



SUPPORT MECANIQUE

Benoît DAL

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>		p4
<u>LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT</u>		p5
<u>L'ALIMENTATION EN AIR</u>		
	Le filtre à air	p7
<u>L'ALIMENTATION EN CARBURANT</u>		
	Le principe	p10
	La pompe à injection	p11
	Le réservoir	p12
	La filtration du carburant	p14
	Le préchauffage	p16
	Le diagnostic de l'alimentation	p18
<u>LA DISTRIBUTION</u>		
	Le principe	p21
	La courroie de distribution	p21
<u>LE REFROIDISSEMENT</u>		
	Le principe	p24
	Le fonctionnement	p24
	Le thermostat	p25
	Le liquide de refroidissement	p27
	La pompe à eau	p28
	Le radiateur	p28
	Le fonctionnement à niveau constant	p30
<u>LA LUBRIFICATION</u>		
	Le principe	p33
	Le filtre à huile	p34
	Les lubrifiants	p36
<u>LA TRANSMISSION</u>		
	L'embrayage	p38
	La boîte de vitesse	p42
	La boîte de transfert	p43
	Les différentiels	p45
	Les arbres de transmission	p46
	Les ponts	p47
	Les moyeux de roues	p49

LES FREINS

Le principe	p51
Le maître-cylindre	p51
Les tuyauteries de frein	p52
Les freins à tambour	p53
Le frein de stationnement	p57
Les freins à disque	p58

LES PNEUS

Généralités	p60
Le marquage des pneus	p60
La structure	p61
Les indices de charge et de vitesse	p61
Les profils ou structures	p62
Les pressions de gonflage	p63
L'usure des pneus	p64
La rotation des pneus	p64

LA SUSPENSION

Le principe	p65
Suspension à ressorts à lames	p65
Suspension à ressorts hélicoïdaux	p68
Les amortisseurs	p70
Les butées de pont	p70
Les barres stabilisatrices (anti-roulis)	p72

LA DIRECTION

Le principe	p74
Le jeu du volant	p75
Le jeu de la timonerie de direction	p75
L'amortisseur de direction	p79
L'état des roulements de pivot de direction	p80

LE CIRCUIT ELECTRIQUE

Les batteries	p81
L'alternateur	p83
Les phares	p83

LE CHÂSSIS & LA CARROSSERIE p84

INTRODUCTION

L'objectif de ce document est de donner au logisticien MSF en mission des connaissances pour gérer ses véhicules TOYOTA Landcruiser et en surveiller l'entretien. Il ne s'agit pas d'un traité de mécanique mais simplement de rappeler quelques principes fondamentaux qui pourront faciliter la supervision d'un mécanicien national.

Pourquoi réaliser l'entretien des véhicules ? Parce que cela demande moins de moyens, d'infrastructures, de pièces, d'outillages et de compétences que la réparation. Il vaut mieux entretenir pour ne pas avoir à réparer.

Il vaut mieux PREVENIR que GUERIR.

Ce texte est un complément aux documents techniques Toyota (manuels de réparation et de formation). Il n'a pas la prétention de les remplacer mais simplement de les compléter sur des aspects propres aux terrains d'intervention de MSF.

Ce document ne développe pas les notions de gestion de parc ni l'encadrement des équipes de chauffeurs et de mécaniciens (voir le Massis).

Les spécificités de la conduite 4x4 font l'objet d'un autre document.



ATTENTION, tout au long du document, ce symbole indiquera les précautions à prendre.

Documents de référence :

- Les feuilles de commandes MSF des pièces TOYOTA
- Le chapitre Véhicules du Massis
- Le logbook (carnet d'entretien)
- Les Manuels d'atelier TOYOTA
- La conduite des 4x4 MSF
- La gestion du carburant

Remerciements:

Ce document n'aurait pas pu voir le jour sans la qualité d'écoute de Cathy Sonrel, les conseils pédagogiques de Richard Jabot et le travail de relecture de José Garcia, Olivier Blanchet, Florian Larguier et Guy Ruttiman.

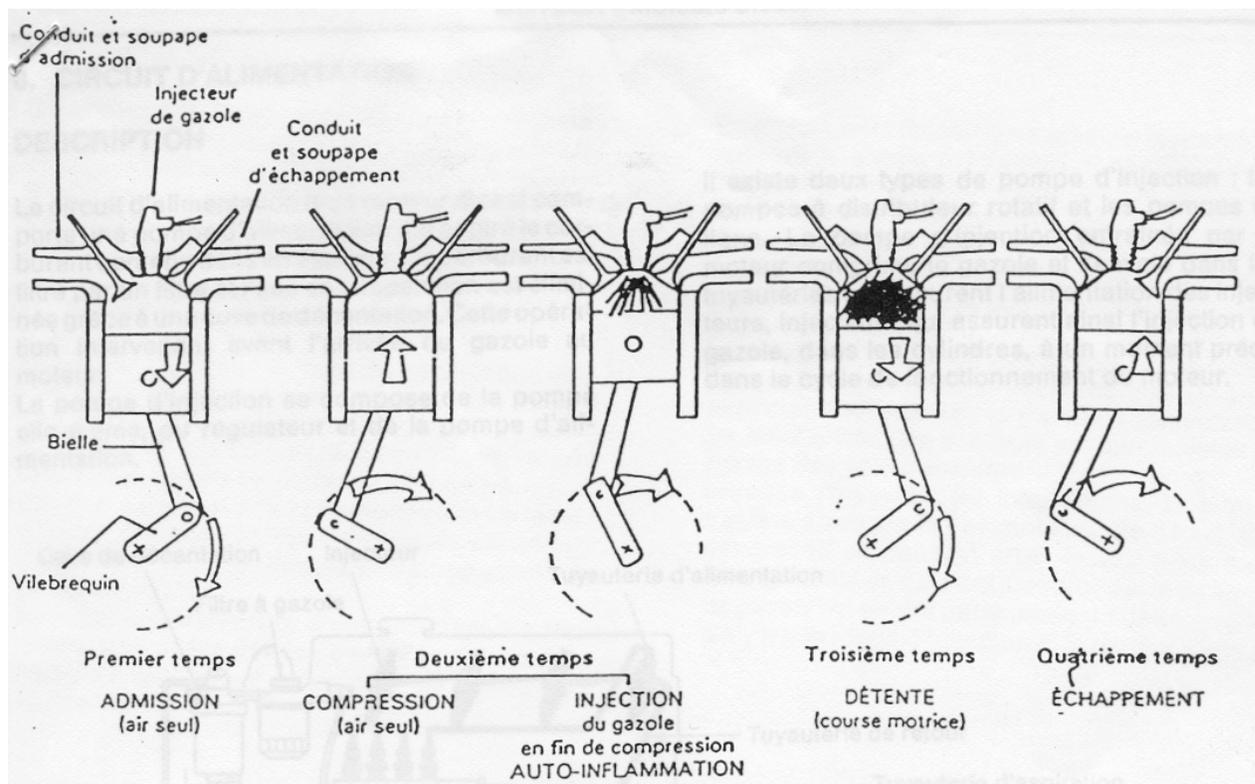
LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Un cycle théorique de fonctionnement du moteur se fait en 4 phases / temps :

1- Un piston descend qui fait office de pompe, on ouvre une soupape d'admission, ce piston va alors aspirer de l'air.

2- Le vilebrequin continue sa révolution, le piston remonte, à ce moment la soupape d'admission se referme: c'est le temps-compression (on comprime l'air). En fin de compression on va injecter du gasoil à un moment bien précis (fin de point mort haut - PMH) et dans une quantité précise. La quantité injectée va déterminer la charge du moteur. L'utilisateur qui appuie sur la pédale d'accélérateur détermine la quantité de gasoil selon la charge de travail souhaitée. En montée par exemple, plus de puissance est nécessaire, donc plus de gasoil est pulvérisé. L'injection est une pulvérisation qui homogénéise le gasoil dans le volume de la chambre de combustion. Quand on comprime un gaz, il monte en température. Chaleur+carburant+oxygène sont les trois paramètres nécessaires à la combustion. On parlera d'explosion pour un moteur essence et de **combustion** pour un moteur diesel.

3- Cette combustion produit une forte **hausse de la pression** et pousse le piston vers le bas. C'est le temps productif / moteur.



4- Le piston descend, une fois en bas, il y a ouverture de la soupape d'échappement pour que la pression résiduelle des gaz brûlés puisse être évacuée, le piston va remonter en continuant à pousser les gaz brûlés vers l'extérieur. Et puis on recommence.

Un cycle complet fait 2 tours de vilebrequin (le piston monte, descend et remonte) donc 2 fois 360°. Pour un moteur de plusieurs cylindres, on décale tous ces temps productifs : lorsqu'un cylindre est en détente, il y en a un en même temps qui est en compression.

Ces opérations nécessitent des circuits annexes pour ce fonctionnement :

- Le système d'injection qui va pulvériser finement du gasoil au moment opportun, c'est le circuit d'alimentation / injection.
- Un système qui va synchroniser l'ouverture et la fermeture des soupapes au moment opportun: on l'appelle la distribution,
- Cette détente produit de la pression mais aussi de la chaleur qui au-delà d'une certaine limite devra être évacuée. A ce moment intervient le rôle du circuit de refroidissement.
- Les pièces sont en mouvement, soumises à des températures élevées, d'où risque d'abrasion et d'érosion, nécessitant un circuit de lubrification.

L'ALIMENTATION EN AIR:

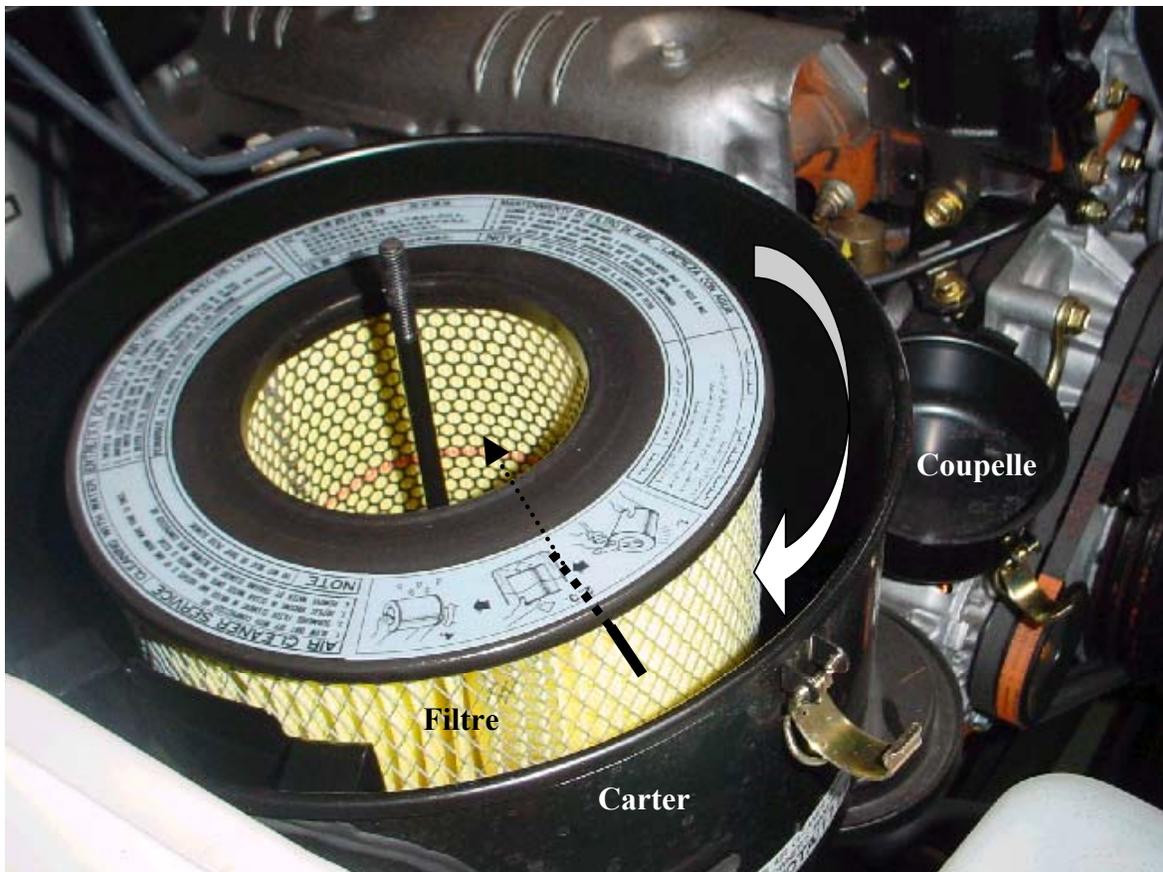
Le filtre à air

Le filtre à air va retenir toutes les matières abrasives telles que poussières et sable. Par exemple, lorsque vous suivez un véhicule, celui-ci soulève de la poussière qui, sans filtre, serait directement aspirée par le moteur.

Un pays équatorial, avec des saisons de pluie abondante, il y a également une forte aspiration d'humidité dans le filtre à air.

En fait, le flux d'air aspiré est d'abord mis en rotation en amont du filtre. Par effet centrifuge, les grosses impuretés et l'eau se collent sur la paroi intérieur du carter et tombent dans une petite coupelle située sous ce carter.

L'air passe ensuite à travers l'élément filtrant qui retient alors les particules les plus fines.



Lorsque la petite coupelle se remplit d'eau, une petite soupape permet à l'eau de s'évacuer par gravité.

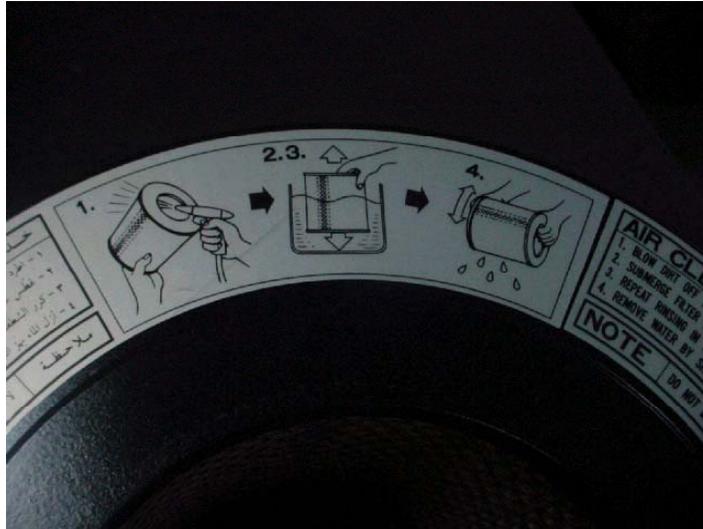
Pour info, sur nos véhicules standards HZJ 75/78/79, d'une cylindrée de 4,2 litres, à 2000 tours/minute (tr/mn), le débit d'air aspiré est de 252m³/h.

Comment entretient-on un filtre à air?

Dans des conditions extrêmes, sur terrain sableux et/ou si l'on suit d'autres véhicules, le chauffeur doit nettoyer son filtre à air tous les matins, en le tapotant avec la main. Il faut le lui recommander.

Chaque semaine, lors du weekly check (contrôle hebdomadaire), le chauffeur devra souffler le filtre de l'intérieur vers l'extérieur. Une soufflette est l'idéal.

Enfin, lors de chaque service, il faudra le nettoyer à l'eau selon les indications inscrites sur le filtre (voir photo ci-dessous).



Les filtres à air que MSF envoie d'Europe sur le terrain sont de couleur jaune et toujours nettoyables à l'eau !



Chez Toyota le même élément existe mais il est de couleur orange et n'est pas nettoyable à l'eau.

Une fois lavé, remet t-on le filtre à air en place sur la voiture ?

Oui, quand le filtre est sec et il faut bien noter sur le filtre les différentes dates de nettoyage et les kilométrages à chaque fois. Néanmoins, celui-ci doit rester un consommable.

Est ce que le filtre à air peut ne pas durer très longtemps dans des conditions extrêmes d'utilisation ?

Si on l'entretient bien, il dure assez longtemps : environ de 25 000 kms dans des conditions dures jusqu'à 50 000kms.



Si le filtre à air se colmate, une forte dépression peut entraîner l'implosion du filtre à air. Papier, poussière et autres matériaux entrent alors dans le moteur.

Pour prévenir cela, un petit voyant s'allume et prévient du danger en cas de trop forte dépression à l'intérieur du carter. Ce voyant (cf schéma ci dessous) est situé à gauche du bouton permettant de passer en mode "4X4". Attention il diffère d'emplacement selon les modèles de Toyota 4X4.

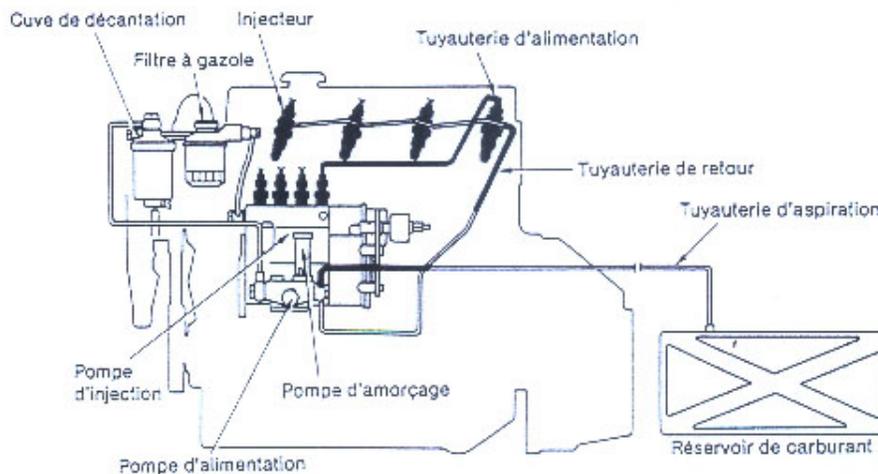


L'ALIMENTATION EN CARBURANT

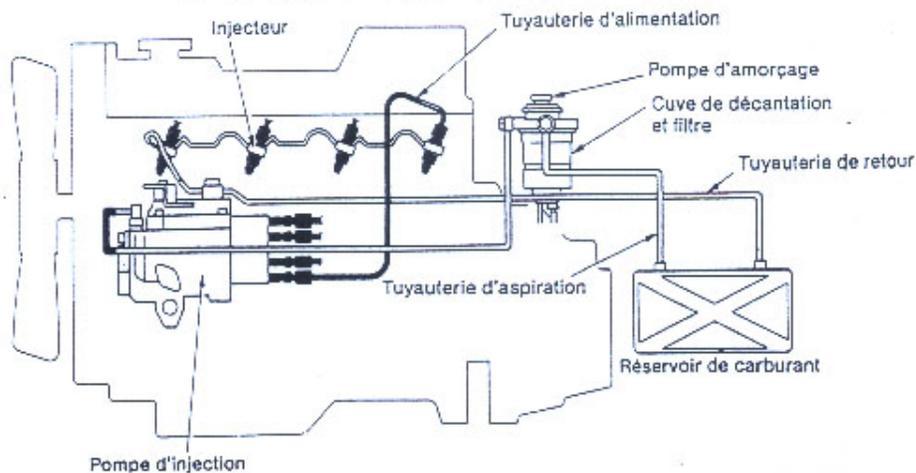
Le principe

Le circuit d'alimentation d'un moteur diesel comporte une pompe d'alimentation qui aspire le carburant contenu dans le réservoir. Ce carburant est filtré par un élément et l'eau en suspension est éliminée grâce à une cuve de décantation. Cette opération intervient avant l'arrivée du gasoil au moteur.

La pompe d'injection se compose de la pompe elle-même, du régulateur et de la pompe d'alimentation. La pompe d'injection entraînée par le moteur comprime le gasoil et le distribue dans les tuyauteries qui assurent l'alimentation des injecteurs. Injecteurs qui assurent la pulvérisation du gasoil dans les cylindres à un moment précis dans le cycle de fonctionnement du moteur.



**Circuit d'alimentation avec pompe d'injection en ligne
(gros moteurs industriels, poids lourds)**



**Circuit d'alimentation avec pompe d'injection à distributeur rotatif
(véhicules légers, 4x4)**

La pompe à injection

C'est le cœur du moteur diesel.

La pompe à injection doit injecter la bonne quantité de gazole au bon moment avec une pression suffisante pour vaincre la pression de fin de compression (pression dans la chambre de combustion au PMH, environ 18 bars). Pour cela, il faudra pulvériser finement le gasoil à une pression d'injection de 150 à 180 bars.

Pour obtenir ces pressions, il y a dans la pompe, un piston qui oscille 6000 fois minutes, à 2000 tr/mn, pour un 6 cylindres. Cela nécessite d'avoir une étanchéité parfaite grâce aux éléments internes de la pompe qui sont usinés avec des jeux de fonctionnement inférieurs à 0.005mm...

La pénétration de corps étrangers, poussières dans le système d'injection entraîne une usure rapide et anormale, c'est à dire une augmentation des jeux de fonctionnement. Les pressions d'injection requises (150 à 180 bars) ne sont plus atteintes. Dans ce cas la pulvérisation est de moins bonne qualité et la combustion aussi.

Cette mécanique de haute précision implique que la réparation d'une pompe à injection ne peut se faire que dans des laboratoires très propres et très isolés de la poussière.



Par conséquent faire réparer une pompe à injection localement est impossible : ce sera forcément du mauvais travail par faute de conditions idéales.

Une pompe à injection coûte 2000\$, avec toutes les réductions qu'à MSF chez Toyota. Sinon c'est beaucoup plus cher. Dans tous les cas, ne pas faire réparer localement une pompe à injection.

En pratique, la précaution la plus importante et pourtant la plus simple à prendre, est d'alimenter nos véhicules avec du gasoil de très bonne qualité. Ce doit être le souci majeur du personnel MSF en charge des véhicules (se reporter au document "la gestion des carburants").

En arrivant en mission dans un pays, il faut être certain de la qualité du carburant.

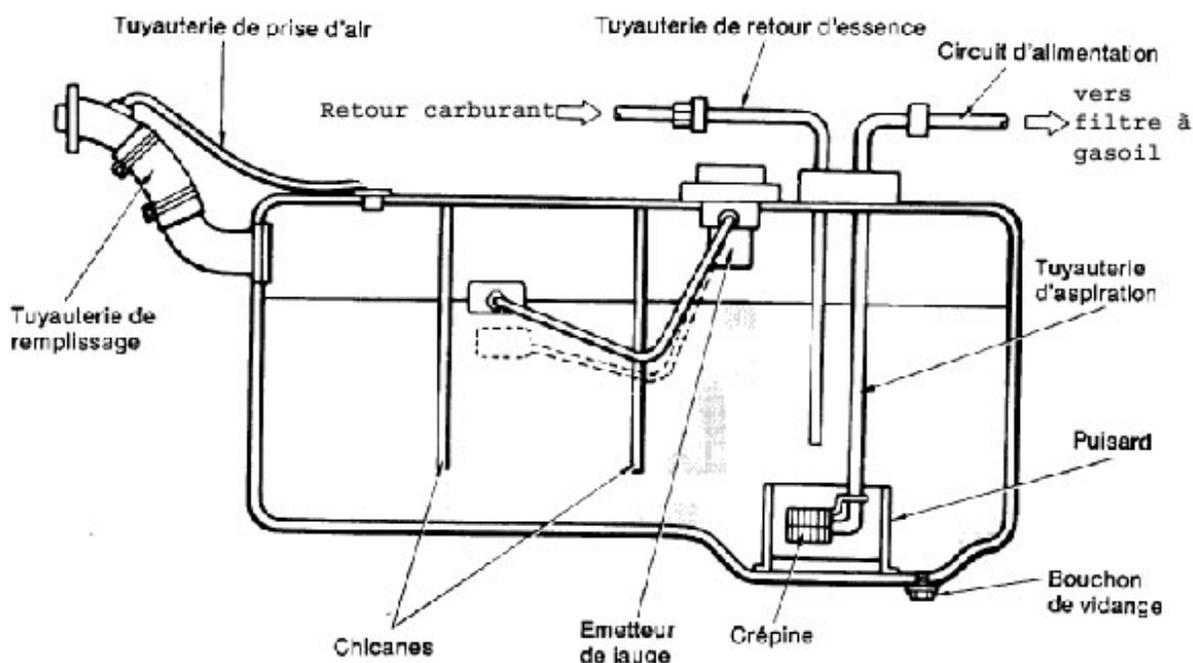
Il conviendra en priorité de s'assurer:

- de la qualité de l'approvisionnement (absence d'eau, décantation, stockage, filtration) avant de faire le plein;
- du bon état des équipements prévus par le constructeur (réservoirs, filtres).

Le réservoir

Il est constitué d'une fine tôle d'acier, les parois internes sont protégées par un traitement anti-corrosion. Il comporte un goulot de remplissage et un bouchon de vidange. L'intérieur du réservoir est divisé en plusieurs parties par des chicanes qui servent à amortir le ballonnement du gasoil lors des démarrages ou arrêts brutaux du véhicules.

Le moteur ne consomme que le cinquième de ce qu'aspire la pompe à injection. Le surplus de gasoil retourne au réservoir. Sur le réservoir il y a donc deux tuyaux, un aller et un retour.



Lorsqu'il y a des impuretés dans le carburant, cela peut boucher les crépines des réservoirs. L'extrémité de la crépine est éloignée du fond du réservoir pour empêcher l'aspiration d'eau et d'impuretés sédimentées.

Comment se débarrasser des impuretés qui tapissent le fond des réservoirs?

On dépose le réservoir, on le remplit de 4 à 5 litres de carburant et d'éléments durs tels que gravillons compacts, chaînette etc... mais attention, pas de sable.

Après l'avoir ainsi secoué pendant plusieurs minutes, on le vidange, et on recommence l'opération plusieurs fois jusqu'à être certain d'avoir décollé toutes les impuretés.

L'opération est très longue et prend une journée entière. Il ne faut donc pas être pressé au moment de faire ou de faire faire cette manipulation.

Au besoin, et s'il y a souvent des impuretés dans le réservoir, il faut demander à ce

que la purge du décanteur du filtre à gasoil fasse partie du daily check (contrôle quotidien): tous les matins il faudra demander au chauffeur de purger le décanteur. Il faudra aussi prendre des mesures en amont : vérification de la qualité du gasoil, du stockage, de la décantation. (cf document "La Gestion des carburants")

Quelles autres raisons peuvent entrainer un réservoir tapissé d'impuretés ?

Parfois, certains chauffeurs indéclicats, en tentant de voler du carburant, démontent la tuyauterie de remplissage au-dessus de la roue. Cette durite se démonte très facilement, et cela permet d'enfoncer un tuyau d'arrosage et de siphonner. Tandis que par la trappe de carburant, il y a un système anti-siphonnage.

Lorsque l'on découvre des traces de gasoil sur cette durite et que l'on s'aperçoit qu'elle a été démontée, il faut interroger le chauffeur et lui indiquer fermement qu'il ne faut plus que cela se reproduise. C'est en effet une source de pollution du réservoir.

Est-ce un problème d'avoir un réservoir cabossé?

A force de chocs, la jauge de carburant peut être abîmée et fournir une information erronée. Il faut parfois envisager de réparer.

Attention cependant aux réparateurs locaux peu équipés et peu compétents: même lorsque le réservoir semble vide, un risque d'explosion subsiste car il y a toujours de vapeurs de carburant qui restent présentes.

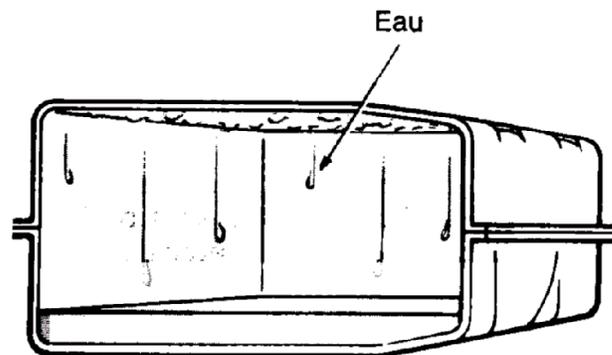


N'effectuez en aucun cas de soudures électriques, au chalumeau, à la soudure à l'étain ni de découpes à la disqueuse. Faites réaliser l'opération par de la sous-traitance spécialisée ou remplacer le réservoir.

