

**MAHLE**

*Driven by performance*

# TURBOCOMPRESSEUR : DÉFAUTS, CAUSES ET REMÈDES

Informations techniques

AFTERMARKET





# Sommaire

<b>1</b>	<b>Avant-propos</b>	4
<b>2</b>	<b>Lubrification insuffisante</b>	6
<b>3</b>	<b>Présence d'impuretés dans l'huile</b>	8
<b>4</b>	<b>Fuite d'huile au niveau du turbocompresseur</b>	10
<b>5</b>	<b>Présence de corps étrangers</b>	12
<b>6</b>	<b>Températures d'échappement excessives</b>	13
<b>7</b>	<b>Surrégime</b>	14

# 1 Avant-propos

MAHLE est l'un des plus importants partenaires de développement et équipementiers de l'industrie automobile. Le Groupe est spécialisé dans la fabrication de composants et systèmes pour moteurs ainsi que de systèmes de filtration. Les ingénieurs de MAHLE développent des produits d'excellente qualité en étroite collaboration avec les motoristes et les constructeurs automobiles du monde entier. Les pièces de rechange destinées au marché de l'après-vente répondent aux mêmes exigences de qualité.

Des contrôles multiples avant et après la fabrication garantissent le niveau de qualité élevé des produits MAHLE. Lorsqu'ils tombent en panne, les causes se trouvent généralement dans l'environnement moteur.

## PRINCIPE ET DESCRIPTION DU TURBOCOMPRESSEUR

Le turbocompresseur sert à augmenter la puissance du moteur et à optimiser la combustion. Il faut 1 kg de carburant et environ 15 kg d'air pour assurer une combustion totale du mélange (rapport stœchiométrique). Cette quantité d'air correspond à environ 11 m<sup>3</sup>. Lors de la mise sous pression, la densité de l'air aspiré augmente ; la quantité d'air parvenant dans la chambre de combustion est donc plus importante.

Le fait d'envoyer de l'air comprimé dans les cylindres permet d'améliorer le remplissage de ces derniers, donc d'augmenter sensiblement le rendement du moteur à combustion. De plus, le moteur peut développer un couple plus important et atteindre ainsi une plus grande puissance. Ainsi, un moteur suralimenté par turbocompresseur peut être doté d'une plus petite cylindrée, donc être plus léger qu'un moteur atmosphérique, tout en étant aussi puissant (downsizing).

La pièce maîtresse du turbocompresseur est le rotor. Il est composé d'une roue de turbine reliée à une roue de compresseur à l'aide d'un arbre. La roue de turbine se trouve du côté échappement. Elle est liée à l'arbre, soit par soudage par friction soit par soudage laser. La roue de compresseur est fixée à l'autre extrémité de l'arbre du rotor, généralement par des vis.

Les gaz d'échappement sortant du moteur passent dans la turbine et l'entraînent en rotation à grande vitesse. La turbine entraîne la roue du compresseur au moyen de l'arbre. La vitesse de rotation de la turbine dépend du type de turbine et du débit de gaz d'échappement. Dans les petits turbocompresseurs, le rotor tourne jusqu'à 300 000 tr/min. Pour éviter la destruction du turbocompresseur et du moteur, la pression maximale des gaz est généralement limitée par un limiteur de pression.

## RÉPARATION OU REMPLACEMENT

### DUTURBOCOMPRESSEUR : QUAND ET POURQUOI

Un turbocompresseur est conçu pour durer aussi longtemps que le moteur. Dans la pratique, les composants à haute performance situés dans la ligne d'échappement sont cependant exposés à divers facteurs de risque susceptibles d'entraîner une panne prématurée du turbocompresseur.

Une réparation réussie passe par l'analyse et l'élimination de la cause de la panne, faute de quoi le nouveau turbocompresseur risque à son tour de tomber rapidement en panne.

Cette brochure décrit les détériorations typiques survenant sur les turbocompresseurs ainsi que leurs causes possibles. Ces informations sont suivies de conseils pour éviter que ces problèmes ne se reproduisent.

