec précision. Un ventilateur non équilibré (l'absence d'un petit fragment d'une pale suffit) déséquilibrera le moteur qui le commande. Le déséquilibre peut-être suffisamment sévère pour que le stress de torsion provoque une défaillance du vilebrequin.

Comme la commande du ventilateur prélève de la puissance au moteur, la plupart des moteurs sont équipés de ventilateurs légers, dont le fonctionnement dépend de la température. Un contrôle thermostatique engage un embrayage pneumatique, électrique ou hydraulique d'un ventilateur à fonctionnement sur demande ou à embrayage visqueux modulé thermiquement (**figure 7-14**).



1. Raccord de graissage. Remplir la cavité du joint avec le lubrifiant à roulement 2S3230
2. Plaque de montage de la commande du ventilateur
3. Joint torique
4. Poulie pour courroie Poly-V

FIGURE 7-14 Vue en coupe d'une commande de ventilateur par courroie Poly-V. (Caterpillar)

Moyeux de ventilateur débrayables

La commande des moyeux de ventilateurs débrayables par la pression d'air ou la pression hydraulique ou électrique s'effectue par un thermostat ou par le système de gestion électronique du moteur. Les systèmes de climatisation de l'air du véhicule peuvent aussi contrôler le fonctionnement du moyeu du ventilateur, indépendamment de l'ECM, au moyen d'une commande électrique sur pneumatique. Toutefois, les commandes de ce type sont de plus en plus assumées par le bus de données du véhicule. Le **thermostat du ventilateur** (*fanstat*) se situe habituellement dans la tubulure du liquide de refroidissement : celui-ci est un interrupteur commandé par la température et pouvant verrouiller ou libérer le moyeu du ventilateur via un signal électrique ou par la pression d'air du châssis pour commander l'embrayage. La plupart des moyeux de ventilateurs débrayables sont maintenus normalement en mode engagé par un ressort et les signaux électriques ou pneumatiques désengagent l'embrayage du ventilateur et libère celui-ci. Cette mesure assure le fonctionnement du ventilateur advenant une défaillance du système de contrôle. Lors de l'usage d'un moyeu à engagement par la pression d'air et à libération par ressort, le verrouillage du moyeu doit s'effectuer mécaniquement à la suite d'une défaillance du circuit de contrôle. Les moyeux de type débrayable prélèvent moins de puissance du moteur lorsque la température se situe sous la valeur d'enclenchement, ce qui est habituellement prévu pour correspondre à 90 à 95 % du temps de fonctionnement. Toutefois, la température ambiante et les conditions d'utilisation du climatiseur du véhicule risquent de modifier cette statistique.

Lorsque la pression d'huile du moteur sert d'élément pour commander le moyeu du ventilateur (pour certains autobus), le thermostat du ventilateur module le débit d'huile dirigé vers le moyeu. À la valeur nominale du thermostat, la pression d'huile dirigée vers le moyeu agit comme un accouplement hydraulique de sorte qu'il existe toujours un pourcentage de patinage. Certains systèmes de gestion électronique du moteur contrôlent directement le fonctionnement du ventilateur et utilisent celui-ci à la fois comme un dispositif de freinage et d'assistance au refroidissement. Ce n'est qu'une autre des fonctions qu'il est possible de commander par le bus de données du châssis.

Moyeu de commande du ventilateur thermostatique et visqueux/Ventilateurs modulés thermiquement

Les moyeux de ventilateur thermostatique et visqueux sont des ensembles intégrés sans contrôles externes : ils comptent sur un liquide visqueux à base de silicone

comme agent de commande entre le moyeu de commande et le plateau du ventilateur. Le moyeu compte trois sous-ensembles : le moyeu de commande (section d'entrée), le plateau mené du ventilateur et le mécanisme de contrôle. Il n'existe aucun lien mécanique entre le moyeu de commande et le plateau mené. Lorsque le glissement est minimum, la transmission du couple s'effectue par la friction interne de la silicone dans la chambre reliant le membre menant au membre mené. Une lame fixée au membre mené essuie continuellement le fluide que la force centrifuge retourne dans la chambre d'approvisionnement où une soupape ouverte retourne le fluide vers la chambre de travail. Comme la température ambiante chute, la lame bimétallique, sensible à la température, se contracte et ferme le passage qui alimentait la chambre de travail en silicone ; le fluide demeure enfermé dans la chambre d'approvisionnement. Un avantage du moyeu de commande thermique et visqueux provient de sa capacité à régler l'efficacité du ventilateur en fonction de la température de la lame bimétallique.