Pourquoi le constructeur a-t-il prévu un témoin d'eau dans le gasoil ?

Parce que naturellement il y a de l'eau dans le gasoil à cause de la condensation.

En effet, lorsque le réservoir n'est pas plein, un volume d'air important se trouve au dessus du niveau du gasoil. L'air contient de l'humidité qui se condense sur les parois internes du réservoir.



L'eau étant plus lourde que le gasoil, elle s'accumule au fond du réservoir. A la longue, elle est susceptible de provoquer la rouille intérieure du réservoir qui risque de

colmater filtres et conduites d'où problème de fonctionnement du moteur.

Comment éviter la condensation au maximum?

Dans l'idéal, il serait souhaitable de remplir entièrement les réservoirs chaque soir. Il faudra veiller à toujours remplir les deux réservoirs de carburant des voitures et à les utiliser en alternance.

Quel est le problème rencontré avec les sangles de fixation du réservoir auxiliaire?

On n'avait pas trop de problème sur les 75, mais avec les 78 oui. En effet les sangles sont très sollicitées lorsque l'état du terrain est mauvais : le poids du réservoir plein (90 litres) tire beaucoup sur les sangles. Or le constructeur TOYOTA a réduit la largeur des sangles et leur épaisseur en passant du 75 au 78.

Depuis juin 2002, sur tous les véhicules, Toyota a réintroduit les "bonnes" sangles.

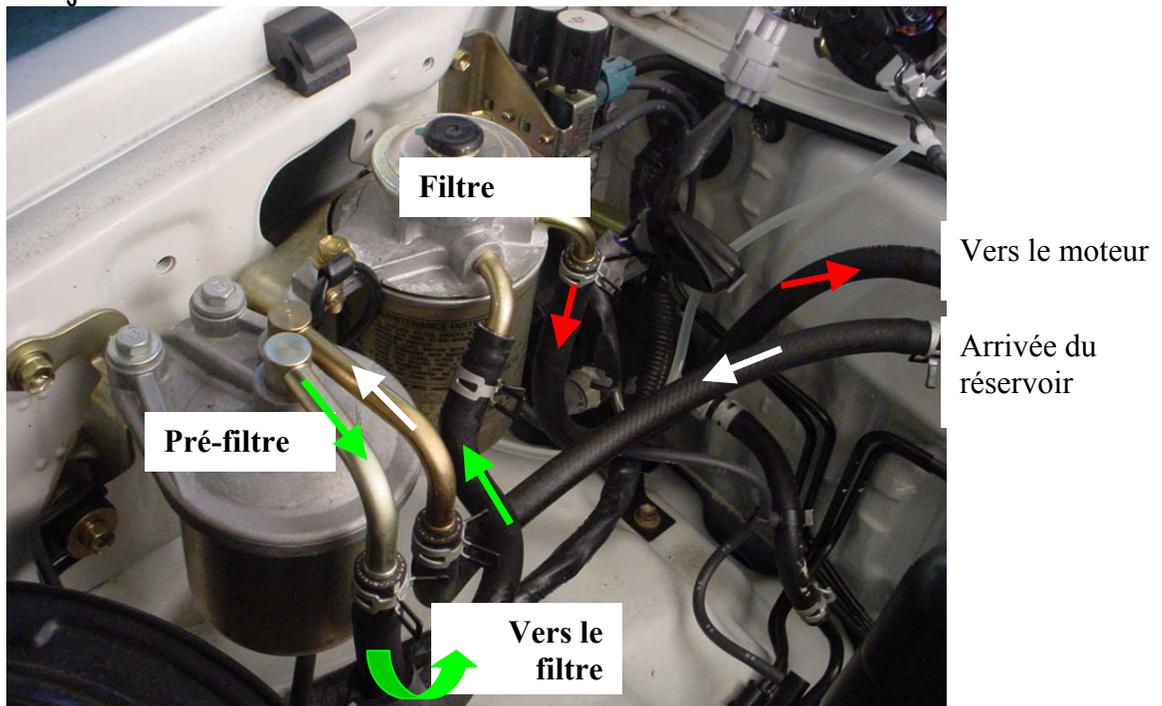


Pour les véhicules 78 antérieurs, il convient de vérifier ces sangles régulièrement et de les commander si besoin.

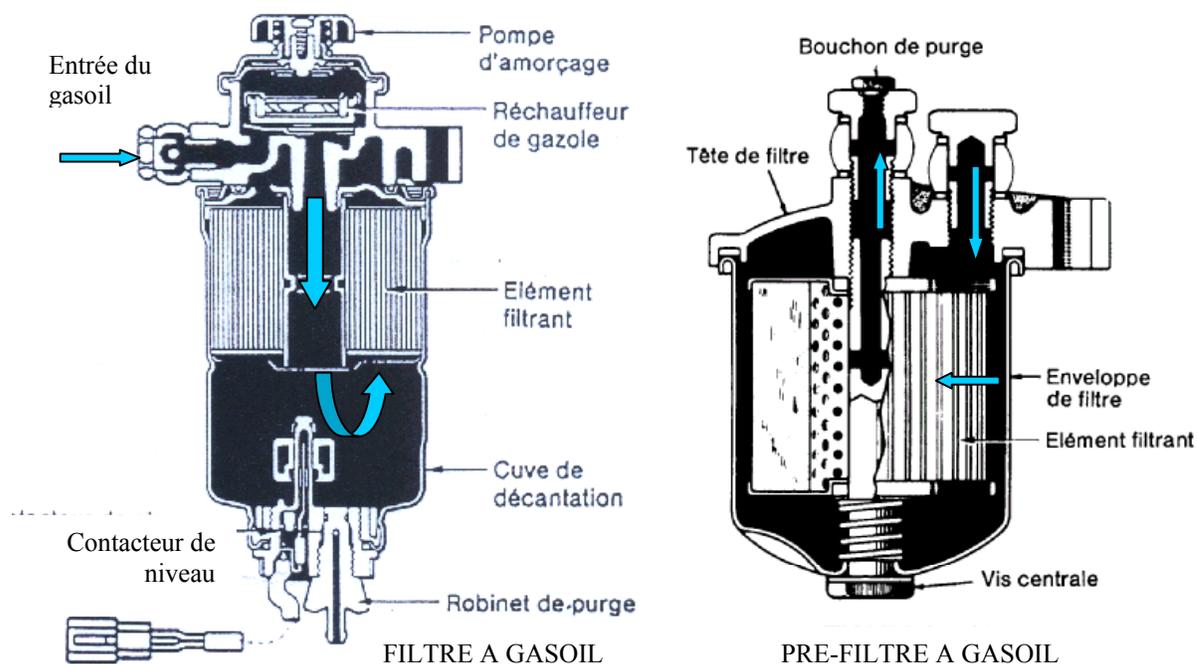
La filtration du carburant

La pompe à injection et les injecteurs sont usinés avec une précision au millième de millimètre. Les performances du moteur risquent d'être gravement compromises par la présence d'impuretés ou d'eau entraînées par le gasoil.

Le constructeur a donc installé un préfiltre et un filtre à gasoil entre le réservoir et la pompe d'injection.



Comment fonctionne un filtre ?



Le gazole passe au milieu puis descend dans le fond et remonte à l'intérieur de l'accordéon (élément filtrant en papier qui retient toutes les impuretés).

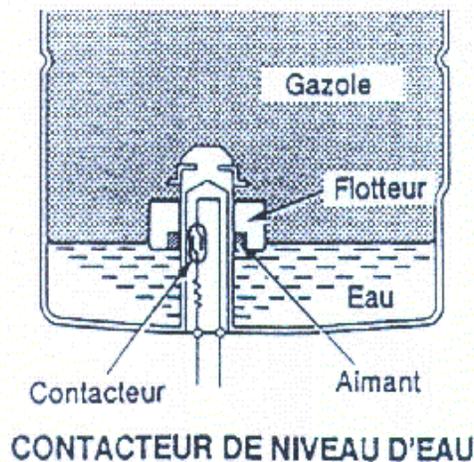
Cependant, l'eau passe à travers cet accordéon. Le constructeur a donc prévu un système de décantation.

Comme l'eau est plus dense que le carburant, elle tend à se déposer au fond de la cuve de décantation.

Le constructeur a prévu un flotteur qui déclenche un mécanisme quand il y a trop d'eau : un témoin lumineux (cf schéma) et un bip sonore préviennent de la présence d'eau dans le filtre.



Dans ce cas, arrêt immédiat du véhicule et purge du décanteur de filtre.



Il est essentiel de vérifier le bon fonctionnement de ce témoin car si de l'eau est présente en trop grande quantité dans le carburant, il y a risque d'endommager la pompe à injection quand la cuve de décantation est pleine.

Y a-t-il des précautions en prendre lors de la dépose du filtre?



Absolument, le fil du contacteur de niveau a tendance à se cisailer facilement. Pour éviter ce problème, il faut débrancher ce câble avant de déposer le filtre. Il est recommandé de vérifier le bon fonctionnement du témoin ainsi que l'intégrité de ce câble à chaque service.

Peut-on acheter des filtres localement?

L'approvisionnement en pièces détachées doit se faire exclusivement par le circuit MSF. Rester très vigilant sur la contrefaçon chez le distributeur local. En cas de rupture de stock d'une pièce, avoir toujours une pièce de qualité d'origine pour pouvoir la comparer. Savoir reconnaître les pièces d'origine, des contrefaçons qui sont souvent réalisées avec des pièces rustiques. Dans tous les cas, ne pas être en rupture de stock sur les filtres de carburant.

Le Préchauffage

Pour démarrer un moteur diesel à froid, la compression de l'air ne suffit pas, dans certains cas, à amener celui-ci à une température suffisante pour provoquer l'auto-inflammation du gazole injecté. C'est pour cela qu'il est nécessaire de prévoir l'emploi de bougies de préchauffage. Elles sont alimentées en courant électrique et réchauffent la chambre de combustion avant la mise en action du démarreur. Ceci permet d'amener l'air comprimé à une température suffisamment élevée pour provoquer la combustion.

Le témoin de préchauffage, incorporé au tableau de bord, informe le conducteur que

le moteur est prêt à démarrer. A ce moment, le voyant s'éteint.

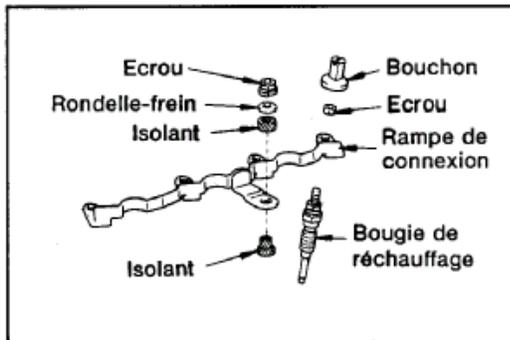
Quels sont les symptômes qui indiquent des bougies défectueuses?

On peut suspecter des anomalies de bougie de préchauffage si l'on a du mal à démarrer à froid tandis qu'à chaud cela est immédiat. On sent que le moteur démarre difficilement car on injecte du gasoil dont une proportion ne brûle pas.

Le moteur va "cogner" au démarrage, il va fumer plus que d'habitude et les perturbations disparaissent ensuite.

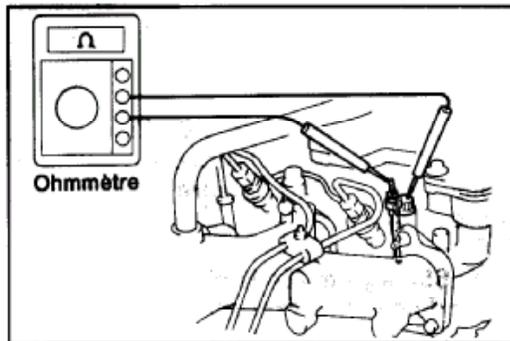
Comment tester les bougies?

On peut tester les bougies de préchauffage avec un testeur électrique comme on le ferait pour une résistance.



CONTROLE DES BOUGIES DE PRECHAUFFAGE

- (a) Enlever les quatre écrous de fixation de la rampe de connexion des bougies de préchauffage.
- (b) Enlever l'écrou de fixation de la rampe de connexion des bougies de préchauffage sur le collecteur d'admission.
- (c) Déposer les deux isolants et la rampe de connexion.
- (d) Al'aide d'un ohmmètre, vérifier le circuit entre la borne des bougies et la masse. Si le circuit est interrompu, remplacer la bougie de préchauffage défectueuse.



Quelle est la fréquence de remplacement des bougies ?

En cas de panne!

Oui tant que cela marche, on ne fait rien. Contrairement aux bougies d'allumage des voitures à essence qui elles, se remplacent régulièrement.

En cas de problème sur une bougie doit-on changer les six?

Non, ce n'est pas nécessaire. Cependant, les autres ont peut-être été fragilisées et il faudra sans doute les changer un peu plus tard.

Est-il nécessaire de préchauffer lorsque le moteur est déjà chaud?

Non, ce n'est pas nécessaire sur les 75. Alors que sur les 78 / 79, le moteur ne va peut-être pas démarrer instantanément. Il conviendra alors de préchauffer.

Le diagnostic de l'alimentation

En cas de problème avec un véhicule, il faut toujours établir un diagnostic. Certains mettront directement en cause la pompe à injection. Avant de faire cela il faut contrôler certains points:

- le circuit d'alimentation
- l'état des filtres
- le nettoyant de circuit d'injection
- les injecteurs

Cela évite de commander une pompe à injection pour un simple problème de durite.

Que va t-on contrôler en premier lieu dans le circuit?

Il faut regarder l'ensemble du circuit d'alimentation. Attention aux prises d'air, aux fuites de gasoil, à la crépine du réservoir, aux tuyaux pincés. En effet les routes sont jonchées de déchets (bois) capables d'endommager les tuyaux sous les voitures...

Comment peut-on voir s'il y a une fuite de gasoil?

Une fuite de gasoil se traduit par des traces d'humidité au niveau des connexions.

Comment vérifier l'état des conduits et de la crépine?

Il faut déconnecter le tuyau d'arrivée de gasoil dans le préfiltre et souffler dedans. Si des bulles se font entendre dans le réservoir, le circuit est intact. Sinon, il faut recommencer l'opération en remontant les conduits vers le réservoir jusqu'au pincement.

Si le circuit est intègre, que faire?

Il faudra commencer par remplacer préfiltre et filtre à gasoil.

Et ensuite?

Il y a un moyen simple de solutionner certains problèmes en ajoutant un additif de nettoyage de circuit d'injection . Ce produit détergent se trouve dans les feuilles de commande.

Il y a deux méthodes d'utilisation :

La méthode curative: on débranche le filtre du circuit, et on plonge le tuyau d'aspiration dans le bidon d'additif. On démarre alors le moteur qui va aspirer l'additif pur en quelques minutes.

La méthode préventive: on verse la dose d'additif dans le réservoir plein. Il est conseillé de réaliser cette opération 1 fois par an.

Et à propos des injecteurs?

Un injecteur peut être en cause parce qu'il est encrassé. L'injecteur n'est autre que l'élément qui fait la pulvérisation. C'est à dire que l'injecteur s'ouvre à une certaine pression et se ferme à une autre, tandis que le surplus de gasoil repart vers le réservoir.

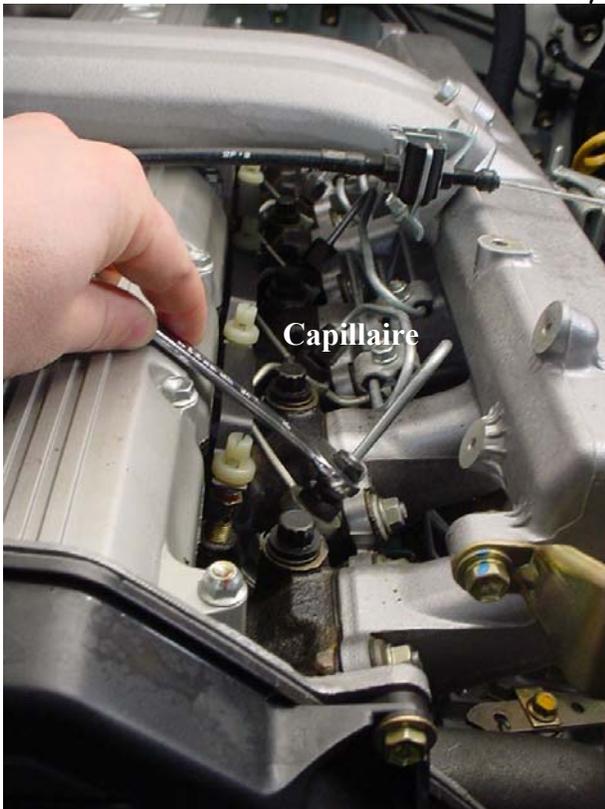
L'injecteur peut s'encrasser suivant la composition du carburant avec des éléments tels que le soufre. Il peut se décrasser grâce à l'additif précité.

Les injecteurs peuvent-ils s'acheter "localement"?

Non! Car il y a des pièces de piètre qualité qui seront nuisibles à la longévité des moteurs.

A quel niveau se démonte un injecteur ?

A sa base. Il faut d'abord enlever les tuyaux capillaires...



Si on soupçonne un injecteur d'être en panne, le moteur tournant par exemple sur cinq cylindres au lieu de six, on pourra déterminer lequel en desserrant à tour de rôle, chacune des arrivées de carburant pour voir s'il y a un changement de régime (cf photo). Si on a un changement de régime en desserrant c'est que tout va bien.

Par contre, lorsqu'on ne trouve pas de changement de régime, on peut incriminer l'injecteur et le déposer. Bien entendu toutes les précautions précédentes (cure d'additif) doivent avoir été prises auparavant.

Peut-on réparer un injecteur en rajoutant des cales ?

Non sans avoir fait un vrai diagnostic. Sur le terrain on a vu des gens changer le "nez d'injecteur" sans avoir de quoi le régler correctement. Et comme ils n'avaient pas les bonnes cales, ils ont remplacé tous les nez d'injecteur. Or le problème était ailleurs, au niveau des porte-injecteurs.

Pour nettoyer un injecteur, il faudrait être mécanicien pour tout démonter et remonter, et puis il faudrait un appareillage spécial (une pompe permettant de comprimer du gasoil etc).

En général en cas de problème sur un injecteur, il faut changer impérativement **l'ensemble injecteur / porte-injecteur défectueux...** Il y a des manuels dans les voitures pour réaliser de telles manipulations.



En dernier recours et après avoir vérifié ces 4 points, vous pourrez douter de la pompe à injection. Dans ce cas, contacter le responsable technique de votre section.

LA DISTRIBUTION

Le principe

La distribution est l'ensemble des organes qui commandent l'ouverture et la fermeture des soupapes au moment opportun ainsi que la synchronisation / rotation de la pompe à injection.

En cas de casse il y a un défaut de synchronisation au niveau de la distribution : la pièce qui commande l'ouverture et la fermeture de la soupape n'est plus synchronisée avec le vilebrequin. Ce qui fait que le piston remonte au moment où une des soupapes est encore ouverte. La soupape peut alors plier tandis que le piston cassera...

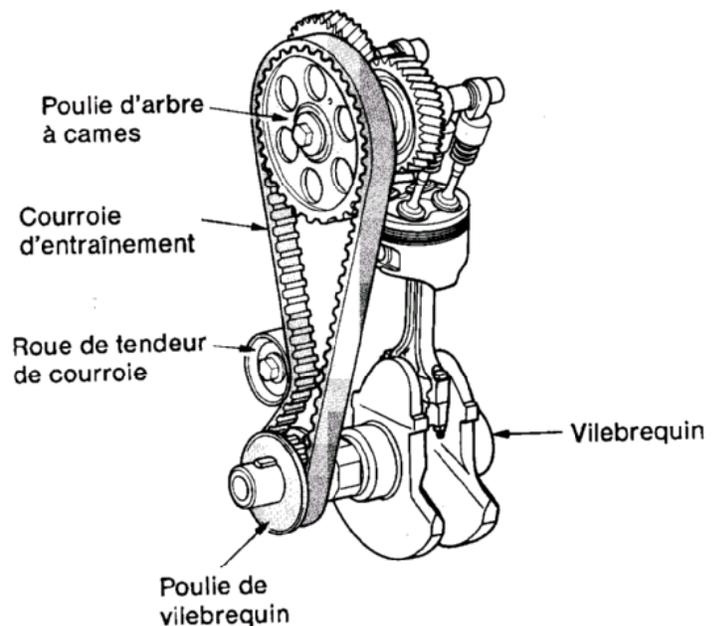
Le prix maximum d'une courroie de distribution est de 30 euros tandis que le prix d'une réparation moteur si la courroie casse est de plusieurs milliers d'euros.



Ceci impose d'avoir des courroies en stock, mais aussi de confier le changement des courroies à des vrais professionnels parce que l'opération impose de bien synchroniser la distribution.

L'opération d'échange de courroie est décrite dans les manuels moteurs. Il y a d'ailleurs un manuel moteur spécifique aux véhicules d'après mai 1998. Tout ce qui n'a pas changé demeure dans les précédents manuels (avant mai 1998).

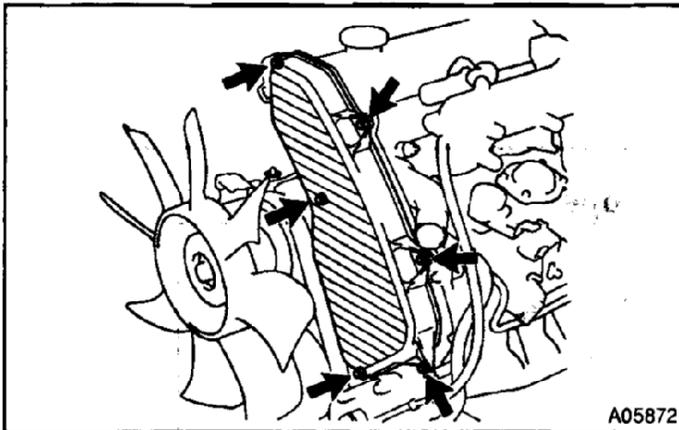
La courroie de distribution



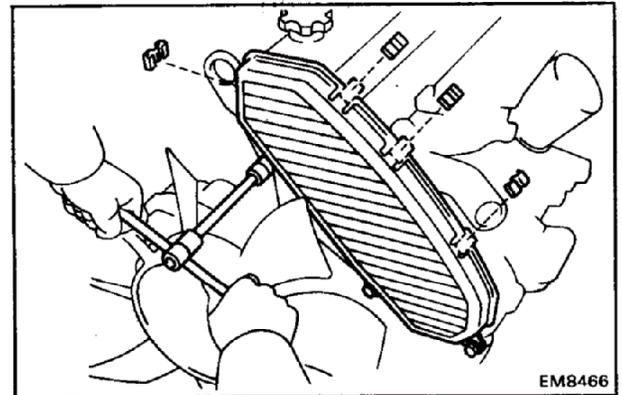
La courroie de distribution est un consommable.

Sur nos véhicule standards avec moteur 1HZ, il y a 2 montages différents de courroie de distribution:

L'évolution du moteur est visible de l'extérieur au niveau du carter. Le montage, la courroie, la roue de tendeur, le carter, le joint sont différents à partir de mai 1998.



Montage du carter avec vis, après Mai 98
pour HZJ 75/78/79



Montage du carter avec clip, avant Mai 98
pour HZJ 75

Est-il obligatoire, lors du changement de la courroie de distribution, de changer aussi les pièces annexes (roue de tendeur, ressort) ?

Non, ce n'est pas impératif mais il faut vérifier la roue de tendeur, c'est à dire s'assurer qu'il tourne de manière uniforme, sans bruit et sans accrocher.

Si ce n'est pas le cas, il faut la remplacer.



En effet, une roue de tendeur grippée peut entraîner une rupture immédiate de la courroie.

Qu'est ce qui est mauvais pour le caoutchouc et la courroie de distribution en général?

Les UV, les hydrocarbures. On entend par hydrocarbures, la graisse, l'huile, le gasoil etc...

On peut avoir des fuites d'huile et si jamais il y a eu de l'huile sur la courroie, il faut la faire changer. Attention à bien vérifier que la fuite soit arrêtée. Ce genre de contrôle fait partie du travail du personnel MSF.

Un suintement ou une fuite sur la courroie est inacceptable.

Doit-on changer la courroie tous les 100000 km?

Effectivement, le manuel du constructeur préconise de changer de courroie de distribution tous les 100.000 km.

Mais dans notre cas, avec l'utilisation extrême que nous faisons de nos voitures à MSF, nous pouvons abaisser ce délai et la changer plus souvent.

Dans des conditions extrêmes : Congo, sud Soudan, où la moyenne horaire est de 10 à 15 km heure, on peut en effet changer la courroie de distribution tous les 80000 km . Cela implique donc de tenir à jour un carnet de bord de tous les évènements et de noter sous le capot: "remplacement de la courroie de distribution à XXX XXX kms".

Doit-on tendre la courroie?

Oui, seulement lors de son remplacement et en suivant les indications du Manuel d'atelier TOYOTA. La tension est alors réalisée par le tendeur.



En aucun cas, il ne faut agir manuellement ou avec un outil sur ce tendeur au risque d'user prématurément la courroie et d'endommager la pompe à injection.

LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

Le principe

Le moteur brûle du carburant dans les cylindres afin de transformer l'énergie thermique en énergie cinétique. Mais seulement 25% de cette énergie thermique est utilisée en travail effectif, 45% est perdue dans les gaz d'échappement et 30% est absorbée par le moteur.

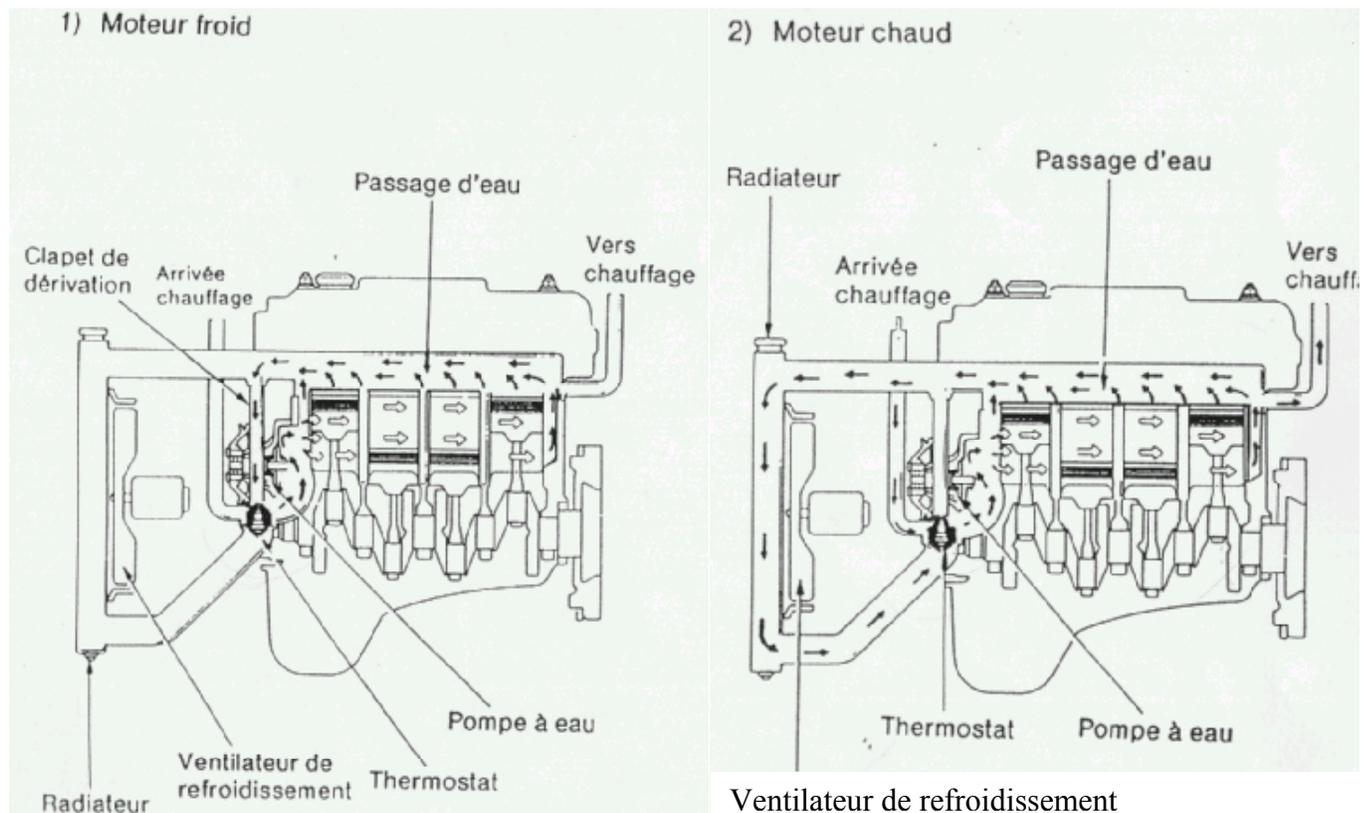
Ces calories absorbées par le moteur doivent être évacuées sinon, il y aurait échauffement et risque de grippage du moteur.