Ce guide a pour vocation de faciliter la recherche des causes possibles des pannes aux garagistes et autres spécialistes de l'entretien des moteurs. Nous espérons également contribuer ainsi à la réparation des moteurs dans les règles de l'art, sachant que celle-ci conditionne la fiabilité et la longévité de nos produits et donc du moteur tout entier.

## 2 Lubrification insuffisante

La lubrification insuffisante est l'une des causes de panne les plus fréquentes. Lorsqu'un turbocompresseur n'est pas suffisamment alimenté en huile, les dommages sont quasi immédiats en raison de sa vitesse de rotation très élevée.

### CONSÉQUENCES

- La roue de turbine et la roue de compresseur risquent de heurter le carter central du turbocompresseur suite à la détérioration des paliers (fig. 1). Ce phénomène se reconnaît aux traces de choc sur le carter central du turbo (fig. 2).
- Si la pression des gaz est trop faible, le moteur manque de puissance : le rotor n'atteint pas la vitesse maximale et ne peut donc plus établir la pression d'admission complète. Ceci est à imputer au frottement résultant de la lubrification insuffisante.
- Une fumée noire sort du système d'échappement. Cette anomalie est due à une sous-alimentation en air du moteur et à un mélange carburant-air trop riche.
- Le système de paliers du turbocompresseur est visiblement décoloré (fig. 3). Cette décoloration est due à la chaleur générée par le frottement entre l'arbre et les paliers suite au manque d'huile. Au-delà d'une certaine température, le matériau des paliers se soude sur le matériau de l'arbre (fig. 4) voire les coussinets sont entièrement soudés à l'arbre (usure adhésive).
- Le manque d'huile sur une longue période de fonctionnement du turbocompresseur entraîne la rupture de la tige de l'arbre (fig. 5). Le matériau de l'arbre est susceptible de se carboniser et de rompre.
- Lorsque les coussinets ajustés dans le carter de paliers deviennent solidaires de l'arbre, ils risquent de se tordre (fig. 6).
- L'arbre risque de s'immobiliser brusquement dans le carter de paliers suite aux frottements. En cas d'immobilisation brusque du rotor, le contre-écrou de la roue du compresseur pourrait se détacher.
- Les chocs contre le carter peuvent générer un balourd important du rotor. Ce fort balourd peut entraîner la rupture du palier (fig. 7).
- L'utilisation d'une mauvaise huile ou l'arrêt à chaud du moteur peut générer la carbonisation du carter de paliers.
- Les paliers sont grippés.
- Le palier porte des traces de grippage ou de calamine.
- La distorsion des paliers peut provoquer une forte oscillation de l'arbre, ce qui risque d'endommager l'alésage des paliers.



Fig. 1  
Roue de compresseur ayant heurté le carter



Fig. 2  
Stries dans le carter du compresseur



Fig. 3  
Décoloration de la tige d'arbre



Fig. 4  
Matériau de palier soudé sur l'arbre



Fig. 5  
Tige d'arbre cassée

## CAUSES

- Le niveau d'huile dans le moteur est constamment trop bas. De ce fait, le moteur comme le turbocompresseur ne sont plus ni lubrifiés ni refroidis correctement.
- La capacité de résistance à la chaleur de l'huile utilisée est insuffisante, d'où une multiplication des dépôts de calamine. Les effets peuvent être néfastes : le conduit d'admission d'huile et les orifices d'huile du carter de paliers du turbocompresseur risquent de se carboniser.
- L'arrêt à chaud du moteur peut entraîner la carbonisation de l'orifice d'admission d'huile, ce qui empêche l'huile de lubrifier correctement le turbocompresseur.
- Si le moteur froid est monté à haut régime aussitôt après le démarrage, le turbocompresseur risque de ne pas être suffisamment lubrifié, ce qui peut entraîner la rupture du film d'huile.
- Les corps étrangers (boues ou débris de joints, par exemple) dans le circuit d'huile peuvent obstruer le conduit d'admission d'huile et/ou le carter de paliers du turbocompresseur.
- Si la viscosité de l'huile est trop élevée, l'huile mettra plus de temps pour arriver sur les paliers et ne pourra pas assurer une bonne lubrification du turbocompresseur à chaque démarrage du moteur. Si la viscosité est trop basse, la résistance à l'écoulement de l'huile sera trop faible pour éviter le frottement entre les pièces.
- Lorsque le moteur fonctionne au biodiesel ou à l'huile végétale, l'huile moteur risque de gélifier. Cet épaississement augmente la viscosité de l'huile, qui ne peut alors plus s'écouler à travers les orifices d'huile étroits du turbocompresseur.
- Un joint d'étanchéité ou un produit d'étanchéité liquide inappropriés peuvent entraîner la réduction de la section transversale de l'orifice d'entrée du carter de paliers.