MISE EN GARDE : Les écrans posés devant le radiateur, durant l'hiver, réduisent l'importance du courant d'air vers le compartiment moteur et décentre la position du courant d'air sur le ventilateur. L'application inégale du courant d'air risque de déséquilibrer le fonctionnement du ventilateur lors de chacun des embrayages. Pour les moteurs produits après 1990, la pose d'un écran pour l'hiver n'est pas nécessaire. Lors de la pose d'un de ces accessoires, il importe de s'assurer de l'approbation par le fabricant du châssis d'origine. Ne bloquez jamais complètement l'avant du radiateur.

Tuyères du ventilateur

Les tuyères des ventilateurs sont habituellement fabriquées de fibres moulées et boulonnées au radiateur. La tuyère recouvre parfois partiellement le ventilateur. Elle fournit alors une légère protection au technicien si le ventilateur devait s'engager durant la marche du moteur, le capot ouvert. Les tuyères assument un rôle important sur le façonnage du courant d'air dirigé vers le compartiment moteur. Une tuyère endommagée ou manquante risque donc de causer des problèmes au niveau de la gestion de la température du moteur. Lorsque la température ambiante est élevée, l'efficacité du ventilateur chute dramatiquement à la suite d'une tuyère défectueuse ou manquante. Il importe de vérifier l'état de la tuyère lors de chacun des contrôles.

Courroies et poulies du ventilateur

Les poulies de ventilateurs disposent de rainures externes en V ou des rainures multiples en V (poly-V) et des roulements internes de type : à rouleaux et à rouleaux coniques ou de coussinets lisses. Le réglage de la tension de la courroie s'effectue à l'aide d'un tensiomètre à courroie. Les conséquences d'une courroie réglée incorrectement sont :

- Trop tendue : Charge excessive sur les roulements et réduction de la durée de vie des roulements et de la courroie.
- Trop lâche : Patinage et destruction des courroies, même plus rapidement qu'une courroie trop tendue.

Le contrôle périodique des courroies doit faire partie d'une cédule d'entretien préventif. Remplacez les courroies glacées, craquelées ou effilochées. Remplacer les courroies dès les premiers indices de défaillance coûte beaucoup moins cher, à long terme, que de réparer des dommages causés par la rupture d'une courroie, le moteur en marche.

Tubulure du liquide de refroidissement

La tubulure du liquide de refroidissement se comporte comme l'artère principale du système de refroidissement. Cette tubulure est habituellement un ensemble, fabriqué en fonte ou en aluminium, fixé aux culasses du moteur et renfermant parfois le(s) thermostat(s) (figure 7-15).

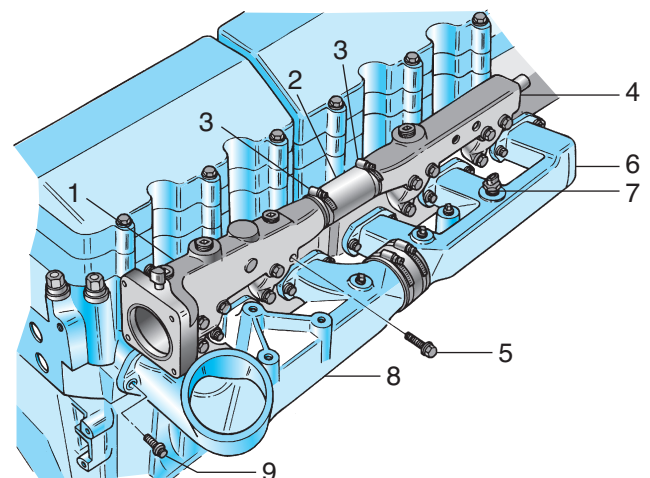
FUITES DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Des fuites affectent couramment le système de refroidissement et celui-ci devrait être contrôlé quotidiennement par le conducteur. La contraction de composants appuyés l'un contre l'autre peut causer une fuite à froid au niveau du joint, spécialement aux colliers des tuyaux; les fuites à froid disparaissent souvent à la température de fonctionnement. Plusieurs propriétaires de parc de camions préfèrent remplacer les tuyaux du système de refroidissement après une période déterminée, sans égard à leur apparence extérieure; cette précaution vise à éviter les coûts encourus devant une défaillance en marche. Le coût des tuyaux souples fabriqués de silicone est plus élevé que ceux de caoutchouc sauf que leur durée d'utilisation est plus longue. Les tuyaux souples de silicone commandent l'usage de colliers spéciaux, sensibles au serrage excessif. Il importe donc de les serrer au couple spécifié. Le contrôle par la pressurisation du système de refroidissement révèle habituellement les fuites externes. Un ensemble de contrôle pour la pressurisation du système de refroidissement comprend

une pompe actionnée manuellement et un manomètre calibré de 0 à 170 kPa (25 lb/po²) plus différents adaptateurs pour les goulots de remplissage et les bouchons du radiateur. Certains ensembles offrent la possibilité de contrôler la dépression.