Un circuit de refroidissement est donc agencé à l'intérieur du moteur pour homogénéiser la température interne.

Il s'agit d'un circuit qui se compose d'une pompe à eau, d'un radiateur, d'un thermostat (ou calorstat), d'un ventilateur, de durites où circule un liquide de refroidissement.

Le fonctionnement

Le liquide de refroidissement circule grâce à l'action de la pompe à eau. Lorsque le moteur est froid, le liquide est également froid et le thermostat est fermé. En



conséquence, le liquide emprunte le conduit de dérivation vers la culasse et revient à la pompe à eau.

A mesure que la température du moteur s'élève, le thermostat s'ouvre et le conduit

de dérivation se ferme, obturant ainsi le circuit de dérivation. Le liquide de refroidissement, réchauffé par les calories dégagées par le moteur, est ensuite envoyé dans le radiateur où il est refroidi par le ventilateur et l'air forcé au travers du radiateur. Après avoir été refroidi, le liquide est renvoyé par la pompe à eau vers le moteur.

Le Thermostat (calorstat)

La température du liquide varie en même temps que celle du moteur. Or celui-ci obtient son rendement idéal entre 80 et 90°C.

Ce maintien de la température du liquide de refroidissement dans cette plage idéale est assuré par le thermostat.

Comment fonctionne le thermostat ?

Le thermostat est commandé par une capsule de cire. Le volume de cette cire varie en fonction de la température, ce changement de volume provoque l'ouverture ou la fermeture du clapet du thermostat. La température de début d'ouverture est marquée sur le thermostat, par exemple 80°C.

Pourquoi il y a-t-il des températures différentes indiquées sur le thermostat ?

Cela dépend des véhicules : ceux qui sont faits pour les pays tropicaux et ceux faits pour les pays d'Europe. Lorsqu'on est en présence d'un véhicule adapté aux pays chauds, l'ouverture est assez rapide. On a l'exemple des premières voitures d'occasion européennes (PEUGEOT) importées en Afrique et dont les moteurs cassaient beaucoup à cause de ce thermostat inadapté.

Si on ôte le thermostat que se passe-t-il ?

Le circuit de dérivation reste alors ouvert, le liquide ne passe plus dans le radiateur et le liquide ne sera pas refroidi. Cela entraînera un échauffement anormal du moteur.

Le phénomène est courant en Afrique de l'Ouest, on trouve beaucoup de gens persuadés que sans le thermostat le moteur refroidira mieux. En aucun cas il ne faudra laisser enlever le thermostat.

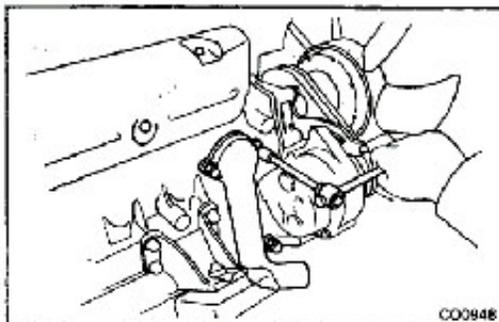
Quelle est la différence entre un thermostat simple-effet et un thermostat double-effet ?

Tout d'abord, nos véhicules standards sont équipés de thermostat double effet..

Le thermostat double-effet est celui représenté dans le schéma ci-dessus. Il s'ouvre vers le bas, tout en se fermant en haut simultanément. Par conséquent le liquide est obligé de passer par le radiateur... Tandis que le simple effet fonctionne comme un clapet qui obstrue ou non le chemin du radiateur. Il n'a pas de dérivation-moteur. On ne peut pas savoir à quel type de thermostat on a affaire d'un seul coup d'œil, il faut

bien connaître l'architecture du système et se munir de manuels techniques appropriés.

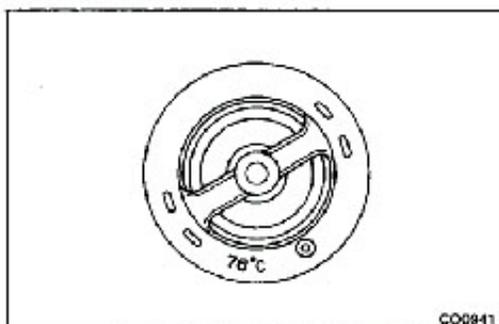
Comment contrôler un thermostat?



2. ENLEVER L'ENTRÉE D'EAU

Enlever les trois boulons et l'entrée d'eau du carter d'entrée d'eau.

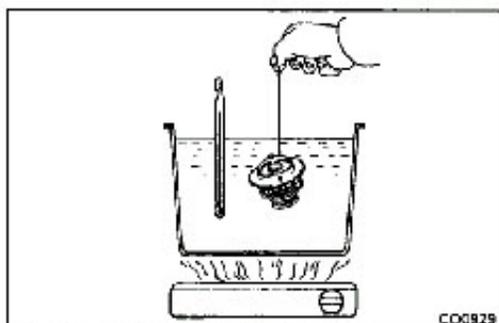
3. ENLEVER LE THERMOSTAT



CONTRÔLE DU THERMOSTAT

CONTRÔLER LE THERMOSTAT

CONSEIL: Le thermostat est numéroté avec la température d'ouverture de la soupape.

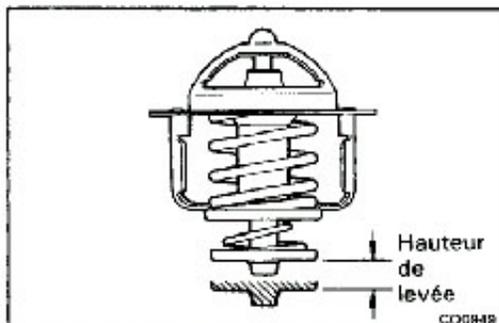


(a) Immerger le thermostat dans l'eau et chauffer l progressivement.

(b) Vérifier la température d'ouverture de la soupape

Température d'ouverture de la soupape: 74-78°C

Si la température d'ouverture de la soupape ne correspond pas à celle spécifiée, changer le thermostat.



(c) Vérifier la hauteur de levée de la soupape.

Hauteur de levée de soupape: 10 mm ou plus à

Si la hauteur de levage ne correspond pas à celle spécifiée, changer le thermostat.

(d) Vérifier que le ressort de soupape est tendu lorsque le thermostat est complètement fermé.

Changer le thermostat si nécessaire.

Comment purge-t-on le système de refroidissement ?

Sur nos véhicules standards, cette opération est automatique. Il faut juste veiller à ce que la manette du chauffage de l'habitacle soit en position « chaud ».

Le Liquide de refroidissement

Le rôle du liquide de refroidissement est d'évacuer le surplus de température.

Les propriétés du liquide de refroidissement :

- Antigél
- Seuil d'ébullition plus haut
- Bonne conductibilité thermique
- Lubrifiant (anti-corrosion)
- Anti-tartre
- Anti-fuite (colmate les fuites grâce à un coagulant)
- Anti-cavitation (Une pompe qui cavite et risque d'être ainsi détruite)
- Anti-phénomène électrolytique: les différents matériaux génèrent des champs qui peuvent être dangereux du fait de la circulation même du liquide refroidisseur. Ce liquide neutralise donc ces champs.

Ce liquide est-il polluant ?

Oui très polluant!

Comment éviter une pollution ?

Il n'y a pas besoin de le remplacer.



En cas de démontage impliquant l'ouverture (vidange) du circuit de refroidissement, on doit toujours récupérer le liquide pour le réemployer après filtration, un filtre à café faisant très bien l'affaire.

Avec quel type de liquide sont envoyés les véhicules MSF?

Les véhicules MSF sont livrés avec un liquide de refroidissement permanent d'origine Toyota, prêt à l'emploi et convenant sur les terrains.

Peut-on rajouter de l'eau dans ce circuit de refroidissement?

Non car l'eau "pollue" le liquide en faisant baisser le taux de protection contre le gel, elle entartre, ne lubrifie pas, oxyde les matériaux métalliques,

En cas d'urgence, de fuite importante dans le circuit de refroidissement, il faut bien évidemment se dépanner en mettant de l'eau à la place du liquide de refroidissement. Mais, le plus rapidement possible, de retour à la base, il faudra vidanger le circuit et remettre du véritable liquide de refroidissement.

Comment trouver ce liquide sur le terrain ?

Il peut exister localement des liquides de refroidissement prêt à l'emploi mais il faudra alors vérifier qu'ils ont toutes les propriétés listées plus haut.

Sinon, MSF dispose également de 2 additifs à diluer dans de l'eau déminéralisée (eau de pluie, par exemple):

- *Un additif pour pays chauds.* Il faut mettre 1L pour 10L d'eau déminéralisée. Ce liquide a toutes les propriétés déjà énoncées sauf celle antigel.
- *Un additif pour pays froids avec antigel* qui se dilue selon un pourcentage. Avec 60% d'additif, le circuit sera protégé contre le gel jusqu'à -40°C. Attention à ne jamais dépasser 60% d'additif, sinon on tombe en dessous de la température de protection maximale.

% de dilution	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Température de protection	-15°	-20°	-30°	-35°	-40°	-35°

Comment contrôler l'efficacité de la protection antigel?

Dans les ateliers il y a de quoi mesurer la densité du liquide de refroidissement déjà présent avec un pèse antigel, disponible sur la feuille de commande MSF.

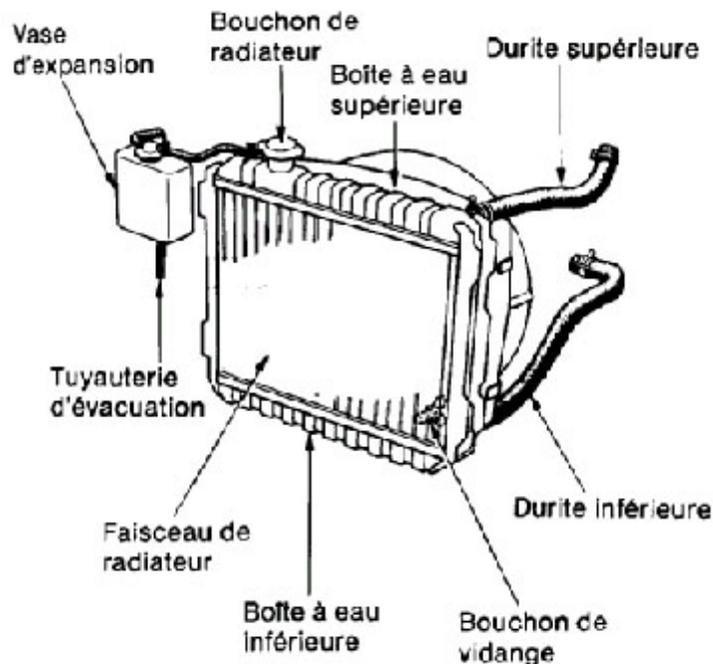
Ce pèse antigel donne en lecture directe la température de protection, par exemple -15°C. Si vous craignez des températures de -20°C ou -30°C, il faudra enlever un peu de liquide du circuit pour ajouter de l'additif antigel pur et refaire la mesure au pèse antigel.

La pompe à eau

La pompe à eau est prévue pour la circulation forcée du liquide de refroidissement à travers le système de refroidissement. Elle est montée à l'avant du bloc-cylindres et est entraînée par une courroie. Si cette courroie casse, le liquide n'est plus mis en circulation par la pompe, le ventilateur n'est plus entraîné, il n'y a plus de transfert de chaleur et il y a risque d'échauffement. Il faut s'arrêter et remplacer la courroie.

Le radiateur

Le liquide de refroidissement passe ensuite par un radiateur garni d'ailettes pour optimiser les surfaces d'échange avec l'air. En effet, un radiateur est un échangeur de chaleur. En descendant dans le radiateur, le liquide de refroidissement perd peu à peu de sa chaleur et sa température diminue.



Pourquoi le radiateur ne parvient plus à descendre la température du liquide refroidissement ?

Le radiateur est composé de petits tubes dans lesquels le liquide chaud circule du haut vers le bas. L'air frais passe à travers les ailettes et c'est le volume d'air qui passe qui réalise l'échange de chaleur. Plus le débit d'air est important, plus grande sera la quantité de chaleur évacuée par convection.

Or la vitesse du véhicule ne suffit pas à faire passer une quantité suffisante d'air au travers du radiateur pour refroidir le liquide. Pour forcer l'air au travers du faisceau de radiateur, un ventilateur est monté derrière ce dernier.

Par conséquent sur des terrains boueux si le radiateur est bouché (boue etc.) l'air circulera moins bien. Il faut donc faire attention aux saletés (gravillons, insectes, semences, graminées) qui peuvent être aspirées et qui peuvent finir par boucher le système. Attention au nettoyage du radiateur : certains le font au "kärcher" et sans s'en rendre compte bouchent les ouvertures en repliant les ailettes. Donc pas de nettoyage "haute pression" sur le radiateur.

Comment nettoyer un radiateur ?

C'est le travail du chauffeur. Il faut, au cure-dents ou avec une petite brosse souple à poil nylon, redresser toutes les ailettes repliées du radiateur.

Sur les voitures de tourisme, la vitesse permet que l'air frais entre suffisamment à travers le "nid d'abeilles". Il y a un GMV (groupe moto ventilateur) qui ne se met en route que quand la température du radiateur augmente. Ce GMV est commandé par un thermo-contact.

Les voitures TOYOTA landcruiser sont, elles, conçues pour des conditions plus difficiles, où la vitesse est plus lente. Le constructeur a construit un coupleur qui solidarise le ventilateur à la rotation du moteur lorsque le moyeu du ventilateur chauffe et se dilate. Cette méthode permet de ne pas faire tourner le ventilateur quand il n'y en a pas besoin.

Pourquoi rigidifier l'avant de la voiture ?

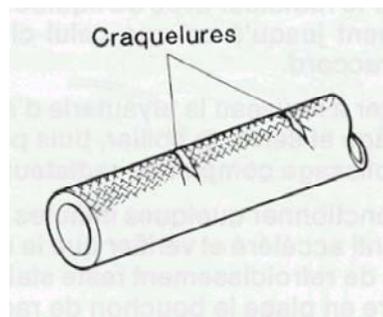
Parce qu'en cas de casse du châssis dans des conditions extrêmes, la carrosserie travaille et finit par plier.

Le radiateur, fixé à la carrosserie, tend aussi par plier et finit par fuir. Cette fuite de circuit a pour conséquence un défaut de fonctionnement du circuit de refroidissement, le moteur monte en température par défaut de liquide de refroidissement et des casses de moteur surviennent.

Pour protéger le radiateur, il y a aussi les moustiquaires, matériel peu cher, très efficace et facile à poser.

Faut-il contrôler les durites?

Après avoir rechercher d'éventuelles fuites de liquides, marquées par la présence de corrosion à proximité de la fuite, on doit vérifier la présence de craquelure ou tout



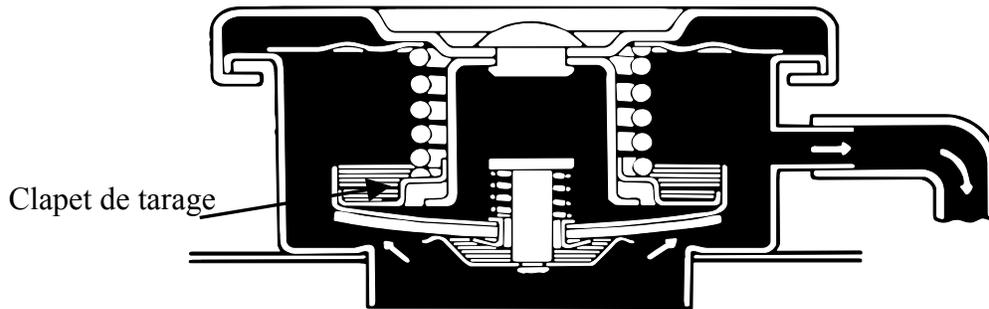
gonflement anormal sur les durites du circuit de refroidissement. Si c'est le cas, il faut procéder au remplacement de la durite.

Le fonctionnement à niveau constant

A mesure que la température augmente et que le volume du liquide de refroidissement augmente, il y a également montée de la pression dans le circuit de refroidissement. Lorsque cette pression dépasse une valeur déterminée, un clapet de tarage, dans le bouchon du radiateur, s'ouvre et laisse s'échapper le liquide excédentaire par la tuyauterie de trop-plein.

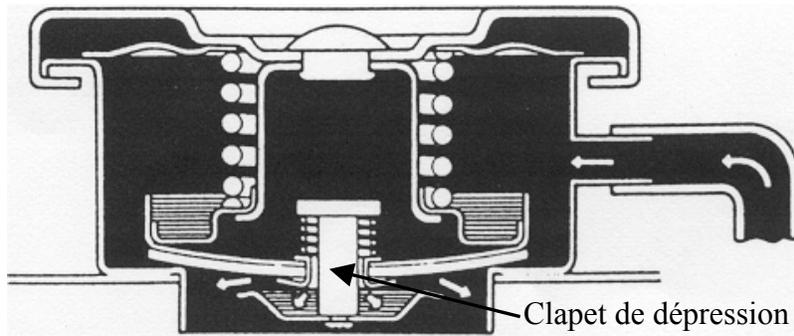
Il est donc fondamental de respecter les références de bouchons de radiateur préconisés par le constructeur, c'est-à-dire la pression d'ouverture. Pas de carotte en bois à la place du bouchon ...

Fonctionnement du clapet de tarage (à chaud):

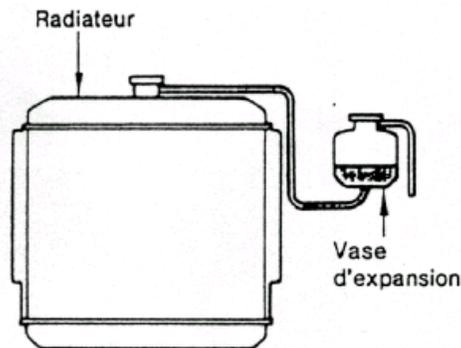


Après arrêt du moteur, la température du liquide diminue et un vide partiel se forme dans le radiateur. Un clapet à dépression, également dans le bouchon du radiateur, s'ouvre alors automatiquement et permet au liquide de refroidissement présent dans le trop-plein de revenir dans le radiateur.

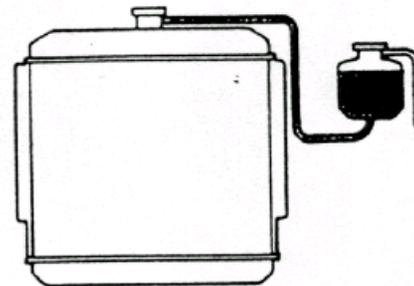
Fonctionnement du clapet de dépression (à froid):



Ce montage évite la perte de liquide de refroidissement et donc l'obligation de faire l'appoint permanent de liquide dans le circuit. Le niveau du circuit de refroidissement se contrôle donc à froid, le matin avant de démarrer, par transparence (sans ouverture du bouchon) sur le vase d'expansion (mini-maxi).



CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT FROID



CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT CHAUD

Que faire quand le niveau est inférieur au minimum ?

On recomplete dans le vase avec du liquide de refroidissement au dessus du niveau mini mais en dessous du niveau maxi.



A froid, le niveau du liquide de refroidissement doit être toujours inférieur au niveau maxi.

Si vous devez réaliser cette opération fréquemment, vérifier qu'il n'y a pas de fuite sur le circuit.

Quelles pièces faut-il avoir en stock?

Les produits à avoir en stock sont : un thermostat, un bouchon de radiateur, du liquide de refroidissement, des moustiquaires, des tendeurs.

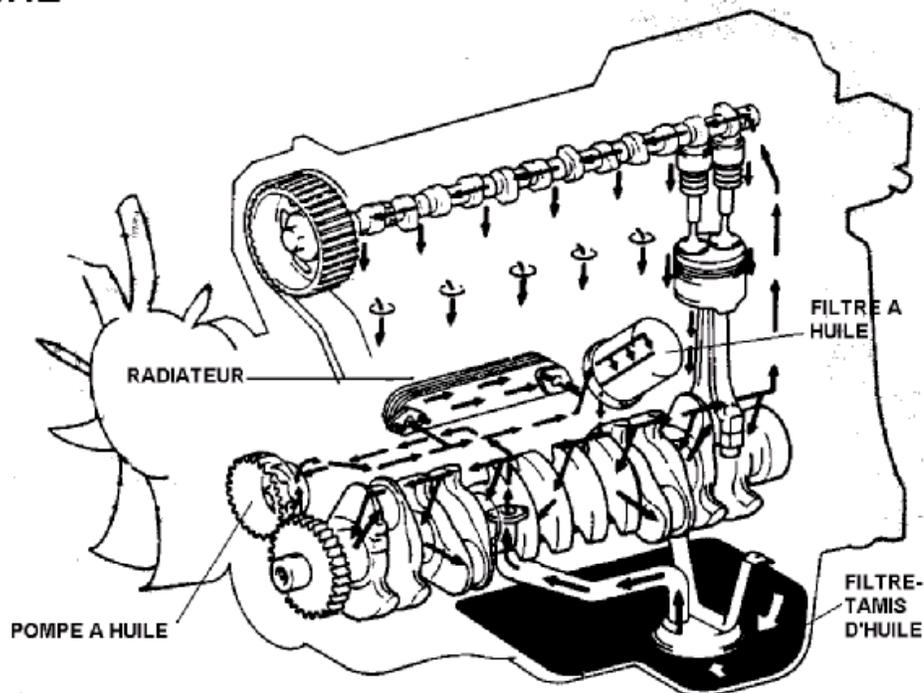
LA LUBRIFICATION

Le principe

Un moteur est constitué de nombreuses pièces mobiles métalliques qui sont en contact l'une avec l'autre. Au démarrage, il y a frottements entre ces pièces, d'où perte de puissance et usure, et même à la limite, grippage.

Pour éviter ces inconvénients, il y a arrivée permanente d'huile à ces pièces en mouvement. Cette arrivée est assurée par le circuit de lubrification.

IHZ



L'huile a 5 fonctions:

- Elle forme un film afin d'éviter tout contact direct entre les pièces en mouvement.

Elle lubrifie.

- Elle refroidit les pièces du moteur depuis l'intérieur du moteur.

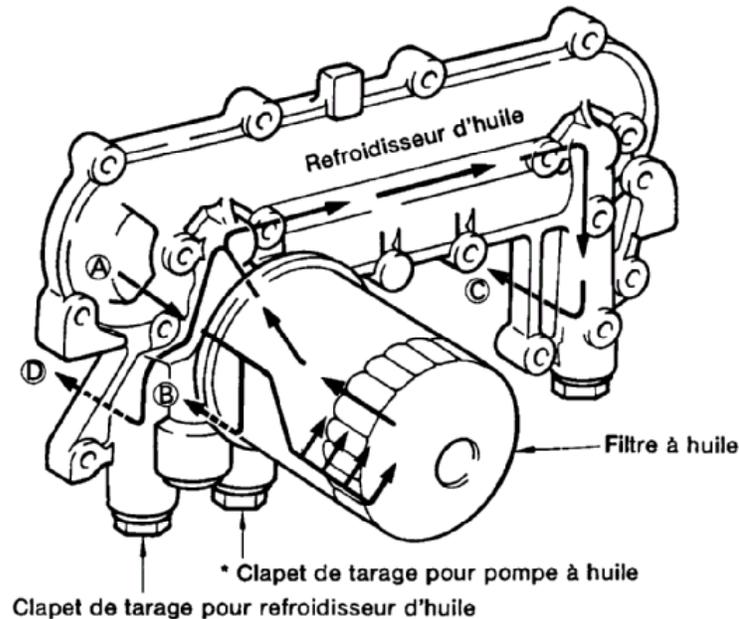
- Elle assure une étanchéité suffisante entre les pistons et les cylindres.

- Elle permet d'éliminer les impuretés du moteur, c'est à dire les particules de carbone, résidus de la combustion. Elle est détergente.

- Elle protège les pièces contre la corrosion.

Pour que l'huile reste à température constante, on a prévu un "radiateur" d'huile.

Ce radiateur est caché, il est interne et non visible car il s'agit plutôt d'un échangeur de chaleur huile / liquide de refroidissement. L'huile passe dans un radiateur métallique tandis que tout autour passe ce liquide refroidissement dont le rôle est d'homogénéiser la température de l'huile.



Le filtre à huile

A mesure qu'elle est utilisée, l'huile moteur est progressivement contaminée par des résidus métalliques, des particules de carbone, des impuretés. Si les pièces étaient lubrifiées avec de l'huile sale, elles s'useraient anormalement vite et cela se traduirait par une perte de rendement.

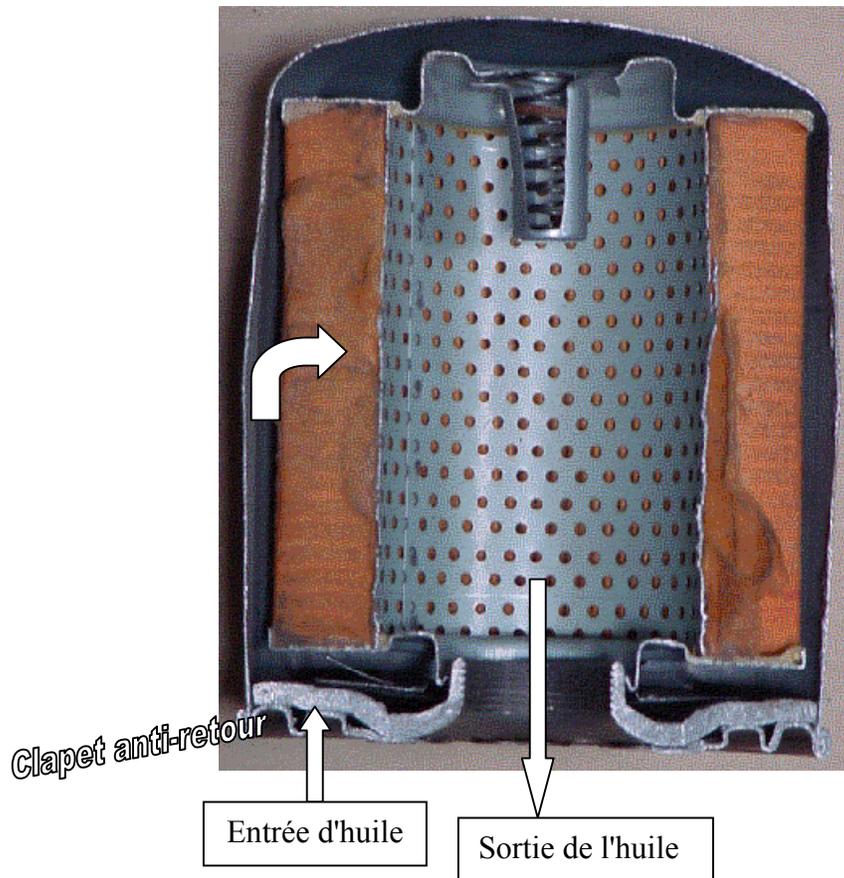
Un filtre à huile a donc été incorporé au circuit de lubrification, il a pour rôle de retenir les impuretés en suspension dans l'huile.