## REMÈDE/PRÉVENTION

- Laisser chauffer et refroidir le moteur.
- Assurer une lubrification suffisante du moteur.
- Utiliser uniquement des huiles moteur agréées par le constructeur automobile.
- Éviter d'effectuer exclusivement des trajets courts.
- Respecter impérativement les intervalles d'entretien préconisés par le fabricant.
- Utiliser uniquement des filtres à huile de qualité et de type équivalents à l'origine.
- Utiliser exclusivement le kit de montage prévu pour le turbocompresseur.
- Si le moteur fonctionne au biodiesel ou à l'huile végétale, réduire les intervalles d'entretien au moins de moitié.



Fig. 6  
Coussinet de palier déformé



Fig. 7  
Palier cassé

### 3 Présence d'impuretés dans l'huile

L'huile se charge d'impuretés comme les particules de boue, la suie, le carburant, l'eau, les résidus de combustion ou l'usure métallique. Le turbocompresseur fonctionnant à des vitesses très élevées, une huile contaminée l'endommage facilement, aussi petites soient les particules d'impureté.

#### CONSÉQUENCES

- Le moindre des corps étrangers dans l'huile laisse des stries sur les coussinets *des paliers* (fig. 1). Il y a un risque d'usure importante des segments de pistons du turbocompresseur. Des segments usés n'étant plus en mesure d'assurer correctement l'étanchéité du turbocompresseur, l'huile atteint le côté turbine. Cela se traduit par une augmentation de la consommation d'huile.
- L'usure des coussinets augmente le jeu des paliers du rotor, ce qui provoque des mouvements d'oscillation et un contact entre les roues et carters (côté turbine et côté compresseur) (fig. 2). La conséquence directe est la rupture de l'arbre.
- L'alésage de palier, à savoir la rondelle de butée, comporte des stries.
- Il y a de larges stries ou des traces de grippage sur les paliers.
- Lorsque la canalisation de retour d'huile est bouchée, l'huile ne peut plus s'échapper du turbocompresseur et est poussée vers l'extérieur, tant du côté compresseur que du côté turbine. Côté turbine, l'huile est susceptible de se carboniser sur l'arbre (fig. 3). La calamine ainsi déposée peut engendrer une forte usure du carter de paliers et des segments.
- L'arbre du turbocompresseur comporte d'importantes traces d'usure sur les surfaces de paliers (fig. 4).

#### CAUSES

- Si les intervalles d'entretien ne sont pas respectés, le filtre à huile ne peut plus retenir toutes les impuretés. Celles-ci s'introduisent alors dans le circuit d'alimentation du moteur par le clapet de décharge ouvert du filtre à huile.
- Si le moteur tourne avec un filtre à huile encrassé, les petites particules abrasives ne peuvent plus être séparées de l'huile.
- Si le joint de culasse ou le refroidisseur ne sont pas étanches, l'eau migre dans le circuit d'huile et dilue l'huile. La résistance à l'écoulement s'en trouve alors diminuée.
- Si le moteur a été remis en état sans avoir été correctement nettoyé avant d'être remonté, il sera encrassé avant même d'avoir été mis en marche.
- L'échangeur air/air n'a pas été remplacé. L'huile moteur, les copeaux ou débris de casse qui s'accumulent au fur et à mesure que les détériorations empirent finissent à la longue par s'introduire dans le moteur.
- Si le moteur est soumis à une forte usure, la plupart des particules métalliques sont également entraînées dans le turbocompresseur par le circuit d'huile.
- En cas de problèmes de combustion dans le moteur, du carburant non brûlé peut se mélanger à l'huile. Cette dilution réduit la résistance à l'écoulement de l'huile.