Les fuites internes sont souvent plus difficiles à localiser. Lorsque le liquide de refroidissement se retrouve dans l'huile du moteur, il se manifeste par une boue laiteuse visible avant de se déposer au fond du carter d'huile. C'est le premier liquide observable à la sortie lors de la dépose du bouchon du carter d'huile. Pour identifier le cylindre touché, lorsque la source de la fuite se situe au niveau d'un joint d'une chemise humide, suivez les étapes suivantes : déposez le carter d'huile, laissez égoutter l'huile durant un certain temps, placez une feuille de carton sous le moteur puis pressurisez le système de refroidissement à l'aide de la pompe manuelle. Les joints toriques d'une chemise humide risquent de fuir autant à froid qu'à chaud et le succès de cette méthode n'est même pas assuré.

Pour déterminer si les gaz de la combustion s'introduisent dans le système de refroidissement, déposez la tuyauterie entre le réservoir supérieur du radiateur et le thermostat, remplissez le moteur avec du liquide de refroidissement (de l'eau est aussi acceptable) et faites



- | | |
|---|--|
| 1. Tubulure du liquide, section avant | 6. Tubulure admission d'air, section arrière |
| 2. Accouplement | 7. Capteur de la température de l'air (transmetteur) |
| 3. Collier | 8. Tubulure admission d'air, section avant |
| 4. Tubulure du liquide, section arrière | 9. Vis tête à 12 pans |
| 5. Vis | |

FIGURE 7-15 Tubulure du liquide en deux sections d'un moteur six cylindres et deux culasses ; la tubulure d'admission se trouve sous celle du liquide. (Camions Mack)

tourner le moteur. L'apparition de bulles indique une fuite des gaz de la combustion dans le liquide de refroidissement.

MISE EN GARDE : L'usage dans le système de refroidissement d'agents servant à colmater des fuites devrait généralement être évité, même dans des situations dites d'urgence. Ces agents fonctionnent temporairement mais ce faisant, ils sont réputés colmater les thermostats, les tubes du faisceau du radiateur du moteur, de chauffage et du refroidisseur d'huile. Habituellement, ces agents causent plus de tort que de bien.

DOMMAGES CAUSÉS PAR UNE TENSION PARASITE (VAGABONDE)

Lorsqu'une tension parasite se rend à la masse en passant par le liquide de refroidissement, la réaction électrolytique qui en résulte risque souvent d'endommager considérablement un moteur ; ceci dans un laps de temps incroyablement court. Les dommages de l'électrolyse varient du piquage dans les radiateurs jusqu'à l'érosion des chemises et du bloc-cylindres de fonte. L'incidence de dommages causés par la tension parasite devient plus fréquente à cause de l'augmentation des composants électriques et électroniques combinée avec l'introduction de composants non conducteurs, tels les réservoirs de plastique des radiateurs. L'accumulation de la tension statique du châssis peut aussi se décharger en passant par le liquide de refroidissement. Une société possédant à la fois des semi-remorques de type citerne et plateau, utilisant des tracteurs à rouage d'entraînement identiques, rapporte des défaillances aux moteurs attribuées à l'électrolyse du liquide de refroidissement, seulement sur les tracteurs couplés à des semi-remorques de type plateau. Les techniciens spécialisés en semi-remorques savent que les citernes possèdent un circuit de masse intégré tandis que celles à plateau n'en possèdent pas. Suivez la méthode suivante pour identifier et éliminer la tension parasite.

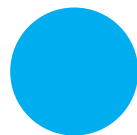
Contrôle de la tension parasite

La tension parasite peut être alternative (fuites du pont de diodes de l'alternateur) ou continue (CC), mais la dernière demeure la plus fréquente. Utilisez un multimètre numérique à gammes automatiques pour effectuer les contrôles suivants, en débutant par la tension continue.

1. Faites tourner le moteur et actionnez tous les accessoires électriques.
2. Placez la pointe négative du multimètre numérique directement sur la borne négative de la batterie et

l'autre dans le liquide de refroidissement au goulot du radiateur, sans toucher au métal.