Comment fonctionne le filtre à huile ?

Il y a un clapet anti-retour par lequel l'huile rentre, ensuite elle passe dans un accordéon papier qui retient les particules, et enfin l'huile propre peut être injectée dans le circuit. Lorsque l'on arrête le moteur, ce clapet permet de garder le circuit de lubrification sous pression.

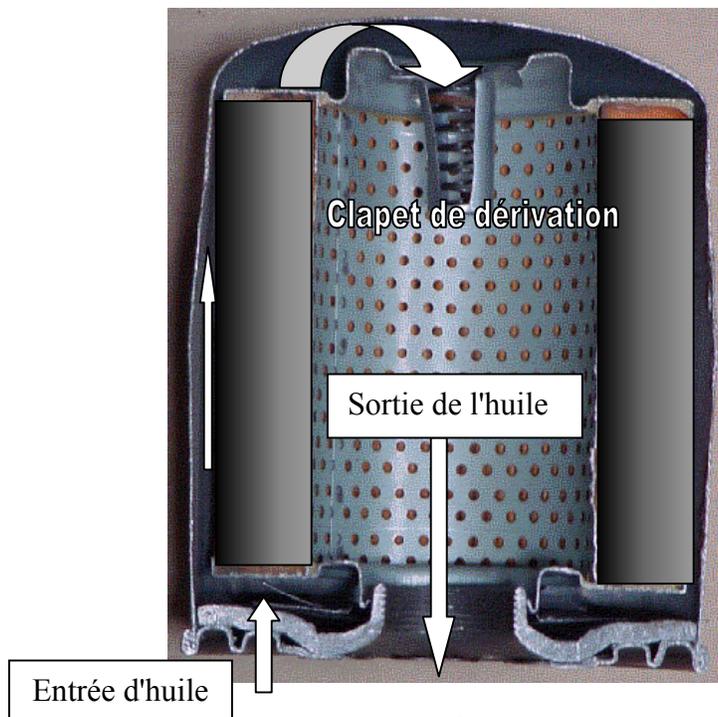


ATTENTION, ce clapet ne se trouve pas forcément sur les filtres à huile contrefaits.



A quoi sert le deuxième clapet du filtre à huile ?

Au bout d'un moment, quand le filtre est colmaté par les impuretés, l'huile ne passe plus, le filtre peut exploser sous l'effet de la pression. Le constructeur a donc prévu un moyen de laisser passer l'huile si l'on ne change pas régulièrement son filtre à huile. C'est le rôle du clapet de dérivation.



Quand le clapet de dérivation s'ouvre, l'huile passe sans être filtrée et arrive directement au moteur.

Cela évite donc l'explosion du filtre mais à terme, cela entraîne une usure rapide des pièces moteur. Il est donc nécessaire de renouveler périodiquement le filtre à huile.

Les lubrifiants

Que signifie S.A.E ? Society of American Engineer, il s'agit de normes internationales.

La S.A.E définit la viscosité .

Que signifie SAE 40, SAE 5W40, SAE 15W40?

40 est un monograde, autrement dit une huile utilisable à un faible spectre de température. Tandis qu'une huile multigrades (il y a un "W" entre les deux chiffres) sera utilisable à un spectre plus large de température. Par exemple une huile 5w40 sera utilisable de -50 à +45°. Il y a même de l'huile 5w50 qui sera utilisée partout dans le monde et dans toutes les situations extrêmes de température. La différence de prix est évidemment forte selon la taille du spectre.

Dans le cas de MSF et de régions comme l'Afghanistan, où l'amplitude de température été-hiver est très forte (+35° à -35°), une huile comme la 15W40 est largement suffisante.



Les huiles monogrades sont à éviter dans le cadre des missions MSF.

Que Signifie A.P.I?

API signifie American Petroleum Institute, c'est une norme de qualité.

Le trigramme API est suivi de 2 lettres:

- la première selon la nature du moteur : S pour essence et C pour diesel.
- pour la deuxième lettre, plus elle sera élevée dans l'alphabet et plus la qualité sera importante.

Ex: une huile pour moteur diesel CD est de meilleure qualité qu'une CC.

Pour les moteurs diesel que nous utilisons, il faudra prendre au minimum CD et plutôt CE, voire même CF.

Attention, on peut trouver des huiles utilisables pour moteurs essence et diesel, elles ont alors une codification à 4 lettres. Ex: SC / CD

Si on trouve sur le terrain deux marques disponibles d'huile au même prix, il faudra choisir laquelle ?



Celle qui présente la deuxième lettre la plus élevée mais à qualité égale, on préférera toujours une marque de notoriété

Dans certains pays, lors du changement d'huile, on met du gasoil dans le moteur pour le nettoyer. Est-ce raisonnable?

Non, car le gasoil a des propriétés différentes de celles de l'huile et ne résiste pas à la même pression que l'huile moteur. Par contre, à ce jour, toutes les huiles synthétiques sont miscibles.

Ce qui veut dire qu'il n'est plus nécessaire de vidanger et on peut mettre une huile différente ?

En dépannage, pour refaire un niveau, on peut mélanger des huiles synthétiques minérales différentes. Par contre il faut éviter les huiles graphitées. Mais de telles huiles ont pratiquement disparu du marché...

La vidange régulière du moteur reste cependant nécessaire.

Pourquoi n'emploie t-on pas une huile qui permettrait de vidanger tous les 10.000 ou 20.000 KM ?

Parce qu'il vaut mieux changer souvent l'huile moteur quelque soit la qualité de l'huile. Sur les véhicules MSF, avec l'utilisation que l'on en fait, les services réalisés intègrent différents points de contrôle, et la vidange n'est qu'une petite partie des services. MSF préfère avoir des contrôles assez proches et une huile de bonne qualité 'sans plus'.

Comment réaliser la vidange et le niveau d'huile?

Ces opérations doivent s'effectuer véhicule parfaitement horizontal.

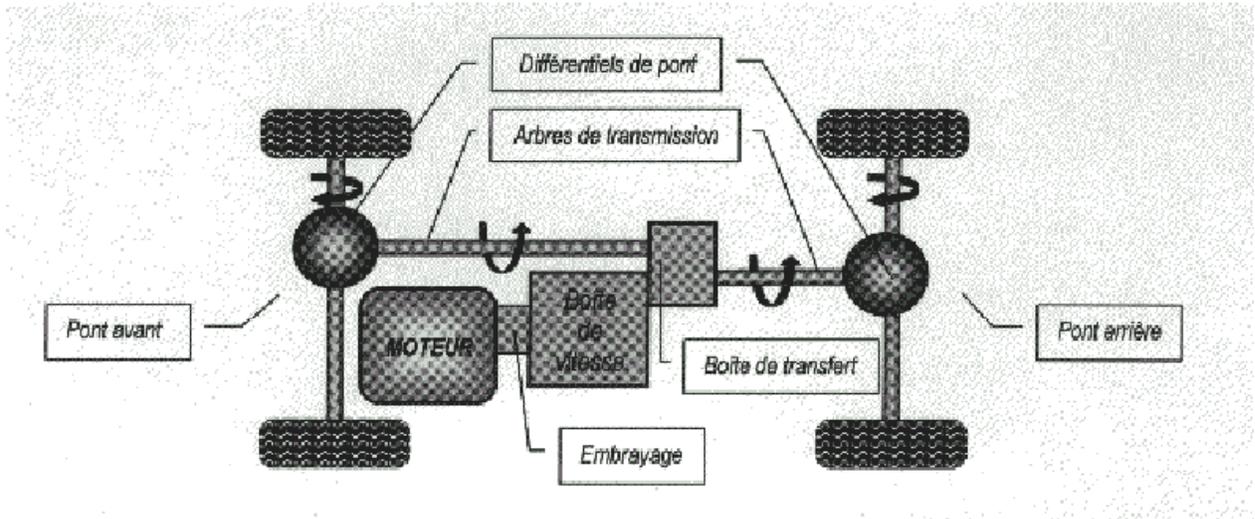
La vidange se fait sur un moteur qui n'est pas froid. Si c'est le cas, démarrer le moteur et le faire fonctionner quelques minutes.

ATTENTION, si le moteur est trop chaud, il y a risque de brûlure avec l'huile.

Le niveau d'huile se fait également sur moteur chaud. Après l'avoir arrêté, attendre 5 minutes avant de vérifier le niveau avec la jauge.

LA TRANSMISSION

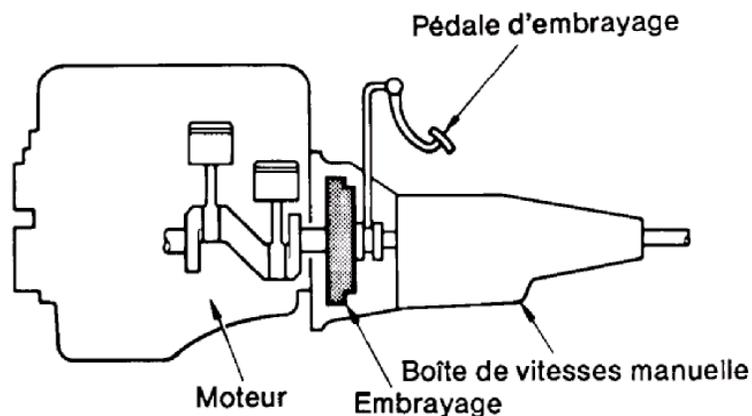
La transmission regroupe l'ensemble des mécanismes qui transmettent la puissance développée par le moteur aux roues motrices du véhicules.



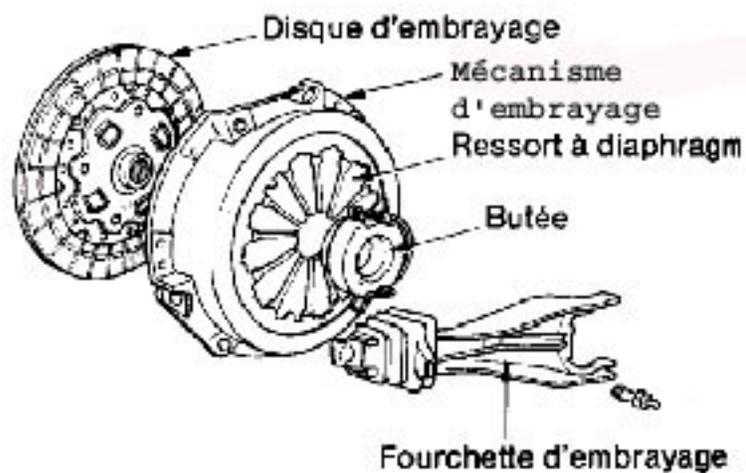
L'embrayage

L'embrayage est placé entre le moteur et la transmission. Son rôle est de permettre le passage ou l'interruption du mouvement entre le moteur et la transmission grâce à l'action de la pédale d'embrayage lors des changements de rapports.

Il est à même d'assurer la transmission progressive de la puissance du moteur vers les roues motrices, ce qui permet un démarrage progressif de la voiture.

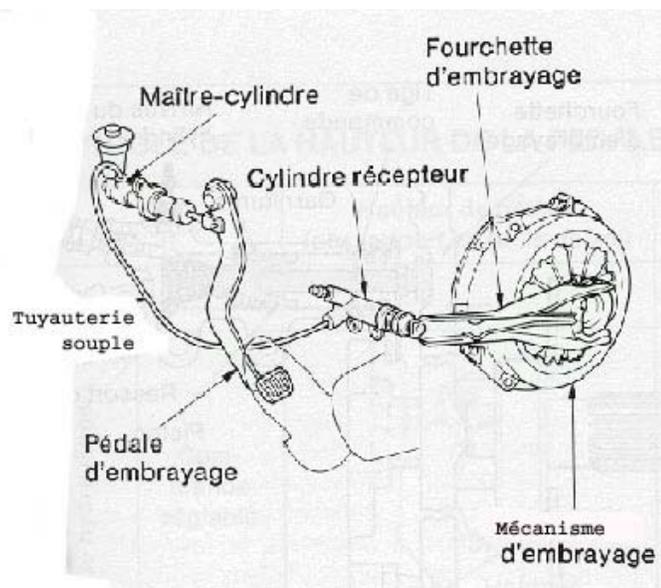


L'embrayage se compose d'un certain nombre de composants illustrés ci-dessous. Le mécanisme d'embrayage, fixé sur le volant du moteur, tourne à la même vitesse que le moteur.

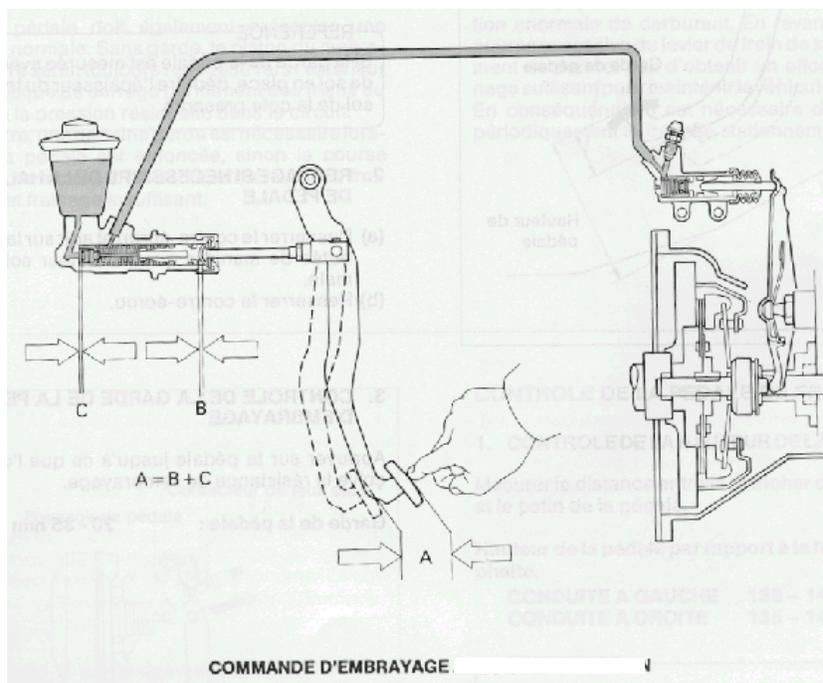
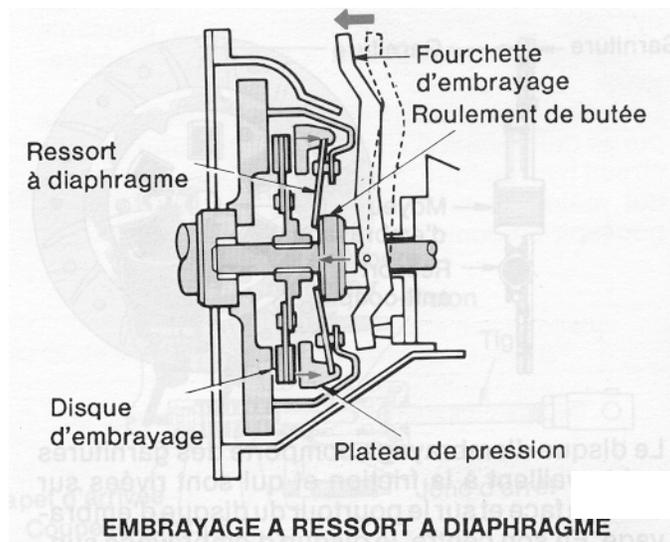


VUE ECLATEE DU COUVERCLE D'EMBRAYAGE

Quand on appuie sur la pédale on comprime par un piston, un liquide incompressible qui agit sur la "fourchette". La fourchette agit sur les ressorts. Ce liquide est un liquide de frein type DOT3.



Une fois les ressorts comprimés, il n'y a plus de pression comprimant le disque d'embrayage entre le volant moteur et le mécanisme d'embrayage. Le disque n'est donc plus solidaire de l'ensemble volant/mécanisme.



Combien de KM dure un embrayage sur les véhicules de type 4X4 utilisés par MSF?

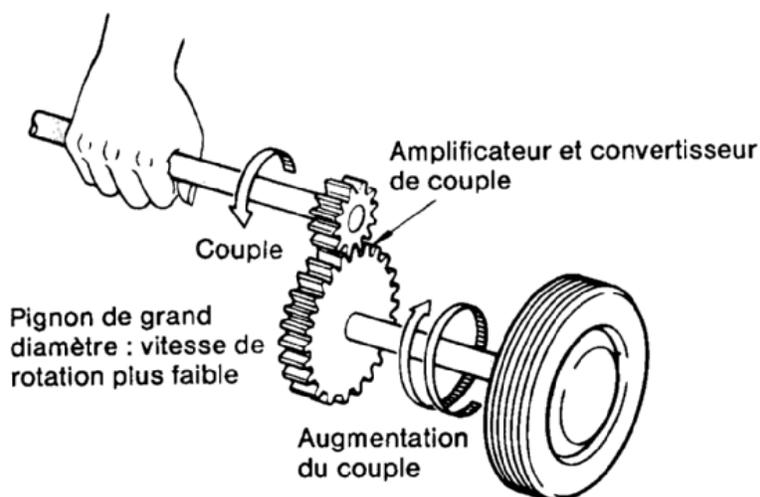
150 000 à 200 000 KM est un kilométrage normal. Sur le terrain à Madagascar, un embrayage ne dure que 50 000 KM. Cela est dû au fait que l'embrayage est utilisé en permanence par les chauffeurs qui utilisent l'embrayage et l'accélérateur dans les bouchons et sur des terrains accidentés pour freiner au lieu du frein de stationnement (à main). Il est donc impératif d'être attentif à la conduite des chauffeurs et de leur rappeler le coût des pièces et leur durée de vie. Normalement un embrayage doit pouvoir faire un minimum de 100 000 KM.

Ne peut-on changer que le disque en cas d'usure normale de l'embrayage ?

Cette opération est à réserver à des professionnels et il est conseillé de remplacer l'ensemble disque / mécanisme / butée.

La boîte de vitesses

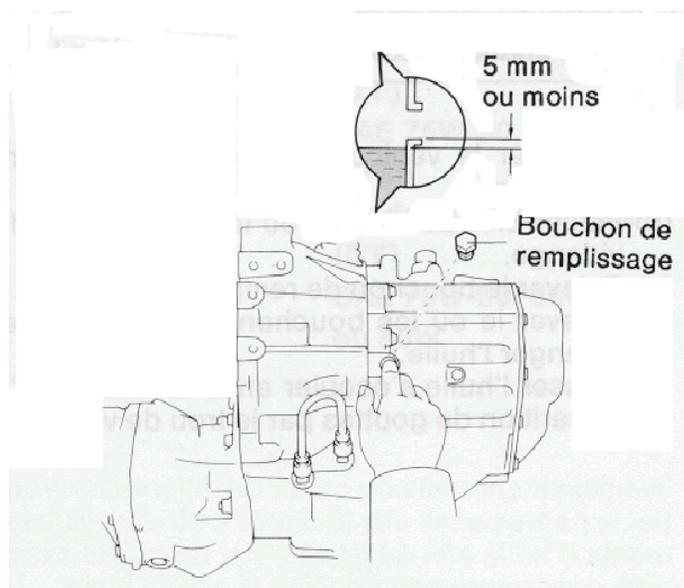
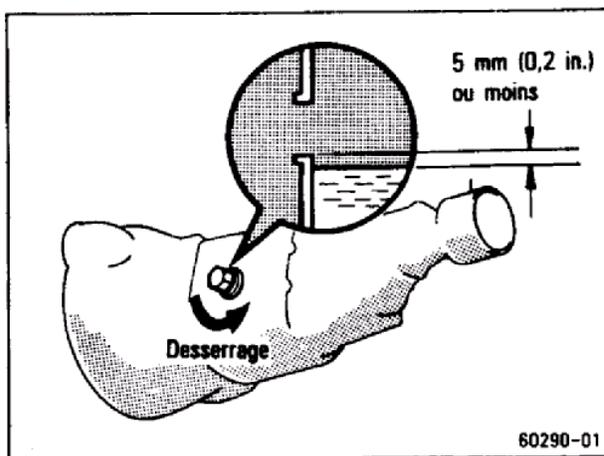
Le couple développé par le moteur reste pratiquement constant alors que la puissance est proportionnelle au régime du moteur. Cependant, au démarrage ou dans une montée, le véhicule exige un couple plus important. Il est donc nécessaire d'avoir un mécanisme de conversion de couple: c'est le rôle de la boîte de vitesse.

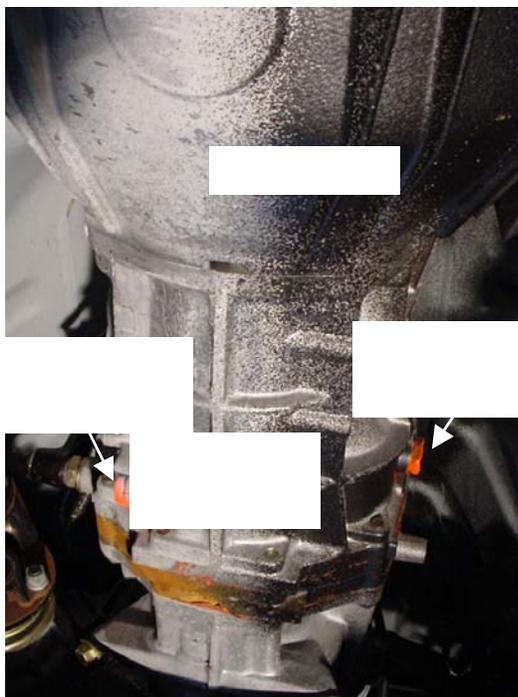


La vitesse de rotation de la roue diminue mais le couple augmente.

On entretient la boîte de vitesse en utilisant de l'huile API GL5 - 80W90, identique à celle de la boîte de transfert et des ponts.

Vérification de l'huile de la boîte de vitesse



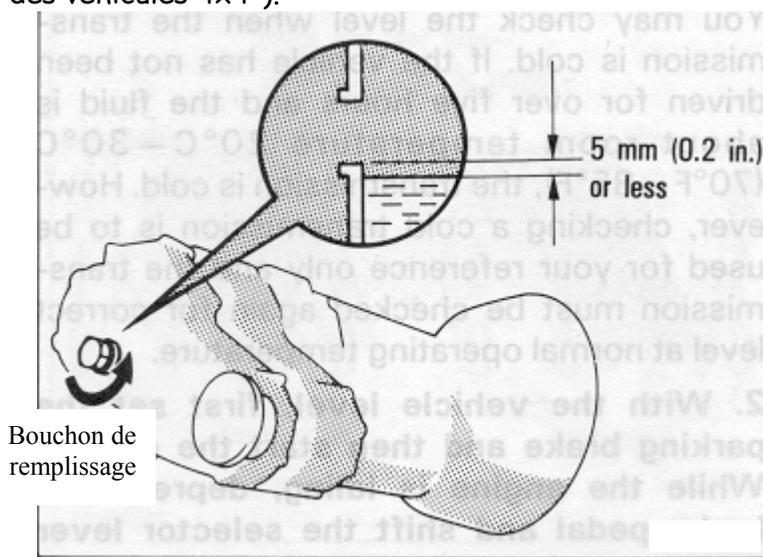


La boîte de transfert

La boîte de transfert, spécifique aux 4X4 sert à adapter le type de propulsion au type de terrain rencontré.

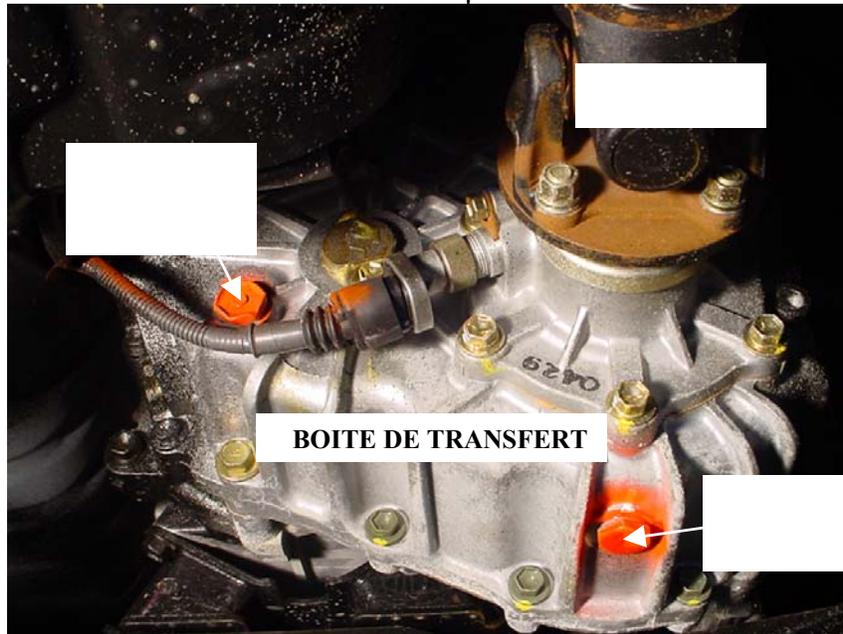
En effet sur les véhicules à propulsion arrière, permanente, pour passer en 4X4 il faut solidariser la transmission "avant" au reste de la transmission. C'est le rôle de la boîte de transfert lors du passage entre H2 et H4.

Une autre fonction, L4, sert à sur-démultiplier la transmission pour augmenter le couple transmis aux roues pour les franchissements difficiles. (Cf "utilisation et conduite des véhicules 4x4").



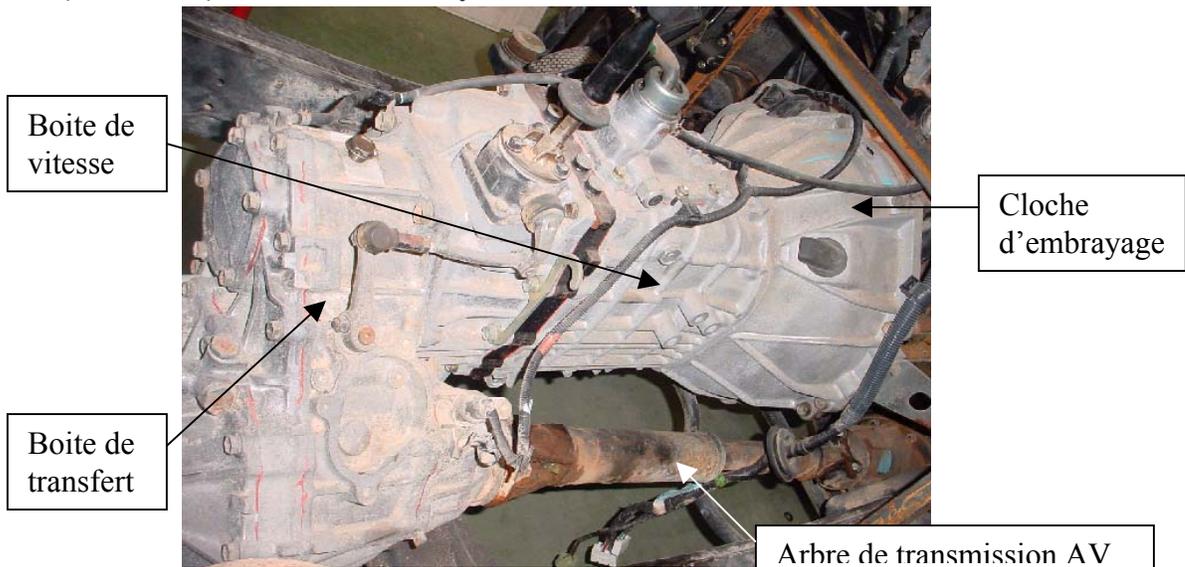
On entretient la boîte de transfert en utilisant de l'huile API GL5 - 80W90,

identique à celle de la boîte de vitesse et des ponts.



Peut-il y avoir des problèmes entre la boîte de vitesse et la boîte de transfert?

Il peut y avoir un problème entre le joint "SPI" de la boîte de transfert et celui de la



boîte de vitesse.

Comme le niveau de la boîte de vitesse est plus haut que celui de la boîte de transfert, en cas de fuite, l'huile passe de la boîte de vitesse à la boîte de transfert.

Comment cela se constate t-il?