Fig. 1  
Alésage de palier strié



Fig. 2  
Roue de turbine ayant heurté le carter



Fig. 3  
Calamine sur l'arbre de turbine





Fig. 4  
Traces d'usure évidentes de l'arbre sur les surfaces de paliers

#### REMÈDE/PRÉVENTION

- Respecter impérativement les intervalles d'entretien préconisés par le fabricant.
- Utiliser uniquement des filtres à huile de qualité et de type équivalents à l'origine.
- Utiliser uniquement des huiles moteur agréées par le motoriste ou le constructeur automobile.
- Lors de l'échange du turbocompresseur, il est conseillé de systématiquement monter un échangeur air/air et un filtre à air neufs. Effectuer également une vidange et remplacer le filtre à huile.
- Nettoyer par aspiration le boîtier du filtre à air ainsi que la ligne d'air.

## 4 Fuite d'huile au niveau du turbocompresseur

En cas d'augmentation de la consommation d'huile du moteur et de fumée d'échappement bleue, inclure impérativement le turbocompresseur dans l'analyse des causes. Important : Le turbocompresseur ne laisse échapper de l'huile que suite à des défaillances dans son environnement direct.

### CONSÉQUENCES

- L'huile est poussée hors du turbocompresseur par le côté turbine et le côté compresseur.
- De la fumée bleue sort de l'échappement.
- Il y a accumulation d'huile moteur dans le collecteur d'admission et l'échangeur air/air.
- Le moteur perd de la puissance.
- Le moteur monte à des vitesses excessives (« emballement ») en raison de l'huile accumulée dans l'échangeur air/air qui est soufflée et brûlée dans le circuit d'aspiration du moteur.
- Sur un turbocompresseur à géométrie variable, les ailettes peuvent être carbonisées.

### CAUSES

- Lorsque la canalisation de retour d'huile est bouchée (*fig. 1*) ou rétrécie par un pincement, l'huile ne peut plus s'échapper du turbocompresseur (*fig. 2, croquis B*). L'obstruction de la canalisation de retour d'huile peut être due à la carbonisation de la canalisation de retour suite à l'absence de boucliers thermiques, d'un mauvais positionnement de la canalisation de retour, de l'arrêt à chaud du moteur, de la mauvaise qualité de l'huile ou de l'utilisation de produits d'étanchéité liquides. Comme le turbocompresseur continue à être alimenté par l'huile provenant du circuit d'alimentation du moteur, l'huile fait pression vers l'extérieur tant du côté turbine que du côté compresseur.
- Lorsque le moteur est rempli d'huile en excès, l'huile de la canalisation de retour d'huile du turbocompresseur ne peut plus retourner au carter d'huile (*fig. 2, croquis C*). De plus, le vilebrequin brasse l'huile, ce qui provoque la formation de mousse. Cette mousse est un obstacle supplémentaire aux remontées d'huile vers l'extérieur du turbocompresseur (*fig. 2, croquis D*).
- Lorsque la pression dans le carter moteur est trop élevée, suite au débit trop important de gaz de carter (*fig. 2, croquis E*) ou à l'obstruction du système d'aération du carter moteur (*fig. 2, croquis F*), cette pression se transfère également dans la canalisation de retour d'huile du turbocompresseur. L'huile ne peut alors plus s'écouler hors du turbocompresseur et fait pression vers l'extérieur, tant du côté turbine que du côté compresseur.