3. Notez la lecture de la tension. Une tension continue de 0,1 V est correcte, le maximum acceptable pour la plupart des fabricants est de 0,3 V CC. Si la tension excède cette valeur, vous devez localiser la source de la fuite. Une fuite de 0,5 V CC peut ronger un bloc-cylindres de fonte.
4. Séquentiellement, fermez chacun des accessoires électriques tout en observant la valeur de la tension affichée par le multimètre. Lorsque le composant ou le circuit en défaut a été identifié, réparez son circuit de masse. Tenter de relier le liquide de refroidissement à la masse directement au radiateur ne règle pas le problème.



GESTION DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

La plupart des systèmes de refroidissement des moteurs de camions sont gérés selon l'ordre suivant : l'ouverture du thermostat, suivie par l'ouverture des volets et finalement l'engagement du ventilateur. Comme le ventilateur consomme de la puissance (autour de 6 BHP à une vitesse donnée), la plupart des fabricants visent à réduire son usage. Toutefois, certains choisissent de commander l'ouverture des volets avant celle du thermostat. Ce choix donne au thermostat le contrôle total de la température du moteur et prévient des changements soudains de la température, dans le compartiment moteur, provoqués par l'ouverture et la fermeture des volets. Les **ventilateurs thermostatiques** perçoivent la température sous le capot ou dans le compartiment moteur. Une température ambiante sous le capot de 68 °C (155 °F) peut généralement correspondre à une température du liquide de 90 °C (195 °F).

RÉSUMÉ

- Approximativement 50 % de la chaleur de la combustion rejetée est transférée au système de refroidissement du moteur qui la dissipe dans l'atmosphère.
- Pour transférer la chaleur du liquide dans l'atmosphère, le système de refroidissement exploite des principes de conduction, de convection et de radiation.

- Les quatre fonctions principales du système de refroidissement d'un moteur diesel sont :
 - Absorber la chaleur de la combustion
 - Transférer la chaleur en utilisant le liquide pour échanger la chaleur
 - Dissiper la chaleur du radiateur dans l'atmosphère
 - Gérer la température de fonctionnement du moteur
- Les principaux composants du système de refroidissement d'un moteur diesel sont :
 - Les chambres d'eau
 - Le liquide de refroidissement
 - La pompe à eau
 - Le radiateur
 - Le(s) thermostat(s)
 - Le(s) filtre(s)
 - Les volets
 - Le circuit de mesure de la température
 - Le ventilateur
- L'eau augmente en volume autant lors de la congélation qu'à l'approche de son point d'ébullition. Le système de refroidissement doit s'adapter à ces changements de volume.
- Le liquide de refroidissement du moteur est un mélange d'eau, d'antigel et d'additifs supplémentaires.
- On utilise actuellement trois types de liquide de refroidissement pour moteur diesel : éthylène-glycol (EG), propylène-glycol (PG) et de type longue durée à base de carboxylate.
- Un liquide de refroidissement pour moteur diesel, formulé correctement, devrait protéger contre le gel, l'ébullition, la corrosion, le tartre, l'émulsion et devrait aussi empêcher l'accumulation d'acide.
- L'instrument adéquat pour mesurer le degré de protection antigel du liquide de refroidissement est un réfractomètre.
- Le mélange des éléments du liquide de refroidissement s'effectue dans un contenant, à l'extérieur du système de refroidissement du moteur.
- Les additifs supplémentaires du liquide de refroidissement (ASR) sont des éléments essentiels du liquide de refroidissement. Le niveau d'ASR d'un liquide de refroidissement à base d'EG ou de PG doit être contrôlé périodiquement car leur efficacité diminue à l'usage.
- Le liquide de refroidissement de longue durée est réputé avoir une durée de vie de 960 000 km (600 000 milles) ou six ans et n'exiger qu'un simple ajout d'ASR.
- Lorsque possible, afin d'optimiser les effets du déplacement d'air, le radiateur se situe dans le courant d'air à l'avant du châssis.
- La plupart des radiateurs sont de type à passage unique à circulation vers le bas.
- Les bouchons des radiateurs possèdent une soupape à pression qui détermine la pression de fonctionnement du système de refroidissement et une soupape à dépression pour prévenir l'écrasement des tuyaux souples, durant le refroidissement du moteur et des chutes de pression.
- Les pompes à eau sont non positives, de type centrifuge et commandées soit par une courroie ou par un engrenage.
- La lubrification des pompes à eau est assurée par le liquide de refroidissement et elles sont vulnérables aux niveaux élevés de dissolvant de matières solides, qui sont abrasifs.
- Comme certains filtres à liquide de refroidissement renferment des ASR, il importe de prendre garde, lors de l'entretien de ces filtres, d'éviter un excès d'ASR et provoquer des problèmes de liquide de refroidissement tout comme à l'inverse, l'efficacité réduite des ASR.
- Le capteur de température du liquide de refroidissement utilisé aujourd'hui sur les moteurs à gestion électronique est la thermistance, un élément dont la résistance varie en fonction de la température.
- Les capteurs de niveau du liquide relient à la masse via le liquide dans le réservoir supérieur du radiateur et déclenchent un signal lors de l'ouverture pour une durée programmée du circuit de masse.
- Les thermostats gèrent la température du moteur afin de favoriser des performances et une économie en carburant maximums et un minimum d'émission d'oxyde d'azote.
- Les thermostats dirigent le liquide de refroidissement vers la dérivation afin d'accélérer le réchauffement du moteur.