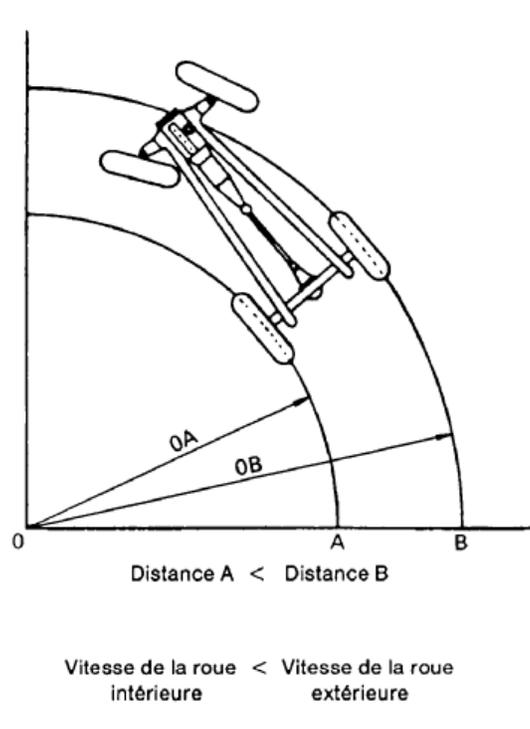
Le niveau d'huile de la boîte de vitesse baisse tandis que celui de la boîte de transfert augmente. Il y a alors un risque de rouler sans huile et de détruire la boîte de vitesses.

Il y a également un reniflard "boîte de vitesse" et un reniflard "boîte de transfert". Les reniflards peuvent être bouchés et il faut le contrôler (voir chapitre les ponts).

Les différentiels

Le différentiel est un renvoi d'angle. Lorsqu'on fait des ronds dans une cour, la roue interne tourne moins que la roue externe (puisque le rayon est différent). La transmission du "couple" se réalise vers les deux roues tout en leur permettant d'avoir des vitesses de rotation différentes.

Le différentiel est le mécanisme qui permet à la roue arrière intérieure au virage de tourner à une vitesse différente de ce celle de la roue arrière opposée et ceci chaque fois que la trajectoire du véhicule est modifiée. Ce dispositif évite ainsi qu'il y ait patinage des roues sur le sol. Si on avait juste un renvoi d'angle comme pour le KART, il y aurait dérapage et perte d'adhérence.



Il y a donc un différentiel devant et un différentiel derrière. Sur certains 4X4 permanents mais pas sur nos modèles HZJ 75/78/79, il y a aussi un différentiel entre les ponts AV et AR en sortie de boîte de transfert pour équilibrer le couple sur les 4 roues.

Lorsqu'on bloque une roue, l'autre roue opposée tourne 2 fois plus vite car le couple prend le chemin offrant le moins de résistance aux frottements. Par exemple dans un chemin boueux, si les 2 roues droites sont dans la boue, c'est vers ces roues droites que se transmettra le couple, c'est ce qui occasionne le fait que l'on reste bloqué avec

un 4X4 dans la boue.

Pour palier à cela, Toyota a prévu un système : le "Limit Slip Différentiel", c'est un différentiel qui permet en permanence de transmettre le couple aux deux roues arrières.

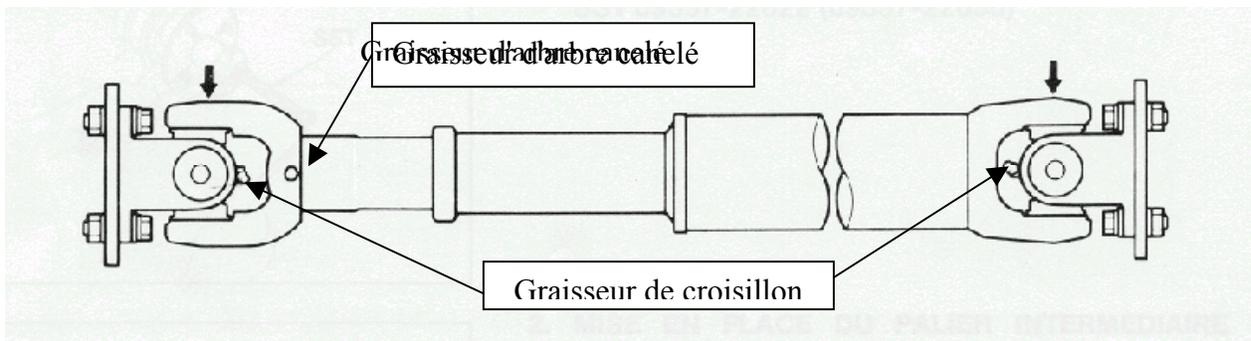
La roue tourne cette fois ci sans qu'on puisse l'arrêter. Ce "L.S.D" permettra de sortir de situations difficiles. Notamment en devers où tout le poids est sur la roue intérieure la plus basse.

Les arbres de transmission

Il y en a 2: un qui va au pont "avant" tandis qu'un autre va au pont "arrière".

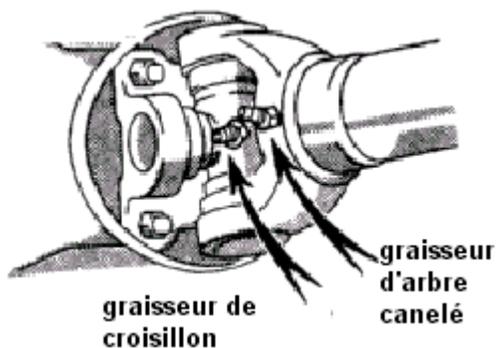
Ils sont constitués d'un tube creux et léger en acier, suffisamment robuste pour résister aux efforts de vrillage et de flexion. Ils sont en une seule partie et comportent 2 articulations à chaque extrémité qui constituent les joints de cardan.

Les arbres de transmission ont pour fonction de transmettre uniformément le mouvement de la transmission aux différentiels.



- Quels sont les points de graissage ?

Il y en a 3 par arbre: 2 graisseurs de croisillon et 1 graisseur d'arbre canelé.



Comment les graisse t-on ?

On graisse à l'aide d'une pompe à graisse en mettant le véhicule au point mort pour pouvoir orienter l'arbre de transmission.

Pour le croisillon, on graisse jusqu'à l'apparition de graisse propre aux 4 extrémités du croisillon.

Pour l'arbre cannelé, un seul coup de pompe à graisse à chaque service est suffisant. En cas d'excès, la graisse agit comme un vérin qui pousse sur l'arbre de transmission, la capsule de protection saute et la saleté entre par le trou libéré.



Quel type de graisse utilisée?

Nous recommandons de la graisse à base de lithium NLGI N°2. Il est souhaitable de la commander en utilisant les feuilles de commande MSF.

Y a-t-il des points importants à vérifier avant la dépose d'un arbre?

Oui, il faut toujours tracer un repère de position sur chaque bride d'accouplement de manière à respecter la même orientation angulaire au remontage. Si le remontage n'est pas effectué correctement, il peut y avoir apparition de balourds, de vibration et bruits anormaux.

Les ponts

Il y en a 2, un pour l'avant et un pour l'arrière

Ils sont tous les 2 équipés de reniflards qui assurent une mise à la pression atmosphérique des ponts. Il faut vérifier que ces reniflards ne sont pas bouchés.

En effet, en utilisation intensive, les reniflards ont tendance à se colmater. Cela a pour conséquence une surpression dans les ponts et des fuites d'huile de pont vers les moyeux des roues. A la longue, ces fuites peuvent avoir des conséquences fâcheuses.

Comment savoir si les reniflards de ponts sont bouchés ?

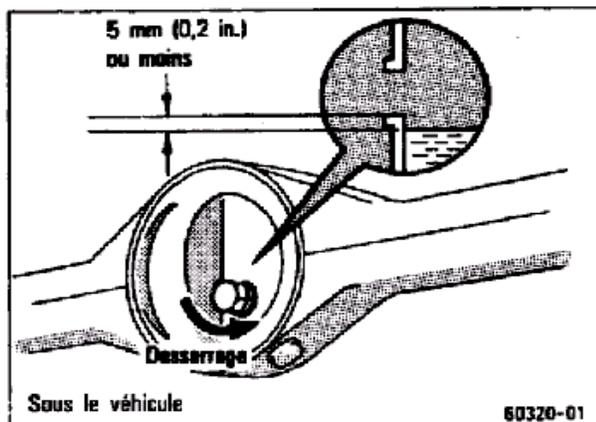
Lors de la vérification des niveaux d'huile de ponts, en déposant le bouchon de niveau, s'il y a un bruit de pression ou de dépression (sifflement), cela signifie que les reniflards sont bouchés.



On les débouche en soufflant dans le coude métallique (bouchon ouvert) et dans le tuyau de reniflard. On vérifie également le bon fonctionnement du clapet.

Comment savoir si il y a eu beaucoup d'eau dans les ponts ?

Le meilleur moyen de savoir s'il y a de l'eau dans les ponts a lieu lors de la vérification du niveau : dévisser le bouchon de niveau. S'il y a beaucoup d'huile ou un mélange huile / eau (mayonnaise) qui coule en **quantité**, cela signifie que de l'eau est rentrée dans le pont. Il faut vidanger. C'est la même chose pour les pont avant et arrière. Le niveau d'huile se vérifie en introduisant un doigt dans l'orifice de remplissage, le



niveau devant être à 5mm de l'arête inférieur du taraudage.

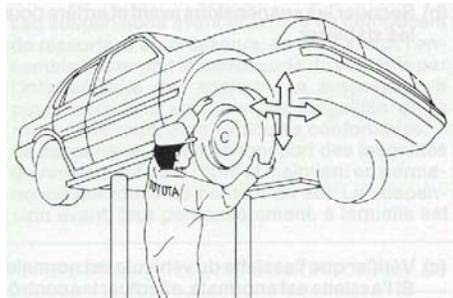
Quelle huile utilisée dans les ponts?

MSF préconise de l'huile API GL5 - SAE 80W90. Seule cette qualité d'huile (grade API GL5) présente une qualité suffisante pour déposer un film d'huile sur les surfaces métalliques des dents des engrenages.

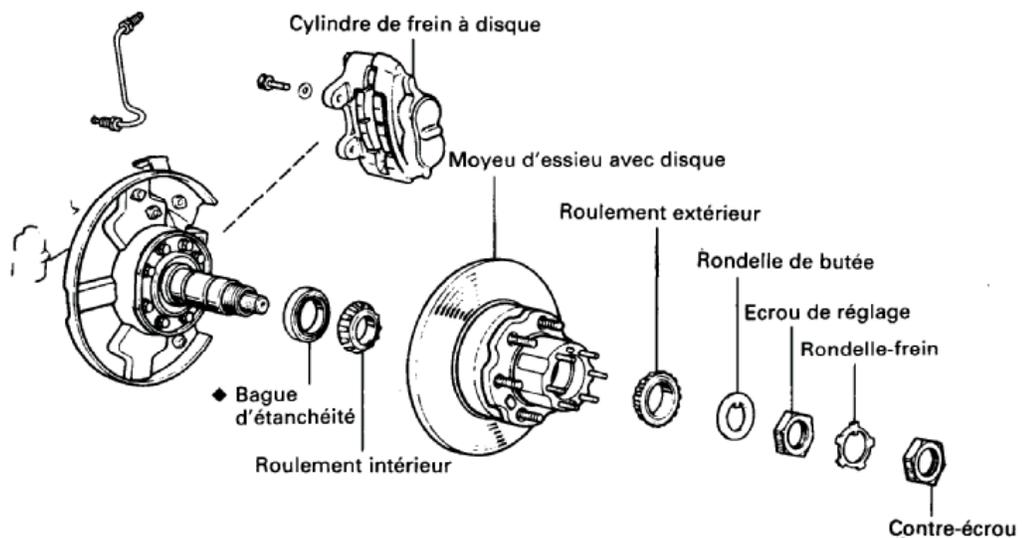
Les moyeux de roue

Comment contrôler l'absence de jeu dans les moyeux de roues AV et AR?

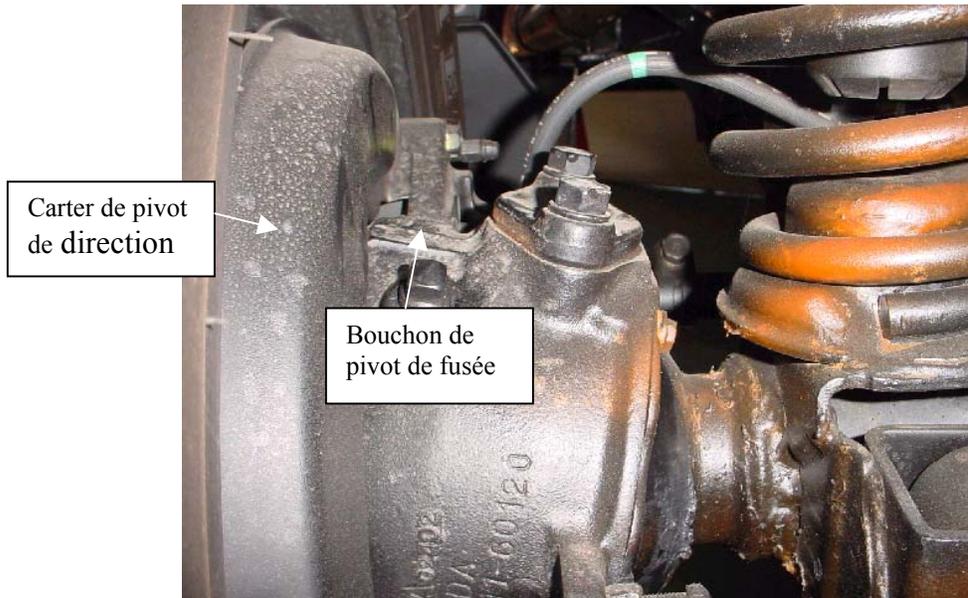
Pour cela, vous devez mettre le véhicule sur cale. Sans démonter les roues, bouger les roues de haut en bas, dans le plan vertical.



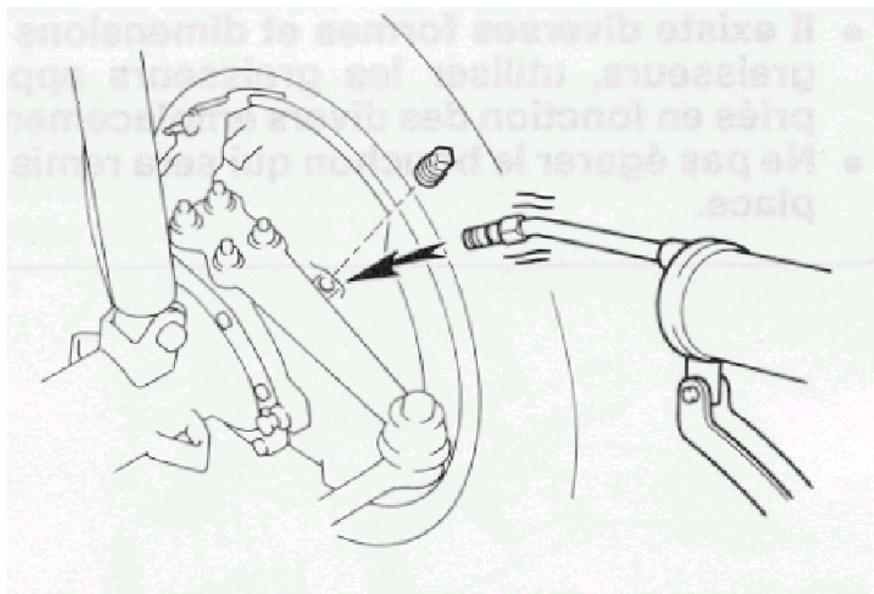
S'il y a du jeu, il faudra démonter les roulements de moyeu de roue pour les régler et les graisser avec de la graisse au lithium NLGG N°2.



Comment graisser les 2 demi-arbres de transmission (les pivots de fusée)?



Avec une pompe à graisse dans l'orifice de graissage et en employant de la graisse à base de lithium NLGG N°2, après avoir essuyer la boue et la poussière autour du bouchon de pivot de fusée. 5 coups de pompe par pivot à chaque service (A, B, C).



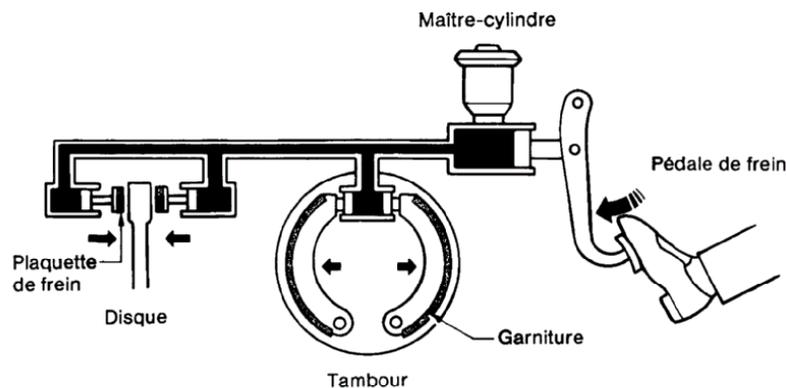
LES FREINS

Le principe

Les freins sont destinés à provoquer la décélération et l'arrêt de la voiture ou de la maintenir en stationnement dans les pentes. Le freinage constitue un composant essentiel qui contribue à la sécurité de conduite d'un véhicule.

Il s'agit en fait d'annuler l'inertie du véhicule pour l'amener à l'arrêt. Les freins transforment l'énergie cinétique du véhicule en énergie thermique grâce aux frottements créés en plaquant un élément fixe sur un élément tournant.

Les freins de service de nos véhicules sont hydrauliques et se composent des éléments indiqués sur le schéma:

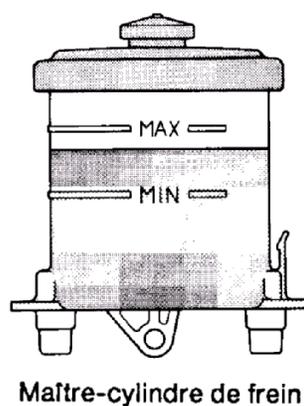


Lorsque la pédale de frein est enfoncée, la pression du liquide de frein est transmise à chaque cylindre des freins à disque à l'avant et à tambour à l'arrière.

Le Maître-cylindre

Son rôle est de convertir la course de la pédale de frein en pression hydraulique. IL se compose d'un réservoir qui contient le liquide de frein.

Le niveau de liquide doit être vérifié régulièrement, il doit être entre les repères MIN



et MAX.

Si le niveau est trop bas (inférieur au mini), il faudra vérifier l'étanchéité du circuit.

ATTENTION: S'il n'y a pas de fuite, cette baisse du niveau peut provenir d'une usure des plaquettes et des mâchoires de frein. Vérifier alors l'épaisseur de ces éléments.

Toyota préconise du liquide de frein SAE J1703 'DOT3'. On peut toutefois faire le niveau avec un produit de qualité supérieure de type 'DOT4'.

Les tuyauteries de frein

Il est nécessaire de vérifier périodiquement l'état des tuyauteries rigides et souples. Une fuite signifie que le liquide n'arrive plus sous pression dans les cylindres des freins entraînant un freinage moins efficace ou déficient.

On vérifiera en particulier:

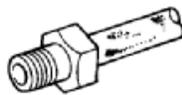
pour les tuyaux rigides

pour les tuyaux souples

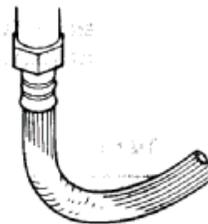
Détérioration par projections de gravillons



Oxydation excessive



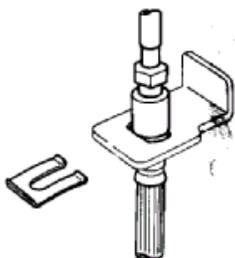
Fêlure sur la partie coudée



Frottement ou détérioration



Fixation défectueuse



Tuyauterie excentrique par rapport au joint



Vrillage



Gonflement

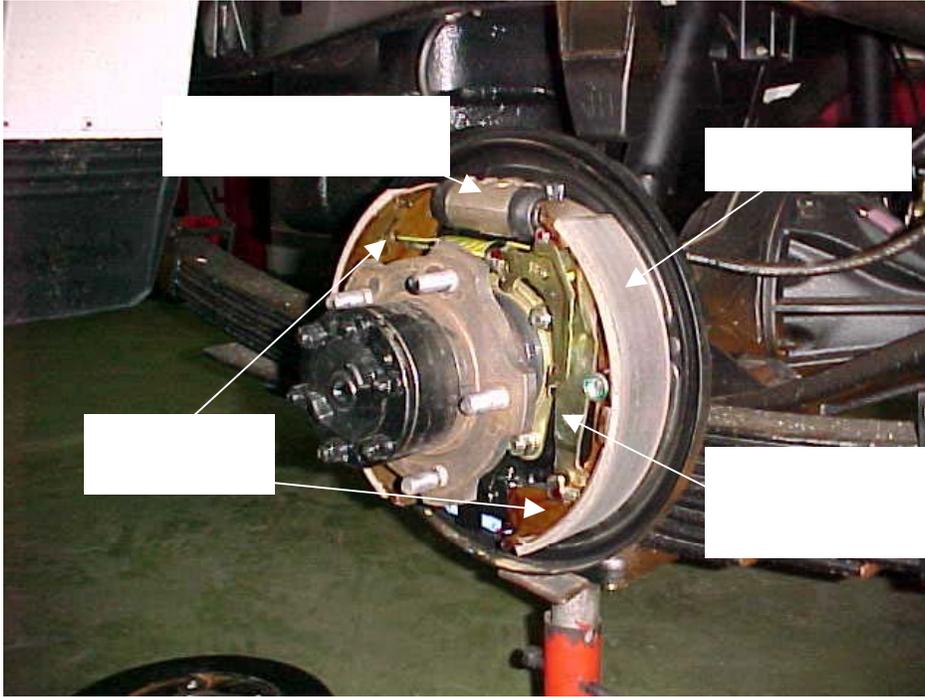


On peut s'aider d'un petit miroir pour voir les faces cachées des tuyaux.

L'étanchéité du circuit se contrôle également en vérifiant le serrage des raccords de tuyauterie (pas de suintement de liquide) et l'absence d'indices de fuite sur les cylindres.

Les freins à tambour

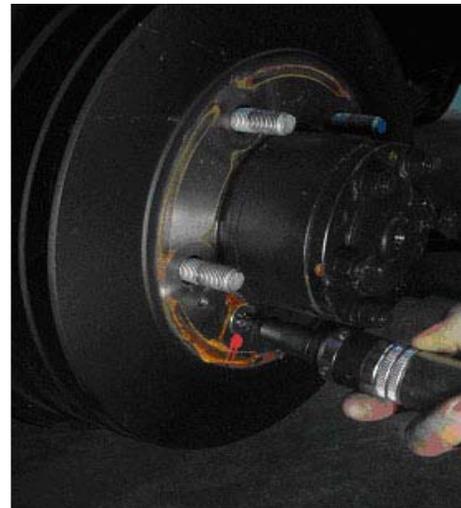
Le fonctionnement de ces freins repose sur le frottement de mâchoires fixes plaquées à l'intérieur d'un tambour rotatif solidaire de la roue. Au serrage des freins, le frottement des garnitures contre le tambour peut générer des températures de 200 ou 300°C.



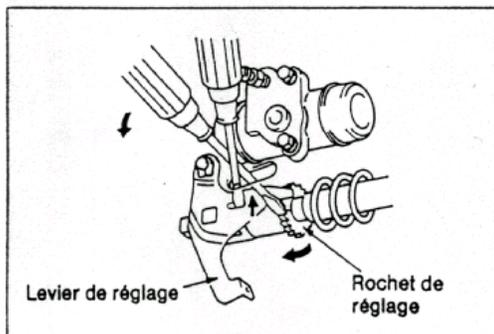
Lorsque l'on appuie sur la pédale, il y a écartement des mâchoires sous l'action du cylindre de frein, les garnitures venant alors frotter contre le tambour. Cette action se traduit par une usure des garnitures et des tambours de frein, les garnitures s'usant plus rapidement que les tambours. En cas d'utilisation au delà des limites d'usure, l'efficacité au freinage est réduite. Il faut vérifier périodiquement garnitures et tambour.

Comment contrôler les garnitures et les tambours?

On doit d'abord déposer le tambour en commençant par débloquer la vis de sécurité (cf photo).



Puis, on éloigne les mâchoires de frein du tambour en suivant la procédure décrite ci-dessous.

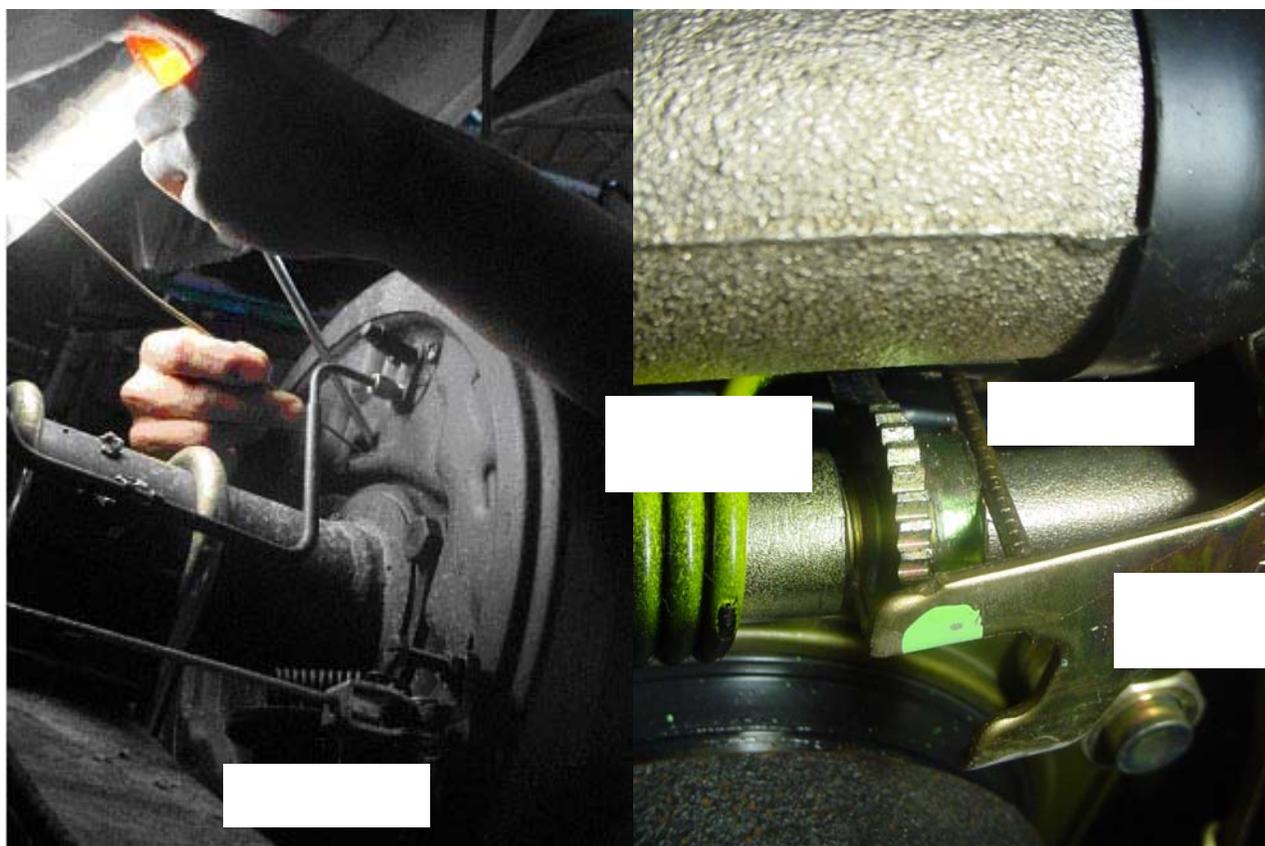


2. DEPOSE DU TAMBOUR DE FREIN ARRIERE

REFERENCE

Intervenir comme suit si la dépose du tambour de frein s'avère difficile.

- (a) Introduire un tournevis dans les découpes du flasque et écarter le levier de réglage automatique du rochet de réglage.
- (b) A l'aide d'un second tournevis, éloigner les garnitures du tambour en faisant tourner le rochet de réglage.