Fig. 1  
Canalisation de retour d'huile carbonisée

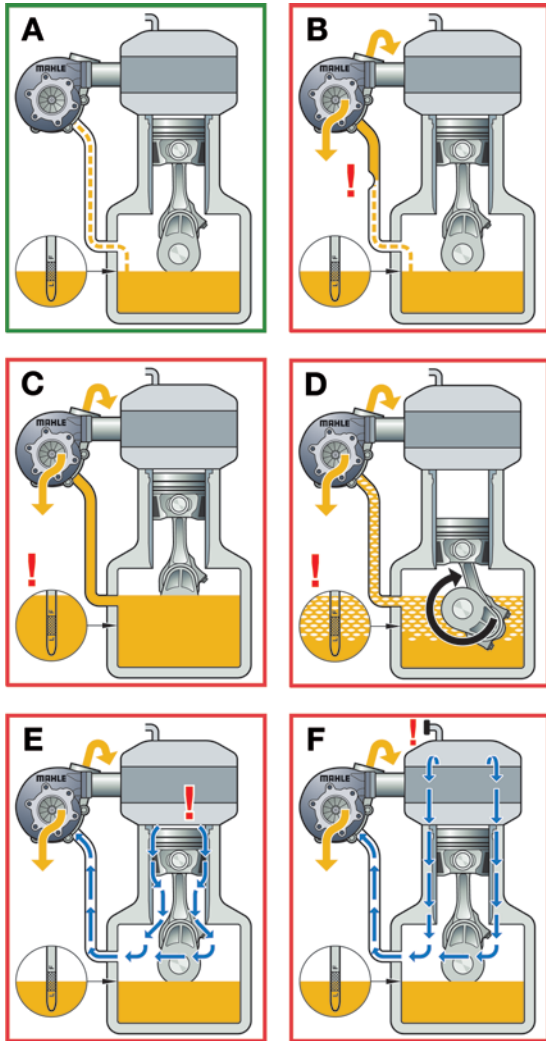


Fig. 2  
Fuite d'huile au niveau du turbocompresseur. Le croquis A indique l'état optimal.

## REMÈDE/PRÉVENTION

- Ne remplir le moteur que de la quantité d'huile maximale spécifiée par le constructeur.
- Utiliser uniquement des huiles moteur agréées par le motoriste ou le constructeur automobile.
- Reposer la canalisation de retour d'huile dans son état initial. Veiller également à installer tous les boucliers thermiques.
- Vérifier que l'huile circule librement dans la canalisation de retour d'huile et les raccords jusqu'au carter moteur. Il est conseillé de remplacer systématiquement la canalisation et le raccord.
- Contrôler et éventuellement remplacer le système d'aération du carter moteur.
- Contrôler l'usure des pistons et des segments de pistons. Les remplacer le cas échéant.
- Lors de l'échange du turbocompresseur, il est conseillé de systématiquement monter un échangeur air/air et un filtre à air neufs. Effectuer également une vidange et remplacer le filtre à huile.

## 5 Présence de corps étrangers

L'introduction de corps étrangers côté aspiration et côté échappement tels que poussière, sable, vis, dépôts, éléments de segments de pistons ou de soupapes provoque généralement la casse du turbocompresseur en raison des vitesses de rotation très élevées. Une détérioration de l'échangeur air/air est également possible.

### CONSÉQUENCES

- Suite à une détérioration antérieure, des corps étrangers provenant du moteur ou du collecteur d'échappement peuvent endommager les ailettes de la roue de turbine.
- Les ailettes de l'unité TGV sont endommagées et déformées (fig. 1). Il en résulte une perte de puissance importante.
- Des corps étrangers dans les entrées d'air endommagent la roue du compresseur (fig. 2), ce qui peut entraîner l'érosion complète des ailettes. La conduite d'aspiration du carter du compresseur peut également être endommagée (fig. 3).
- La roue du compresseur peut être endommagée suite à la présence de condensats gelés dans le collecteur d'admission. Cette cause se reconnaît à la détérioration d'une seule ailette : en raison des vitesses de rotation élevées, les particules de glace se pulvérisent contre la première ailette qu'ils rencontrent, épargnant ainsi les autres ailettes (fig. 4).

### CAUSES

- En cas d'arrachement d'une soupape ou de rupture d'un segment, ces pièces passent par le collecteur d'échappement et heurtent les ailettes de l'unité TGV et la roue de la turbine.
- L'introduction de corps étrangers dans le collecteur d'admission peut provenir aussi bien d'un défaut d'étanchéité dans le collecteur d'admission que d'un filtre à air encrassé et défectueux.
- En hiver, la condensation peut entraîner la formation de glace dans le collecteur d'admission.