- Les volets contrôlent le courant d'air vers le compartiment moteur par l'intermédiaire de lames qui s'ouvrent et se ferment comme des stores vénitiens.
 - Les volets sont commandés par un thermostat régulateur de volets situé dans la tubulure du liquide; ce thermostat utilise la pression d'air du châssis pour commander l'ouverture et la fermeture des volets.
 - Les volets sont habituellement conçus pour demeurer ouverts par défaut en cas de défaillance.
 - La plupart des ventilateurs sont contrôlés par la température du compartiment moteur, soit directement en se référant à la température du liquide mesurée par un capteur ou indirectement en se basant sur la température dans le compartiment moteur.
 - Les ventilateurs de fibre de verre, à pales flexibles, sont conçus pour modifier leur pas selon la vitesse de rotation, permettant une plus grande efficacité du ventilateur à basses révolutions.
 - Les ventilateurs thermostatiques à embrayage visqueux perçoivent la température sous le capot et ils sont commandés par un accouplement à fluide visqueux conçus pour produire un patinage minimum à leurs températures nominales de fonctionnement.
 - Les ventilateurs sont commandés par des courroies en V ou poly-V dont la tension se règle à l'aide d'un tensiomètre à courroie pour prévenir des problèmes de roulements et de patinage.
 - Le contrôle des fuites externes d'un système de refroidissement s'effectue à l'aide d'un ensemble comptant une pompe manuelle, un manomètre et des adaptateurs pour les différents goulots et les bouchons des radiateurs.
2. Lequel des agents refroidisseurs suivants transfère la chaleur le plus efficacement ?
 - a. EG
 - b. PG
 - c. Eau pure
 - d. LDP
 3. La cavitation affectant les chemises humides est causée par :
 - a. L'émulsion du liquide réfrigérant
 - b. Des fuites des gaz de la combustion
 - c. De l'air dans le radiateur
 - d. L'affaissement des bulles de vapeur
 4. Les tuyaux souples du système de refroidissement d'un moteur s'écrasent lorsque le véhicule demeure stationné durant une nuit. Laquelle des conditions suivantes peut en être la cause ?
 - a. Ceci est normal
 - b. Thermostat défectueux
 - c. Liquide de refroidissement inadéquat
 - d. Bouchon du radiateur défectueux
 5. Si la soupape d'un bouchon du radiateur ne parvient pas à sceller le système, laquelle des anomalies suivantes devrait probablement survenir ?
 - a. Ébullition du liquide de refroidissement
 - b. Fonctionnement à une température plus basse
 - c. Émissions de HC plus élevées
 - d. Cavitation aux chemises humides
 6. Laquelle des sections d'un radiateur à circulation vers le bas devrait être la plus chaude lorsque le moteur a atteint sa température de fonctionnement ?
 - a. Le réservoir supérieur
 - b. Le réservoir de dérivation
 - c. Le réservoir inférieur
 - d. Le centre du faisceau
 7. La température nominale d'un ventilateur thermostatique à moyeu à embrayage visqueux est de 68 °C (155 °F). À quelle température équivalente du liquide de refroidissement, le glissement de l'embrayage sera-t-il minimal durant l'élévation de la température ?
 - a. 68 °C (155 °F)
 - b. 74 °C (165 °F)
 - c. 88 °C (190 °F)
 - d. 107 °C (225 °F)

QUESTIONS DE RÉVISION

1. Quel type de liquide de refroidissement de moteurs diesels considère-t-on comme le plus toxique ?
 - a. EG (éthylène-glycol)
 - b. PG (propylène-glycol)
 - c. Eau pure
 - d. LDP (liquide de longue durée)