Quant les garnitures sont enfin éloignées du tambour, on peut enlever ce dernier :



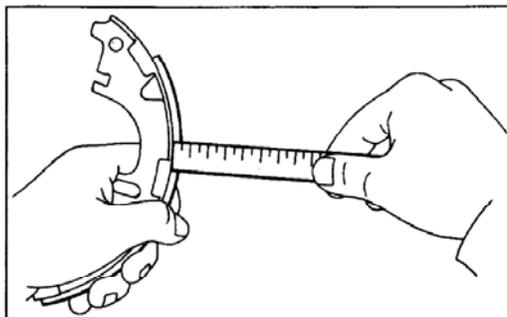
Après la dépose, il convient de vérifier l'état et l'usure des tambours. Si ces derniers présentent une usure irrégulière et/ou importante, il faut changer les tambours.

Peut-on rectifier les tambours au tour ?



C'est à éviter car cela demande une trop grande précision d'exécution.

On mesure également l'épaisseur des garnitures des mâchoires:



L'épaisseur standard est de **6,5mm** et l'épaisseur minimum **1,5mm**.

Si l'épaisseur mesurée est inférieure ou si l'usure est irrégulière, on remplace les mâchoires de frein.

On doit aussi s'assurer du bon contact entre garnitures et tambour. Les garnitures et le tambour peuvent être frottés avec du papier de verre pour éliminer les

souillures d'huile. Les tâches de graisse peuvent aussi être éliminées avec un solvant et un chiffon.

Avant de mettre des mâchoires neuves, il faut vérifier l'étanchéité des cylindres de roues. Pour cela, soulever le cache poussière. S'il y a des traces de liquide de frein, il faudra remplacer les coupelles ou les cylindres de frein.



 Les coupelles assurent l'étanchéité entre le piston et le cylindre et l'opération de remplacement est à réaliser par des professionnels.

Avec quelle fréquence doit-on nettoyer les freins?

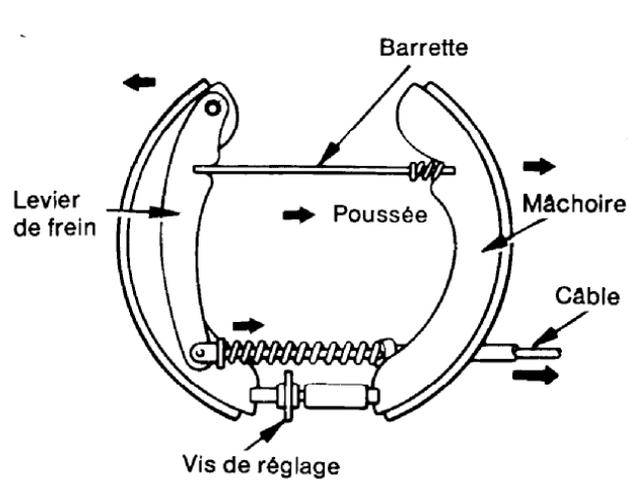
Dans des pays avec de nombreux bourbiers profonds et liquides ou des régions avec des bancs de sable aux ornières profondes, il est conseillé de déposer les tambours une fois par semaine.

Comment régler les mâchoires de frein?

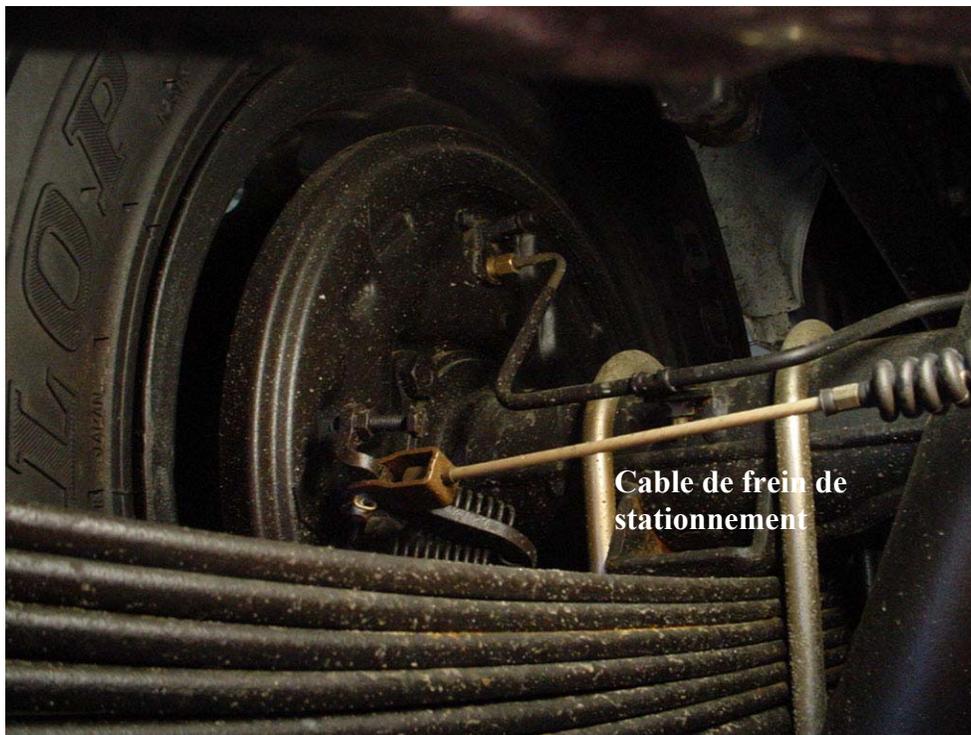
Sur nos modèles, le réglage est automatique et se fait avec le frein à main.

Le frein de stationnement

Ce frein est utilisé pour maintenir le véhicule à l'arrêt. Il se compose d'un levier, d'un câble de commande qui transmet le mouvement du levier au frein à tambour à l'arrière.



Le câble de frein de stationnement est ancré sur le levier de frein de stationnement et la force exercée sur le levier de frein est transmise par le câble.



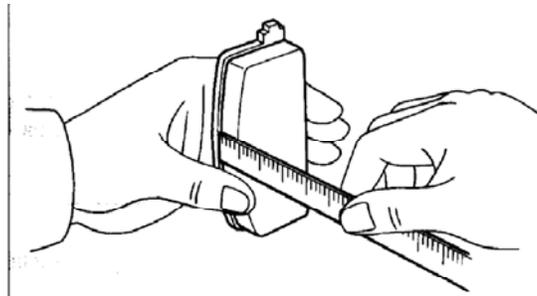
Les freins à disques

Sur les freins à disque, le disque qui tourne avec la roue, est pincé par des plaquettes commandées par le cylindre du frein. Les frottements qui apparaissent entre le disque de frein et les plaquettes provoquent l'arrêt de la rotation du disque. Cette friction se traduit par une usure des plaquettes, plus rapide que l'usure du disque. Si l'on utilise les plaquettes au-delà de leur limite, il y a risque de contact direct entre les supports des plaquettes et le disque. Il faut donc vérifier périodiquement disque et plaquettes.

Comment contrôler les plaquettes?

Pour contrôler les plaquettes, il est impératif de les déposer. Profiter de ce démontage pour nettoyer leur logement. En effet, bien souvent, de la boue se solidifie en cuisant avec la température des freins. Ce nettoyage s'effectue à la brosse non métallique et à l'eau.

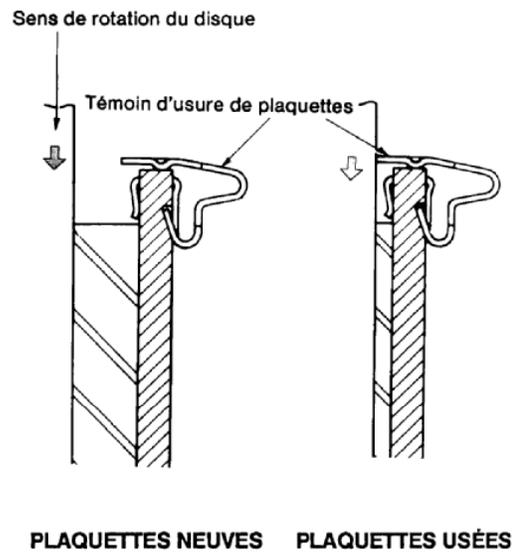
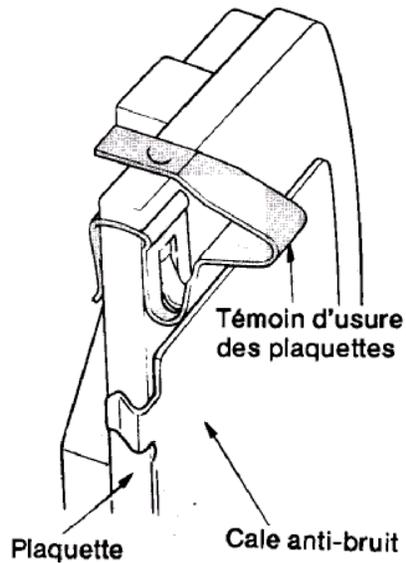
La mesure se fait avec l'aide d'une réglette (cf. schéma ci-dessous). En règle générale, l'épaisseur minimum ne doit jamais être inférieure à **1,0mm**.



Si l'épaisseur des plaquettes est proche de ou inférieure à **1mm** ou si les plaquettes révèlent une usure irrégulière, on doit les remplacer.

Certaines plaquettes ont une gorge qui permet de déterminer la limite d'usure admissible.

Un témoin d'usure monté sur les plaquettes produit des grincements qui doivent alerter le conducteur.



Comment contrôler l'épaisseur du disque?



A l'aide d'un pied à coulisse et 2 de mèches de diamètre identiques (cf. photos), après avoir nettoyé le disque avec un chiffon et en faisant attention au rebord dû à l'usure.

Si le disque est profondément usé ou rayé, et son épaisseur inférieure à la cote mini, il conviendra de le remplacer:

Type	Côte mini
PZ / HZJ 75	18.0 mm
HZJ 78 / 79	30.0 mm
HZJ 80	23.0 mm

Pour les autres véhicules, vérifier la doc constructeur.



Attention à ne pas mettre de corps gras en contact avec les plaquettes de frein, les disques, les caoutchoucs de protection des étriers.

LES PNEUS

Généralités

Le choix des pneumatiques (ou enveloppes) est dans la plupart des pays où nous travaillons, encore plus important qu'en Europe. Ce choix s'avère difficile en raison des terrains très différents sur lesquels nos véhicules évoluent.

La dimension d'un pneu a été déterminée par le constructeur du véhicule en fonction des contraintes de tenue de route, de charge et de vitesse. Du respect de ce choix dépendent la sécurité et la fiabilité de votre véhicule.

Le marquage des pneus

La désignation complète normalisée d'un pneu définit ses caractéristiques dimensionnelles, d'utilisation et de mise en œuvre.

Exemple : 7.50 R 16 C 8PR 112/110 N Tube Type

7.50	=	Grosueur du boudin en pouces
R	=	Structure Radial (Par défaut structure diagonale)
16	=	Diamètre intérieur du pneu et de la jante en pouce
C	=	Commercial vehicle tyres ou type Camionnette (renforcé)
8PR	=	Ancien indice de résistance de la structure (8 ply rating)
112	=	Indice de capacité de charge du pneu monté en simple soit: 1120Kg à 4.5 bars (2240 par essieu)
110	=	Indice de capacité de charge du pneu monté en jumelé soit: 1060Kg à 4.5 bars (4240 par essieu)
N	=	Indice de performance (de vitesse maxi) N= 140 Km/h
Tube Type	=	Montage avec chambres à air (à ne jamais monter sans chambre)
Tubeless	=	Montage sans chambres à air (montage avec chambre possible **)

Exemple : 235/85 R 16 C 114/111 N Tubeless

235	=	Largeur du boudin en mm
/85	=	Rapport en % entre la hauteur des flancs et la largeur de boudin
R	=	Structure Radial (Par défaut structure diagonale)
16	=	Diamètre intérieur du pneu et de la jante en pouce
C	=	Commercial vehicle tyres ou type Camionnette (renforcé)
114	=	Indice de capacité de charge du pneu monté en simple soit: 1180Kg à 4.75 bars (2360 par essieu)
111	=	Indice de capacité de charge du pneu monté en jumelé soit: 1090Kg à 4.75 bars (4360 par essieu)
N	=	Indice de performance (de vitesse maxi) N= 140 Km/h
Tubeless	=	Montage sans chambres à air (montage avec chambre possible **)

** Un pneu "Tubeless" doit se monter sur une jante tubeless, si la jante n'est pas tubeless on doit le monter avec une chambre à air.

Un pneu "Tube type" doit toujours être monté avec une chambre à air quelle que soit la jante!

NB : Il est formellement interdit de monter un pneu Tube Type sans chambre !

La structure

Si dans le domaine routier en Europe, les pneus utilisés sont tous de structure radiale, il en va différemment dans le domaine du tout terrain où l'on rencontre encore beaucoup de pneus à structure diagonale, cette dernière est maintenant à proscrire car dépassée en terme de sécurité.



Ne jamais utiliser de pneus à structure diagonale.

Un pneu Radial est identifié par la lettre "R" dans la dimension indiquant sa taille.

Exemple : 7.50 R 16. ou 235/85 R 16.

PR = PLY Rating

Ancien indice de résistance de la carcasse, maintenant remplacé par l'indice de charge allié à l'indice de vitesse. Identifié sur le pneu par un chiffre suivi des lettres PR.

Exemple : Un pneu "12PR" à une carcasse plus résistante que le "10PR" on pourra donc le gonfler plus donc le charger plus !

Les indices de charge et de vitesse

Indique la charge et la vitesse pour laquelle une enveloppe a été conçue.

Exemple : **110 N** le chiffre 110 correspond à 1060 kg par pneumatique
la lettre **N** correspond à vitesse de 140 km/h maxi.

Lorsque deux indices de charge se suivent, séparés par une barre oblique comme par exemple 104/102 cela signifie:

Le premier est l'indice de charge en montage roues simples: 104 = 900 kg

Le deuxième est l'indice de charge en roues jumelées: 102 = 850 kg

IC: indice de charge

LI: load indice

LI/IC	KG/roue	Code	Vitesse								
										Vitesse	Km/h
75	387	96	710	117	1285	138	2360	159	4375	A8	40
76	400	97	730	118	1320	139	2430	160	4500	B	50
77	412	98	750	119	1360	140	2500	161	4625	C	60
78	425	99	775	120	1400	141	2575	162	4750	D	65
79	437	100	800	121	1450	142	2650	163	4875	E	70
80	450	101	825	122	1500	143	2725	164	5000	F	80
81	462	102	850	123	1550	144	2800	165	5150	G	90
82	475	103	875	124	1600	145	2900	166	5300	J	100
83	487	104	900	125	1650	146	3000	167	5450	K	110
84	500	105	925	126	1700	147	3075	168	5600	L	120
85	515	106	950	127	1750	148	3150	169	5800	M	130
86	530	107	975	128	1800	149	3250	170	6000	N	140
87	545	108	100	129	1850	150	3350	171	6150	P	150
88	560	109	1030	130	1900	151	3450	172	6300	Q	160
89	580	110	1060	131	1950	152	3550	173	6500	R	170
90	600	111	1090	132	2000	153	3650	174	6700	S	180
91	615	112	1120	133	2060	154	3750	175	6900	T	190
92	630	113	1150	134	2120	155	3875	176	7100	H	210
93	650	114	1180	135	2180	156	4000	177	7300	V	240
94	670	112	1215	136	2240	157	4125	178	7500	W	270
95	690	116	1250	137	2300	158	4250	179	7750	Y	300

Les profils ou sculptures

Le choix du profil du pneu, c'est à dire la disposition et la profondeur des sculptures, dépend du terrain sur lequel évoluera le véhicule, on distinguera des pneumatiques destinés à des terrains très différents.

Profil boue :

Avec sculpture très découpée et profil étroit pour une bonne évacuation de la boue. (Et éviter d'en avoir jusqu'au genou) A utiliser le moins possible sur routes revêtues !

Profil mixte boue, tout terrain :

Pneumatique plus polyvalent pour une utilisation dans des pays où l'on retrouve des terrains très différents (boue, sable, rocher) tout en restant efficace dans la boue mais tolérant d'autres types de terrains.

Profil sable :

Avec sculpture moins profonde et profil rond et large (pour éviter de creuser sous les roues et de vous déshydrater inutilement en pelletant des heures en plein cagnard !) A réserver exclusivement pour des destinations désertiques.

Profil route/rocailles :

Plus polyvalent, correspondant à la monte origine de nos véhicules, pour routes revêtues, pistes dures et rocailleuses, pour résister aux fortes aspérités.

Profil hiver :

(M+S) Mud and Snow, pour la neige, la boue de fonte des neiges, adaptés aux pays d'Europe de l'Est ou Asie centrale. C'est aussi **le plus polyvalent** pour routes revêtues, enneigées, pistes dures et rocailleuses, fonte des neiges.

Profil charge importante:

Réservés à nos pick/up pour une utilisation avec des charges utiles importantes (rappel : charge maxi = 900 kg), sculptures du type route rocaille, très grande longévité.

Pneu remoulé :

Sous cette appellation nous entendons réfection de la gomme de la bande de roulement et des flancs jusqu'au talon* .

NB : Attention il existe dans beaucoup de pays des pneus dont juste la bande de roulement a fait l'objet d'une réfection; nous en déconseillons fortement l'utilisation.

* *Les talons sont les parties du pneu en contact avec la jante.*

Les pressions de gonflage

Légalement les pressions de gonflage sont déterminées par les constructeurs automobiles, pour assurer le maximum de sécurité. (Comportement du véhicule en lignes droites et en courbes) Le respect de ces pressions est primordial pour éviter les avaries des pneumatiques et donc assurer leur longévité et donc votre sécurité.

Tableau de pression pour les véhicules MSF pour utilisation sur route ou piste roulante:

Pression en bar		HZJ 75/78 Station	HZJ 75/79 Pickup
Véhicule chargé lourdement	AV	2,5 à 3	2,5 à 3
	AR	2,5 à 3,5	3,5 à 4,5
Véhicule déchargé ou peu chargé	AV	2 à 2,5	2 à 2,5
	AR	2,5 à 3	2,5 à 3

Cette pression se mesure à froid, avoir roulé moins de 5 kms.

Sur terrain très sableux ou très boueux, ces pressions peuvent être descendues jusqu'à 1 bar, à condition que les vitesses restent inférieures à 25Km/h.

Les pressions sont à vérifier régulièrement toutes les 2 semaines, y compris pour la roue de secours. Le contrôle doit s'effectuer pneus froids car la pression augmente avec l'échauffement au cours de l'utilisation.

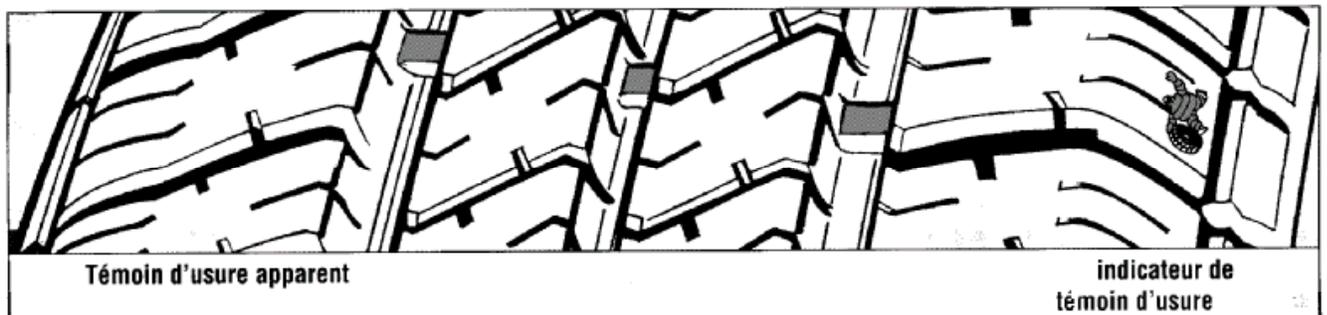
Vérifier toujours l'étalonnage du contrôleur de pression avec un second appareil. Un contrôleur bon marché peut donner des informations erronées.

L'usure des pneus

L'usure des pneus, quant à elle, se mesure à partir des témoins d'usure sur les pneus. Ils sont en fait de petits épaulements qui désaffleurent par rapport au fond des gorges de 1,6 à 1,8mm . Moulés à 4 ou 6 points répartis sur la circonférence, les témoins se rapprochent de la surface du pneumatique à mesure que la gomme s'use. Quand ils affleurent enfin, c'est le moment de changer les pneus.

Ces témoins permettent donc de déterminer la limite d'usure et l'échéance de remplacement.

On peut facilement les localiser sur la périphérie du pneu à l'aide des indicateurs de témoin d'usure.



Selon les constructeurs, ces indicateurs seront un Bib, les lettres PSI, TWI ou un triangle.

La rotation des pneus

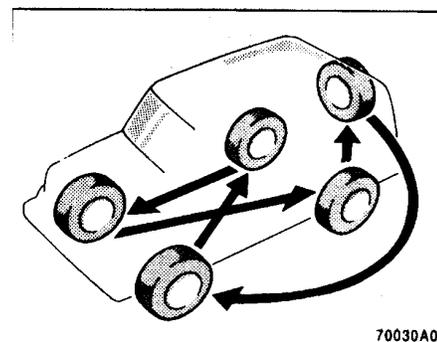
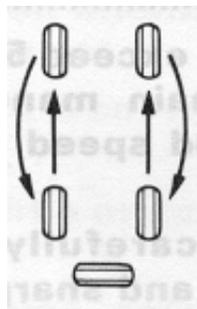
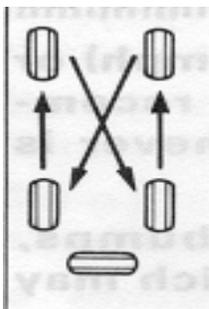
Pour uniformiser l'usure des pneus et favoriser leur longévité, il est préconisé d'effectuer une rotation des pneus dans la mesure où les pneus sont de dimensions et de ply rating ou indice de charge identiques. La fréquence de rotation dépend de l'état des routes empruntées.

En particulier, si le véhicule roule souvent en 2x4, il est conseillé d'effectuer la rotation plus souvent, les roues arrières s'usant plus rapidement que celles de devant .

Quelques schémas de rotation :

sans la roue de secours :

avec la roue de secours :



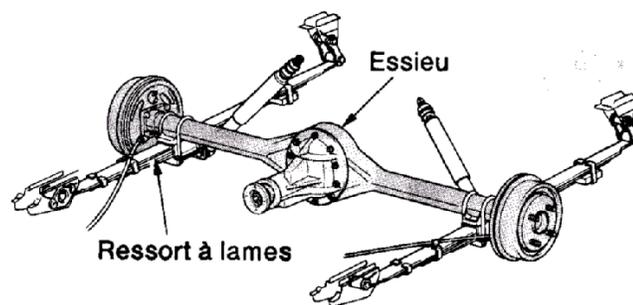
LA SUSPENSION

Le principe

La suspension est disposée entre le châssis et les roues, son rôle est d'amortir les inégalités du revêtement, d'améliorer l'adhérence, le confort et la stabilité. Avec les pneus, la suspension participe au bon comportement routier du véhicule.

Elle regroupe ressorts, amortisseurs, barre stabilisatrice,...

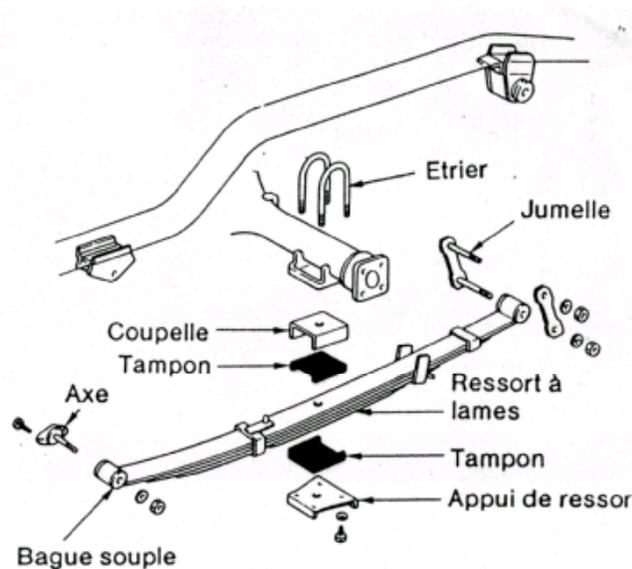
Nous disposons de suspension à essieux rigides sur nos véhicules et récemment, Toyota a changé son mode de suspension sur les nouveaux land cruiser.



Ainsi les suspensions des 75 sont à ressort à lames à l'arrière et à l'avant, tandis qu'elles sont maintenant à ressort hélicoïdaux à l'avant et toujours à lames à l'arrière sur les 78 & 79.

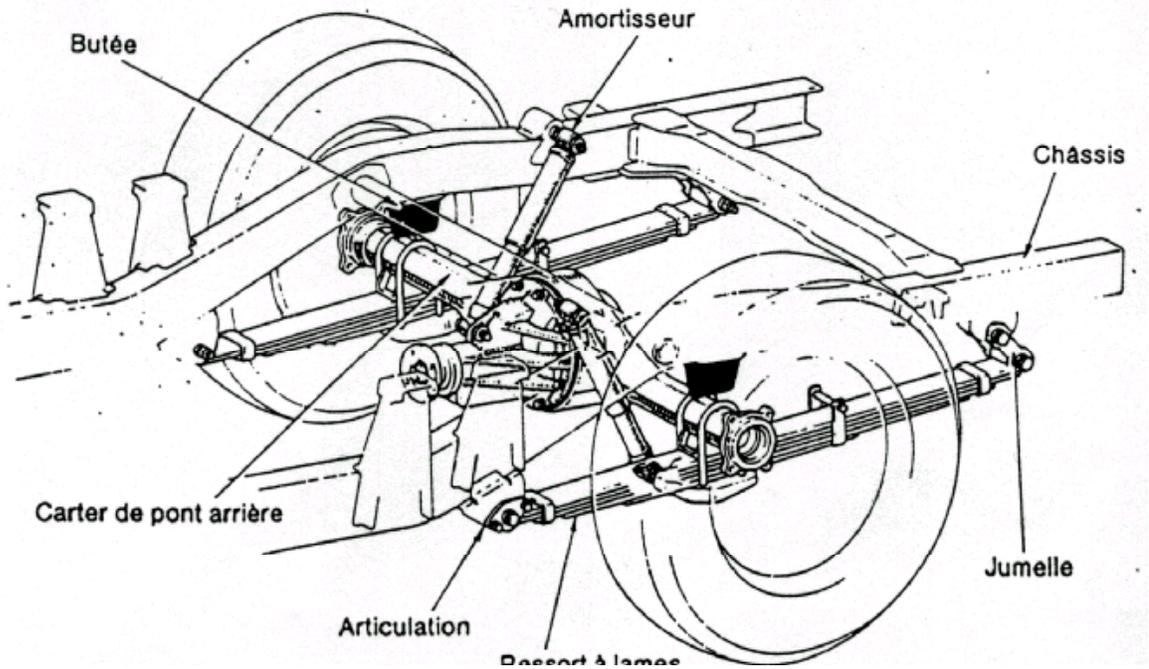
Suspension à ressorts à lames

Ces ressorts à lames se présentent sous la forme de lames d'acier cintrées et flexibles.