### REMÈDE/PRÉVENTION

- Contrôler l'étanchéité du collecteur d'admission.
- Après une intervention sur le collecteur d'admission, s'assurer impérativement de l'absence de pièces désolidarisées.
- Remplacer le filtre à air selon les prescriptions du fabricant et nettoyer par aspiration le boîtier du filtre à air ainsi que la ligne d'air.
- Eviter d'effectuer exclusivement des trajets courts.



Fig. 1  
Ailettes de l'unité TGV endommagées



Fig. 2  
Roue de compresseur endommagée par des corps étrangers



Fig. 3  
Impacts de corps étrangers dans la conduite d'aspiration du carter du compresseur



Fig. 4  
Une seule ailette de la roue du compresseur endommagée

## 6 Températures d'échappement excessives



Fig. 1  
Fissure dans le carter de turbine

Chaque turbocompresseur est conçu pour une plage de température définie. Un dépassement de ces températures peut entraîner la casse du turbocompresseur au bout de quelques secondes.

### CONSÉQUENCES

- Des fissures apparaissent dans le carter du turbocompresseur (fig. 1).
- Les conduites d'huile peuvent se carboniser : en cas de carbonisation de l'entrée d'huile, le turbocompresseur n'est plus suffisamment alimenté en huile. En cas de carbonisation de la canalisation de retour, l'huile ne peut plus circuler et fait pression vers l'extérieur du turbocompresseur (voir chapitre 4 « Fuite d'huile au niveau du turbocompresseur », page 10).

### CAUSES

- Le tuning du moteur a modifié le niveau des températures.
- Des problèmes de combustion sont apparus dans le moteur.
- Le moteur a été arrêté à chaud.

### REMÈDE/PRÉVENTION

- Ne monter le turbocompresseur que sur le véhicule prévu à cet effet.
- Ne monter et n'utiliser le turbocompresseur que dans l'état d'origine. Les modifications techniques sont prohibées.
- Après de fortes sollicitations comme des déplacements à plein régime, toujours laisser le moteur tourner au ralenti pendant quelques minutes avant de couper le contact pour lui permettre de refroidir.

## 7 Surrégime

Les pièces montées sur un turbocompresseur sont conçues pour une plage de vitesse définie. Un dépassement de cette plage peut occasionner des dommages majeurs au turbocompresseur au bout de quelques secondes.

### CONSÉQUENCES

- La surface extérieure de la roue du compresseur est légèrement bosselée (fig. 1). Le matériau (en général de l'aluminium) s'est déformé sous l'action des forces centrifuges résultant du surrégime. Il commence à fluer et le diamètre extérieur augmente.
- Si la vitesse de rotation continue d'augmenter, la roue du compresseur risque d'entrer en contact avec le carter et/ou de se casser (fig. 2).

### CAUSES

- Suite à un tuning du moteur, la limite maximale du régime de rotation du turbocompresseur a été dépassée.
- Suite à la carbonisation, les ailettes de l'unité TGV restent bloquées en position de régime bas. En cas d'accélération à ce moment-là, le turbocompresseur est en surrégime.
- La régulation pneumatique ou électrique est défectueuse ou non étanche.

### REMÈDE/PRÉVENTION

- Toujours laisser le turbocompresseur dans son état initial.
- Ne monter le turbocompresseur que sur les véhicules prévus à cet effet.
- Après de fortes sollicitations comme des déplacements à plein régime, toujours laisser le moteur tourner au ralenti pendant quelques minutes avant de couper le contact pour lui permettre de refroidir.
- Utiliser uniquement des huiles moteur agréées par le motoriste ou le constructeur automobile.
- Respecter impérativement les intervalles d'entretien préconisés par le fabricant.



Fig. 1  
Roue de compresseur bosselée (surface extérieure)



Fig. 2  
Roue de compresseur cassée



# MAHLE

*Driven by performance*

[www.mahle-aftermarket.com](http://www.mahle-aftermarket.com)