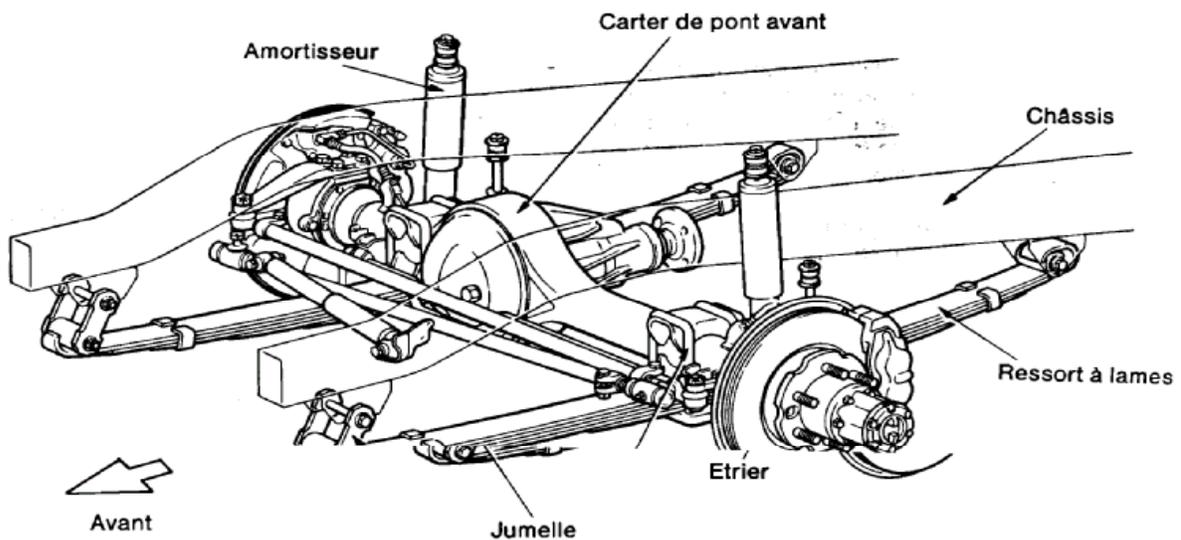


A l'avant ou à l'arrière, ils sont associés à un essieu dont le différentiel, les arbres de roues et les moyeux de roues constituent un ensemble rigide.
Le paquet de lames est ce qui relie le pont au châssis par l'intermédiaire des bagues souples (silent-bloc) et des jumelles.

Ressort à lames arrière



Ressort à lames avant



Comment contrôler les silent-blocs des ressorts à lames ?

Il faut un démonte-pneu pour faire levier entre les pièces des jumelles et voir s'il y a du jeu. Si c'est le cas, il faudra démonter et remplacer les silent-blocs abimés.



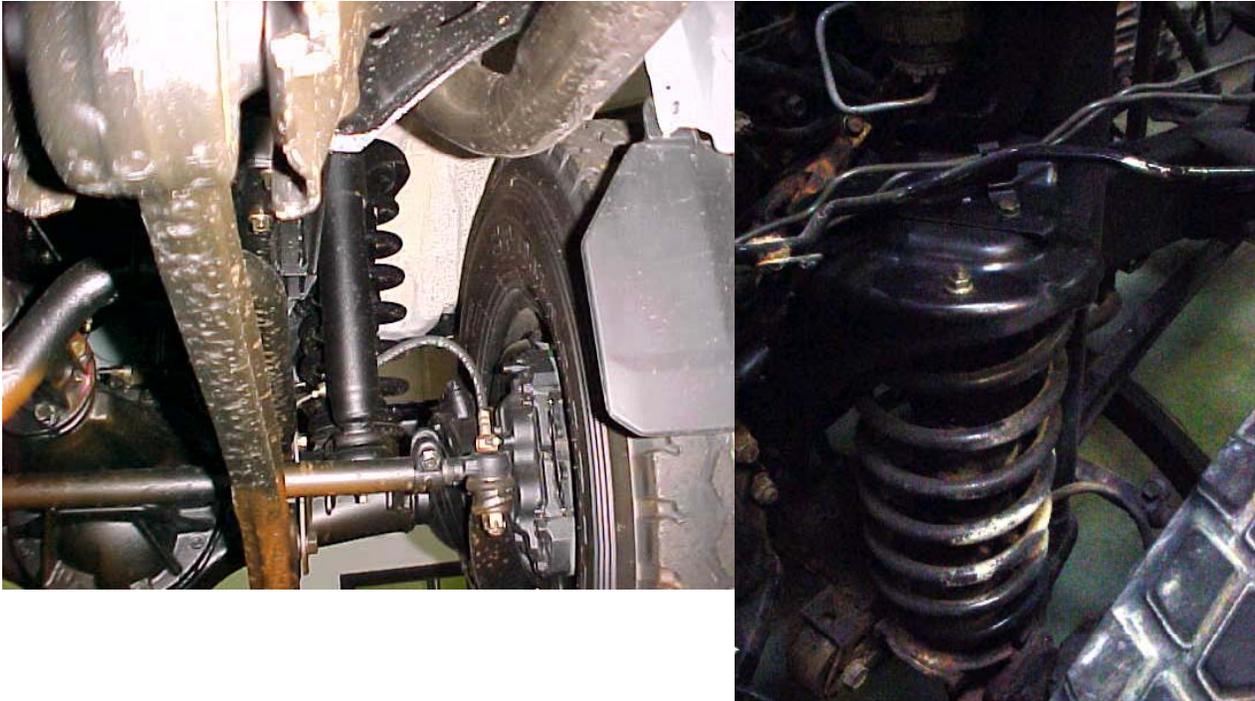
Pourquoi MSF a-t-il modifié les paquets de lames AV sur les séries 75?

D'origine, les ressorts étaient trop faibles et s'écrasaient trop vite. Dans nos conditions d'utilisation, pour plus de longévité et une meilleure efficacité, nous avons modifié la flèche du paquet de lames. Nous avons également fait baguer les boucles de lames pour éviter d'user trop vite les silent-blocs.



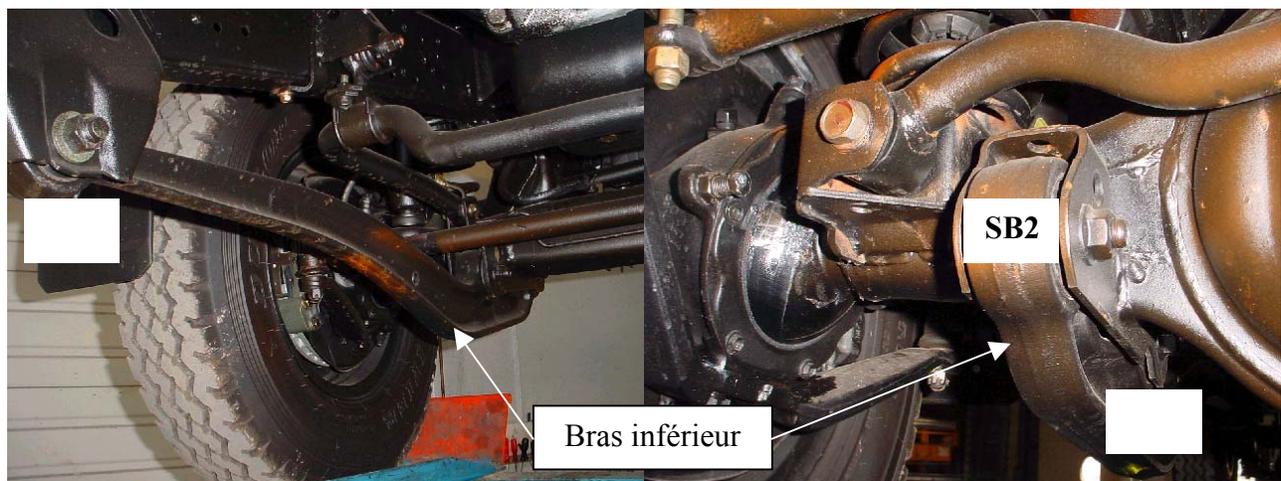
Suspension à ressorts hélicoïdaux

Ces ressorts sont réalisés à partir d'une tige d'acier spéciale roulée. Etant à flexibilité progressive, ils offrent un meilleur confort sur la route.



A la différence des ressorts à lames, les ressorts hélicoïdaux ne tiennent pas le pont. Le pont est relié au châssis par l'intermédiaire de 2 bras inférieurs.

Sur chaque bras inférieur, une extrémité est fixée sur le châssis, l'autre sur le pont. La liaison est assurée par 3 silent-blocs pour chacun des bras.

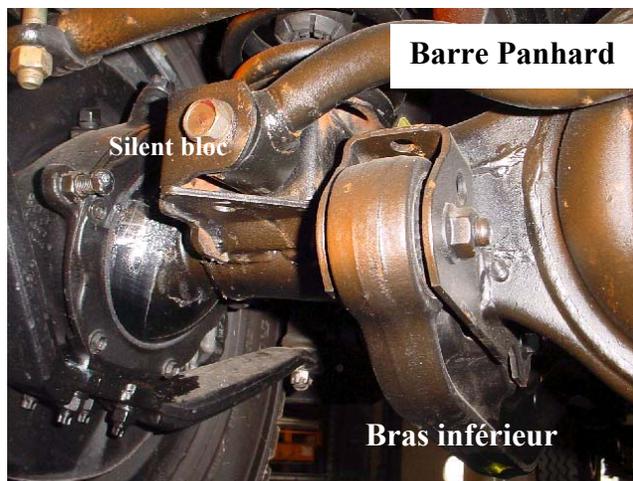
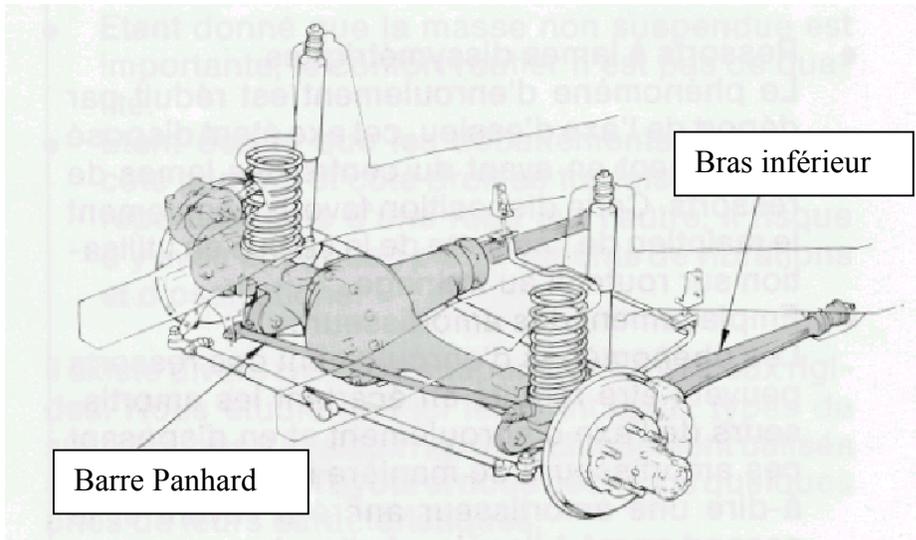


Le bras est facilement démontable et l'on trouve dans toutes villes importantes des ateliers équipées de presse pour pouvoir changer les silent-blocs.

Ces silent-blocs devraient tenir une centaine de milliers de kilomètres mais nous attendons encore le retour d'expérience.

A quoi sert la barre Panhard sur les suspensions à ressorts hélicoïdaux?

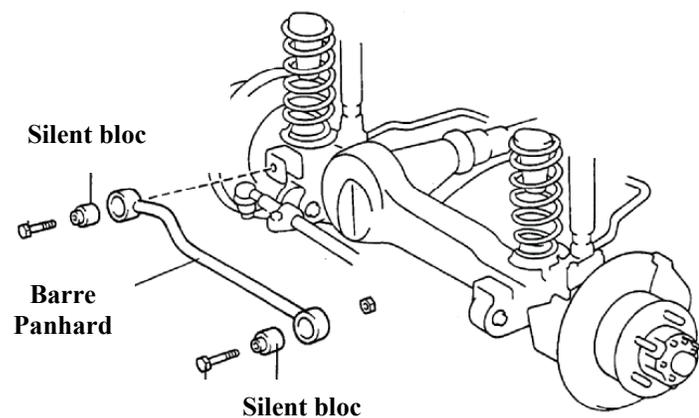
La bielle Panhard assure le positionnement de l'essieu avec les bras inférieurs en travaillant transversalement.



La bielle est fixée par 2 silent-blocs, à l'essieu à une extrémité et au châssis à l'autre extrémité. On doit tester régulièrement ces silent-blocs avec un démonte-pneu.



En cas de jeu, il faut changer les 2 silent-blocs toujours avec une presse.



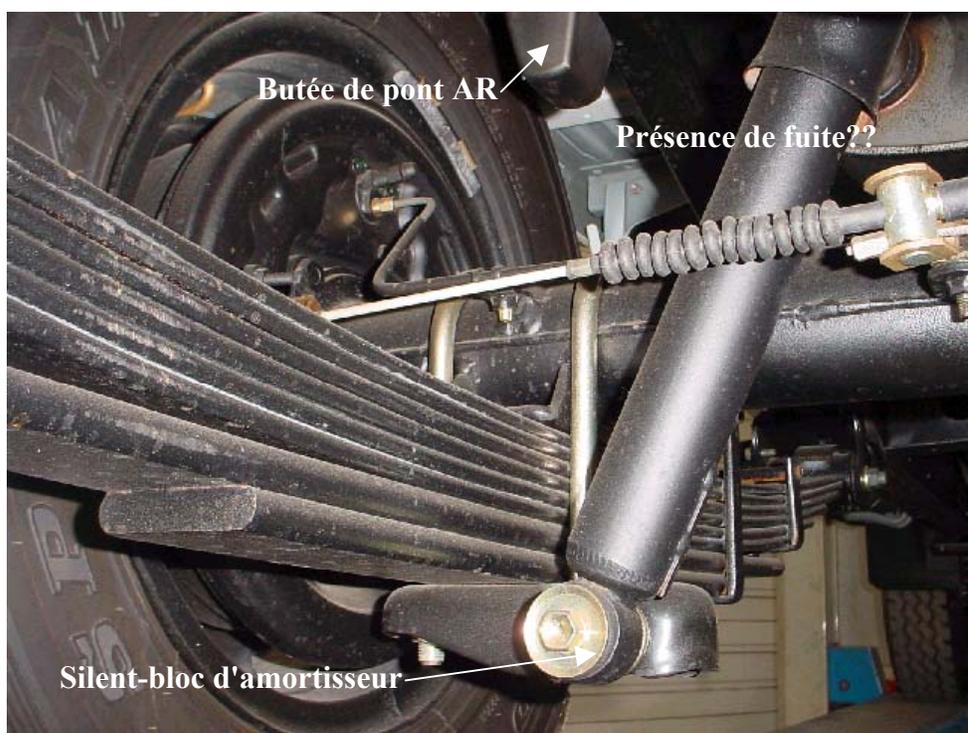
Les amortisseurs

Les ressorts génèrent des oscillations verticales et le rôle des amortisseurs est d'arrêter ces mouvements oscillants pour assurer un confort routier de qualité.

Les amortisseurs confèrent également aux pneus une meilleure tenue de route et ils participent à l'amélioration du comportement de la direction.

Différents points sont à contrôler sur les amortisseurs:

- les fixations et l'état des silent-blocs d'amortisseurs,
- les fuites éventuelles et il faudra alors déposer et remplacer la paire d'amortisseurs,
- la présence de coups (impact de pierres,...)



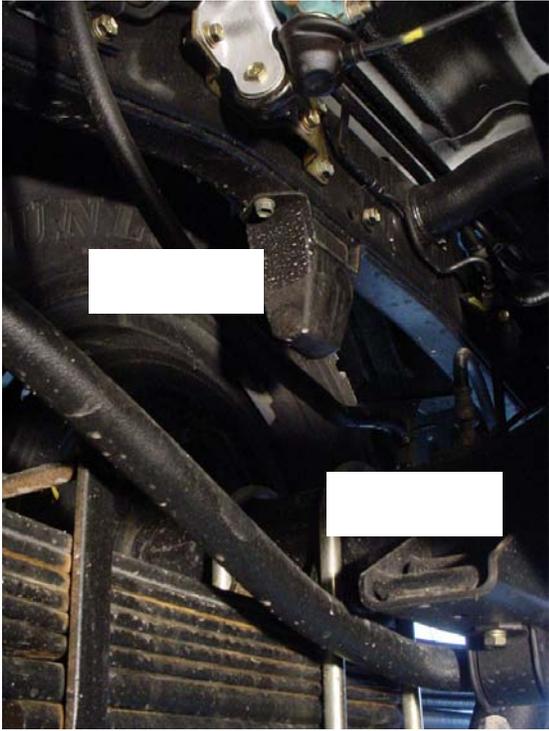
Les modèles d'amortisseurs à l'avant et à l'arrière sont différents mais les contrôles restent identiques.

Les butées de ponts

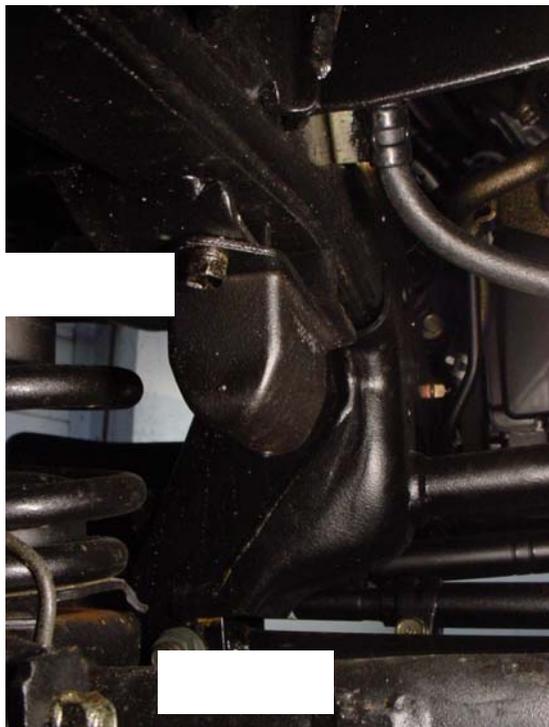
Lorsque les ressorts se contractent et s'allongent au delà des limites permises, le constructeur a installé des butées pour éviter d'endommager d'autres composants. Ces butées protègent les essieux, les amortisseurs,...

Il faut vérifier l'espacement entre la butée de pont et le châssis, véhicule à vide et à plat. Cet espacement doit être de 50mm minimum. Si ce n'est pas le cas, il faut alors

changer le ressort.



Si ces butées sont changées trop souvent, c'est que le chauffeur roule trop vite et freine trop tard sur les obstacles. Pensez à surveiller la fréquence de remplacement de ces butées de suspension.



Les barres stabilisatrices (anti-roulis)

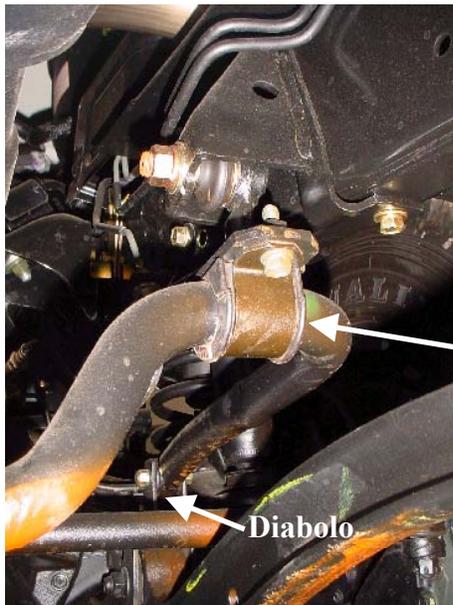
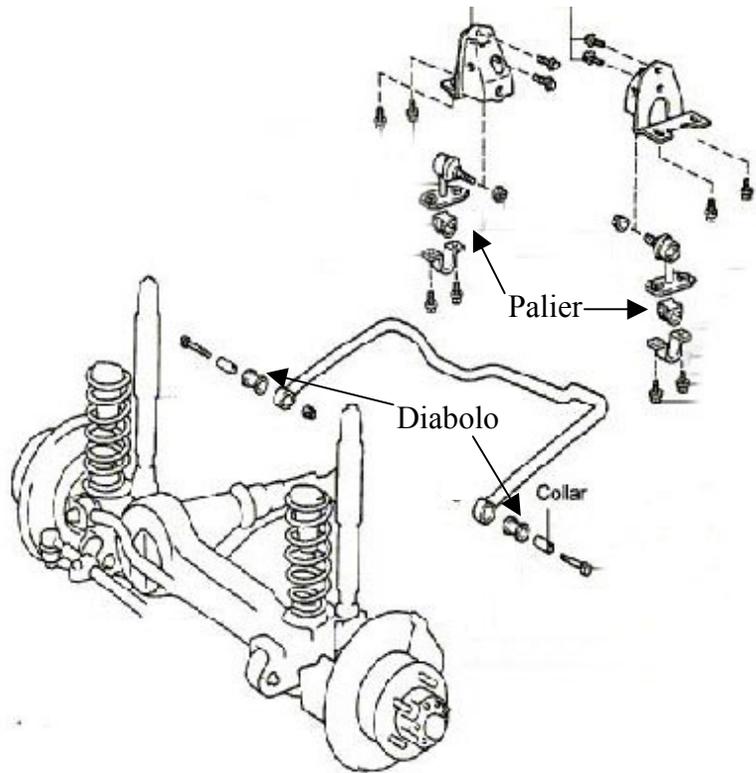
Quelque soit le type de suspension, à lames ou hélicoïdaux, il faut une barre stabilisatrice. Son rôle est de limiter l'inclinaison du véhicule sous l'effet de la force centrifuge qui se manifeste par le roulis de la caisse dans les virages.

Les barres stabilisatrices sont très sollicitées sur nos véhicules, ce qui entraîne une usure assez rapide des silent-blocs qui les fixent.

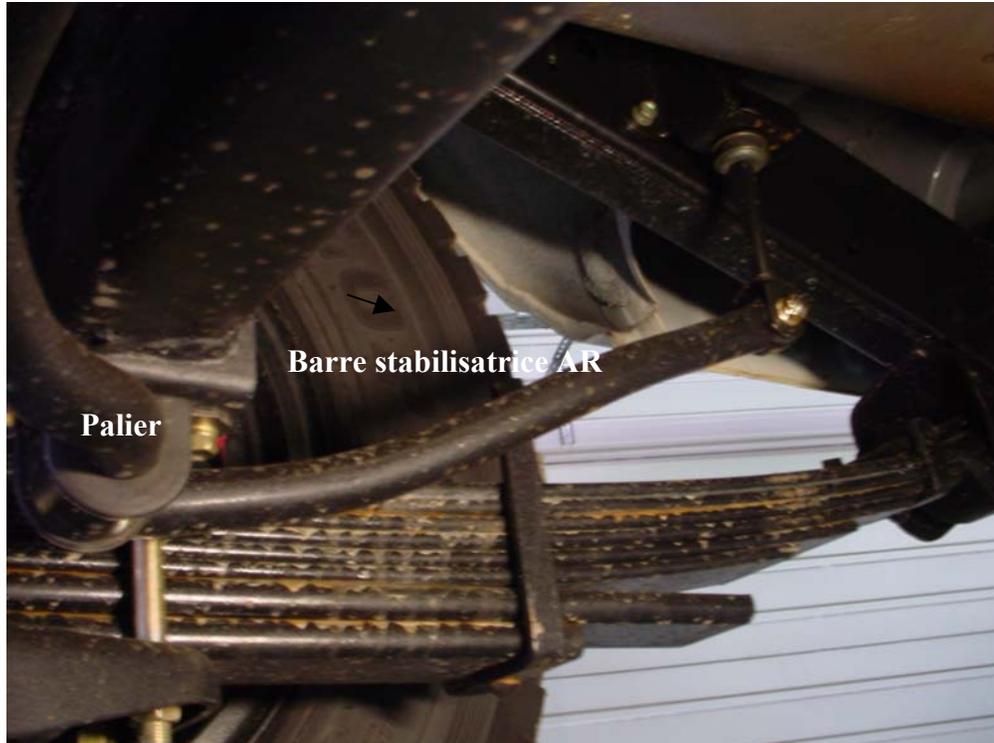
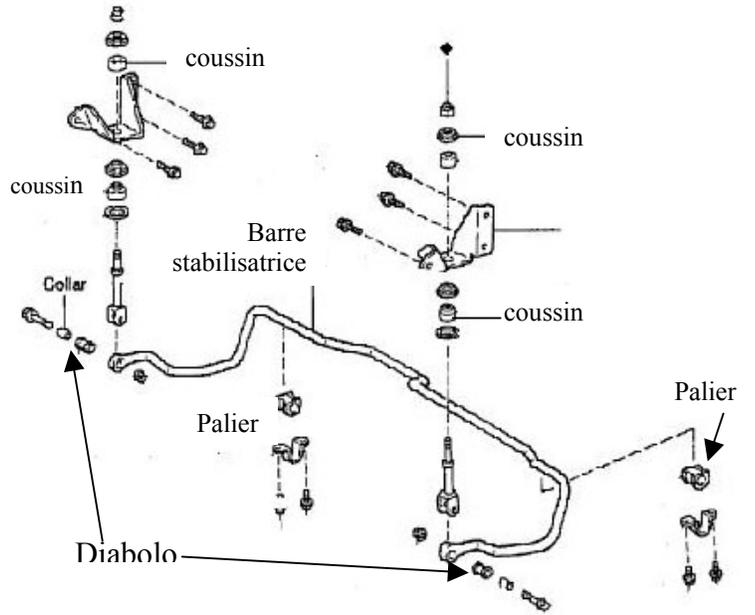
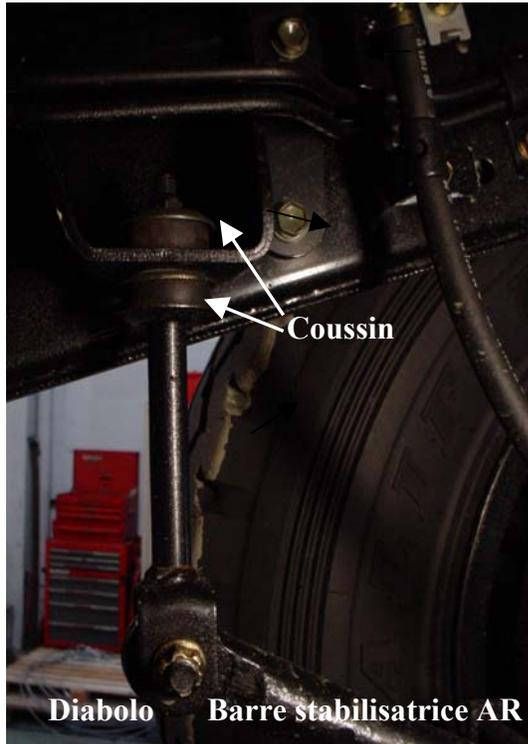
Il faudra fréquemment tester paliers et diabolos et les remplacer en cas de jeu important.

A l'avant: 2 paliers et 2 diabolos,
à l'arrière: 2 paliers, 2 diabolos
et 4 coussins.

**Barre
stabilisatrice
AV**



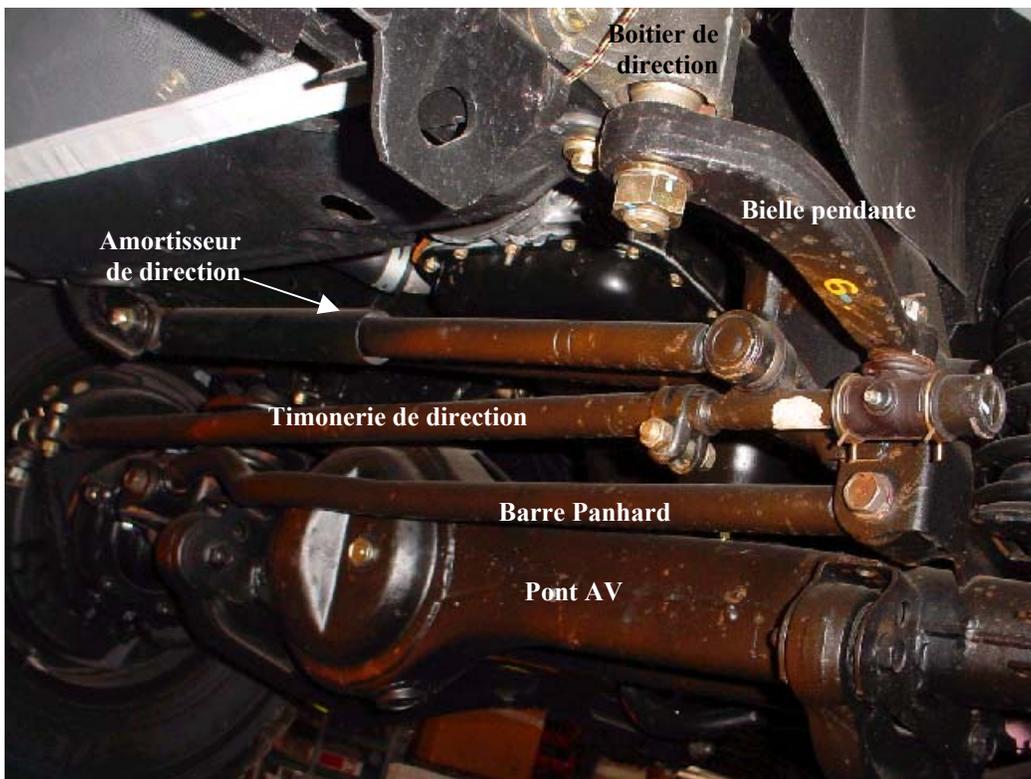
Barre stabilisatrice AR



LA DIRECTION

L'objectif de la direction est de permettre au conducteur de contrôler l'orientation du véhicule en provoquant le braquage des roues.

Cette action est réalisée grâce à un volant de direction, à une colonne qui transmet le mouvement de rotation du volant au boîtier de direction lequel transmet l'effort de braquage à la timonerie de direction par l'intermédiaire de la bielle pendante. Elle provoque ensuite le pivotement des roues avant.



Les principaux problèmes que nous rencontrons sur le terrain se situent au niveau de la timonerie de direction.

Avant 1996, tous les modèles étaient sans direction assistée, depuis, nous disposons de véhicules avec direction assistée.

Quel type d'huile pour la direction ?

De l'huile "DEXRON 2".

Le boîtier de direction coûte très cher, surtout quand il est assisté. Son prix est d'environ 1500 euros.

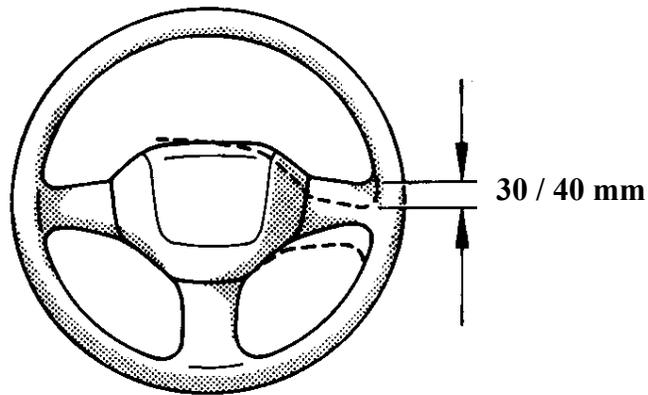


Ne pas s'amuser à démonter le boîtier de direction dès qu'il y a un peu de jeu, car la réparation d'une boîte de direction hydraulique est à réserver à des experts.

Par contre, penser à contrôler le niveau de l'huile de direction dans le réservoir.

Le jeu du volant

Il se vérifie, véhicule arrêté, les roues parfaitement en ligne droite, en faisant jouer modérément le volant de gauche à droite. Les roues ne bougeant pas, le jeu du volant ne doit pas dépasser la limite de 30 / 40 mm sur la circonférence de celui-ci.



Le jeu de la timonerie de direction

La timonerie de direction se compose de bielles et de bras qui transmettent le mouvement du boîtier de direction aux roues avant.

Il s'agit de s'assurer de l'absence de jeu aux articulations (rotules) de la timonerie.

Il y a 4 rotules, 2 sont réglables et graissables, 2 sont non réglables et non graissables.

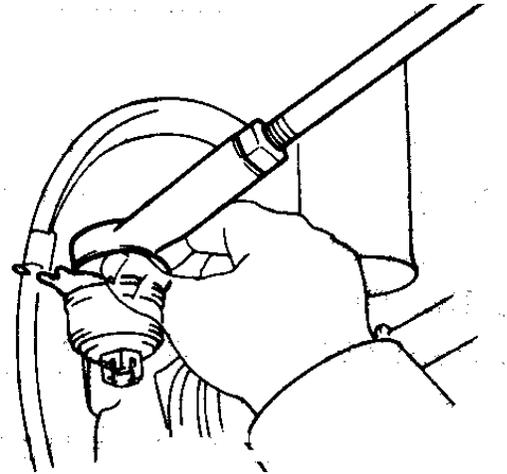


Il faut 2 personnes pour mesurer le jeu: l'une tourne le volant alternativement de gauche à droite tandis que l'autre, sous le véhicule, vérifie avec 2 doigts, le lien entre partie menante et partie menée sur chaque rotule (cf. photo).

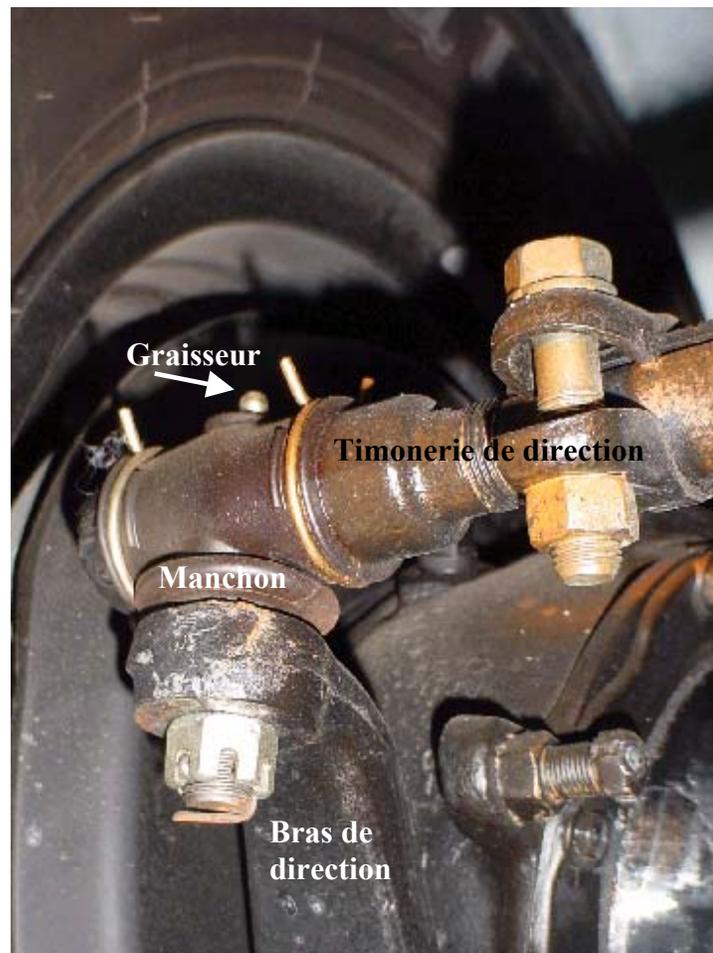
En cas de jeu, il faut resserrer les rotules réglables et remplacer les non-réglables.

Attention, pour le démontage des rotules, utiliser un arrache rotule. Les coups de marteau sur les bras de direction endommagent les manchons pare-poussière.

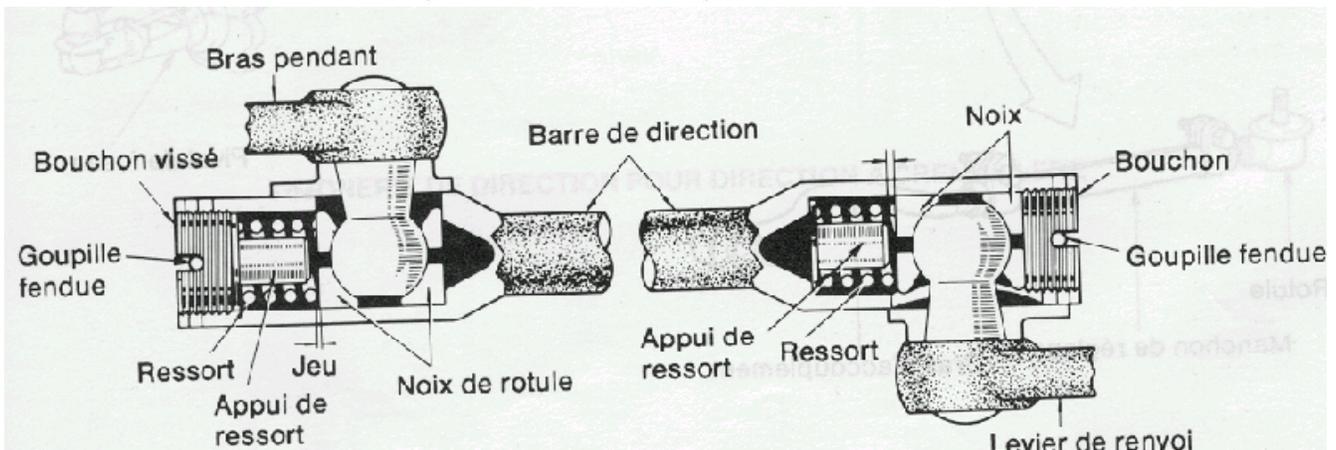
Il est recommandé de vérifier également l'état des manchons pare-poussière (craquelures, détérioration) des rotules: sur les réglables, on peut les changer, sur les non-réglables, il faudra changer toute la rotule.



Rotule de direction réglable et graissable :

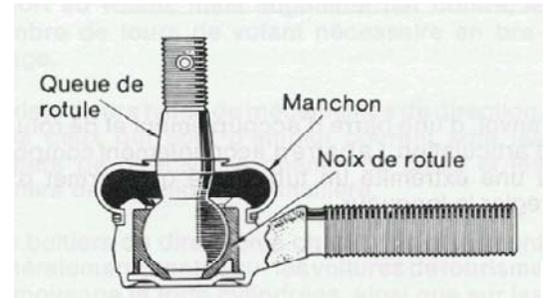
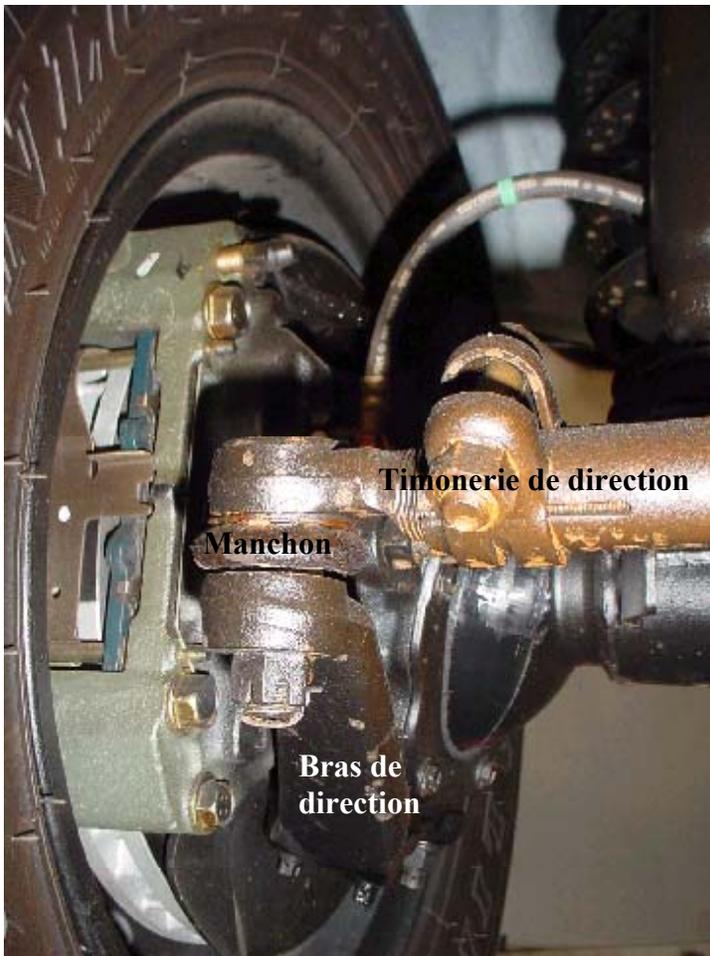


Ces rotules doivent être graissées avec de la graisse au lithium NLGG N°2.



Attention à ne pas déformer le caoutchouc, ce qui entraînerait une perte d'étanchéité.

Rotule de direction non réglable et non graissable



Comment vérifier la course de la direction?

Pour cela, il y a 4 butées de direction : 2 sur chaque roue, une étant située devant le pont et l'autre à l'arrière.



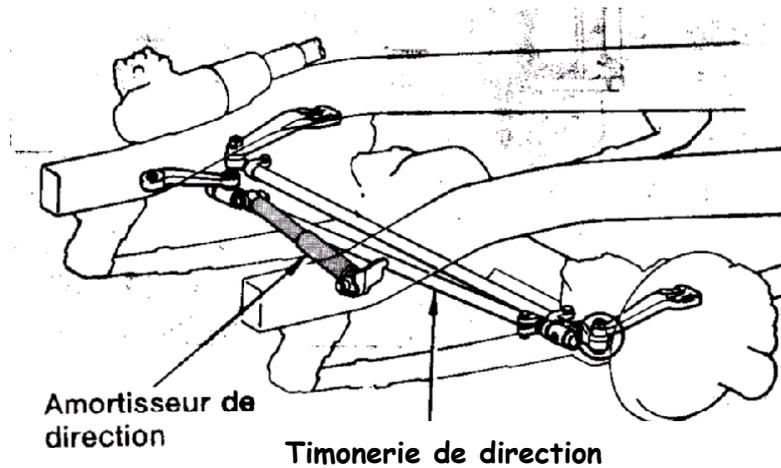
Il faut tourner le volant à fond à gauche et à droite et s'assurer que les 4 butées de direction sont bien en contact avec le pont.

Par exemple, avec le volant tourné à fond à droite, vérifier que la butée arrière de la roue droite et que la butée avant de la roue gauche sont bien en butée.

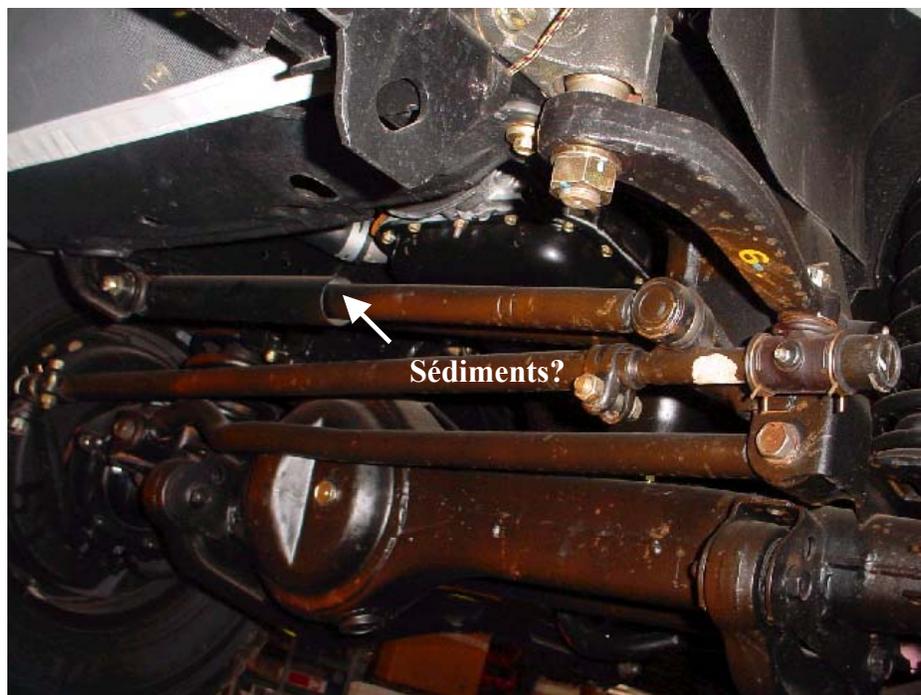
Si ce n'est pas le cas, vérifier la timonerie (barre de timonerie pliée). Sinon, on doit déposer l'amortisseur de direction.

L'amortisseur de direction

Cet amortisseur est interposé entre la timonerie et le châssis du véhicule, il a pour rôle d'amortir les à-coups et les vibrations transmis par les roues au volant de direction.



Cet amortisseur est un amortisseur double effet: il doit avoir la même dureté à la compression et à l'extension. Après démontage, si ce n'est plus le cas, il faudra le remplacer.



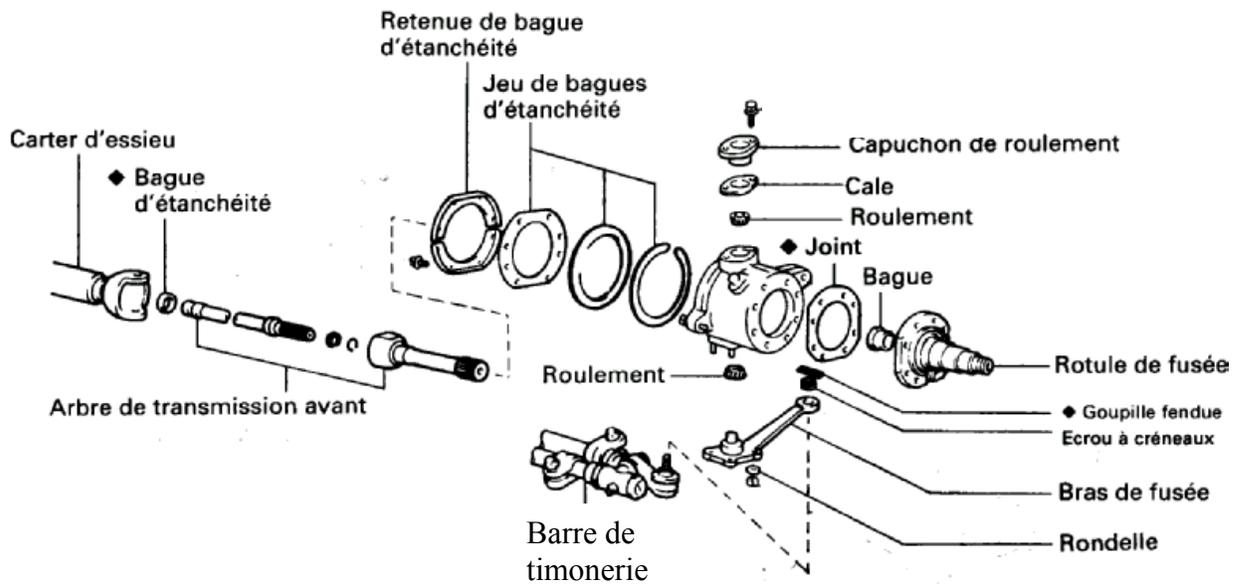
On doit veiller à ce que des sédiments ne s'accumulent pas entre le cylindre et le piston de l'amortisseur.

L'état des roulements de pivot de direction

Pour vérifier l'état des roulements de pivots de direction, il faudra mettre le véhicule sur chandelle et démonter les roues avant.

Après avoir désaccoupler la timonerie de direction des bras de direction (ou bras de fusée), on tourne le carter de pivot de gauche à droite, dans le plan transversal, pour mesurer le jeu. Si le mouvement n'est pas limpide et se fait par à coup, il faut remplacer les roulements de pivots de direction.

Si l'on trouve des fuites d'huile importantes entre le carter et le bol, cela signifie également qu'un changement des roulements est nécessaire.



La procédure détaillée de remplacement des roulements de pivots de direction se trouve dans les Repair Manuel Supplement de Toyota :

RM 730 E page SA 22 pour les HZJ 78/79,

RM 183 E page SA 38 pour les PZJ /HZJ 75.

LE CIRCUIT ELECTRIQUE

Les batteries

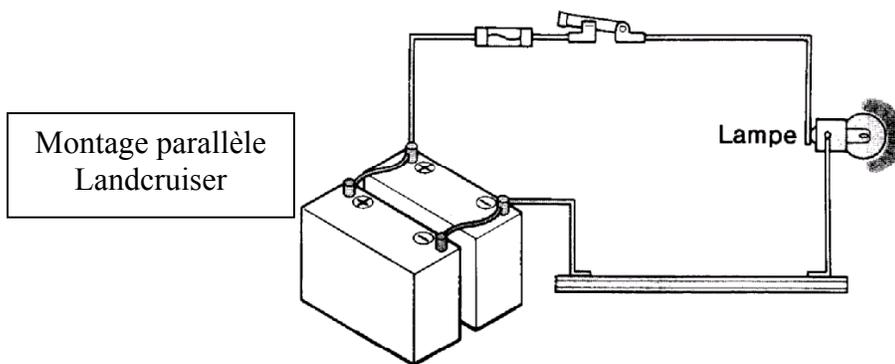
Sur le circuit électrique, combien de batteries y a-t-il d'origine ?

D'origine sur nos véhicules standard, une seule batterie.

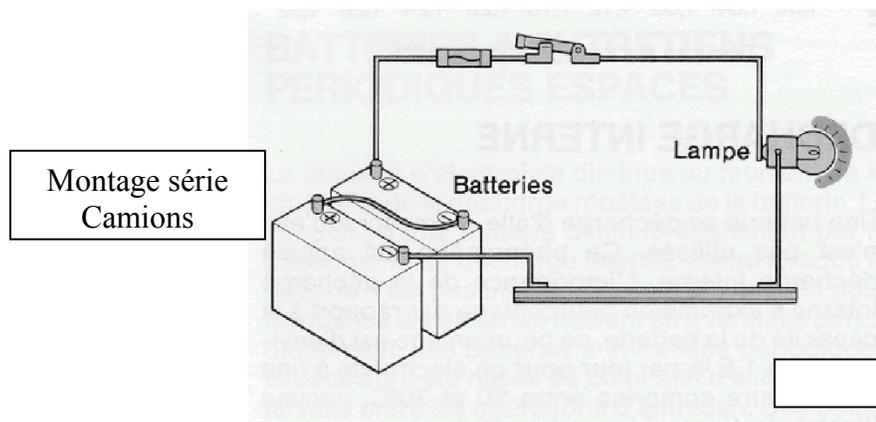
La capacité d'une batterie diminue considérablement avec la température (optimum à 20-25°). Après les capacités baissent en cas de chute de température. Dans les pays à grand froid comme le Tadjikistan, les températures descendent jusqu'à -40°. Et dans ce cas, le moteur démarre très mal car tous les composants sont froids. Dans un tel cas, MSF double la capacité des batteries par ajout d'une deuxième batterie.

Faut-il mettre les batteries en parallèle ou en série ?

En parallèle.. Sur la voiture tout est en 12 V, les ampoules de phares, l'alternateur, le démarreur etc. Avec le montage parallèle ci-dessous, on obtient une intensité élevée mais la tension reste à 12V.



Par contre, avec un montage en série, comme représenté ci-dessous, on obtient une tension élevée de 24V.



Comment s'entretient une batterie?

Une batterie neuve se met en service avec de l'électrolyte. Il s'agit d'un mélange d'acide sulfurique et d'eau distillée.

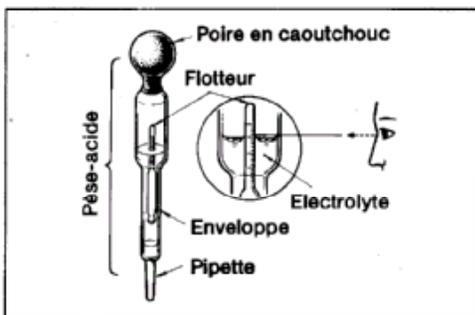
A mesure que la batterie est utilisée, l'eau distillée contenu dans l'électrolyte peut s'évaporer.

Il faudra donc mesurer régulièrement le niveau d'électrolyte (par lecture directe du niveau sur le bac translucide de la batterie ou en ouvrant tous les bouchons des éléments sur les bacs non translucides) et si besoin, faire l'appoint avec de l'eau distillée.



ATTENTION, l'utilisation d'eau ordinaire réduira les performances et la longévité de la batterie.

Comment se mesurer la densité de l'électrolyte?



CONTROLE DE LA DENSITE DE L'ELECTROLYTE

- (a) Déposer tous les bouchons des éléments.
- (b) A l'aide d'un pèse-acide, mesurer la densité de chaque élément.

Densité :

1,25 - 1,28 à 20°C

Ecart entre les éléments :

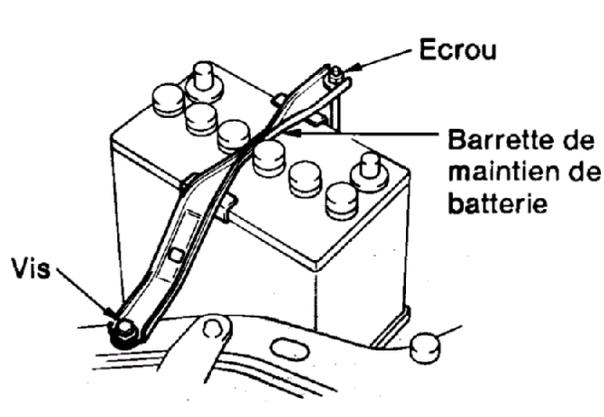
Inférieur à 0,025

IMPORTANT !

Résultats des mesures et causes possibles

Résultat de mesure	Cause possible
Densité de l'électrolyte trop faible et identique dans tous les éléments	Batterie déchargée... Anomalie du circuit de charge, kilométrage effectué ou vitesse du véhicule trop faibles Batterie trop sollicitée... Surcharge de la batterie, débit insuffisant de la génératrice (Fuite... Batterie non nettoyée, électrolyte en excédent)
Densité de l'électrolyte trop faible dans certains éléments	Court-circuit interne... Manque d'électrolyte Impuretés dans les éléments... Décharge interne excessive
Densité de l'électrolyte trop élevée	Appoint effectué avec de l'acide sulfurique et non de l'eau

On devra également veiller à la bonne fixation de la batterie ainsi qu'à son nettoyage.



L'élimination de l'oxydation du bac de la batterie et des bornes se fera en utilisant de l'eau chaude puis en frottant soigneusement les bornes avec du papier de verre.

L'entretien du circuit électrique inclut également le contrôle régulier de l'éclairage, de la signalisation et des voyants.

L'alternateur

Comme tous les équipements électriques de nos véhicules, l'alternateur n'est pas amphibie. Il faut donc éviter son immersion.

L'alternateur est entraîné par la même courroie que le ventilateur et la pompe à eau.

Les phares

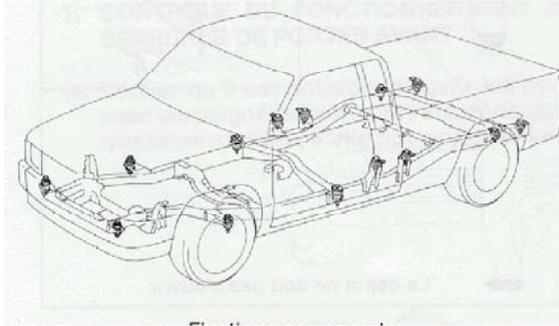
Vérifier leur bon fonctionnement ainsi que leur réglage afin qu'ils permettent de voir le plus long possible sans éblouir les autres usagers venant en sens inverse.

LE CHASSIS & LA CARROSSERIE

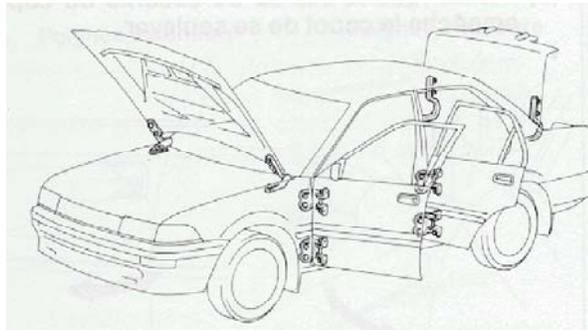
Les composants sont fixés sur le châssis et la carrosserie par l'intermédiaire de vis et d'écrous. En cas de desserrage, il y a risque de détérioration. Il est donc primordial de resserrer périodiquement les vis et écrous de fixation des éléments de la carrosserie et du châssis.

On vérifiera en particulier les vis et écrous du train propulseur, des essieux Av et AR, de la direction, du freinage ainsi que les supports moteurs.

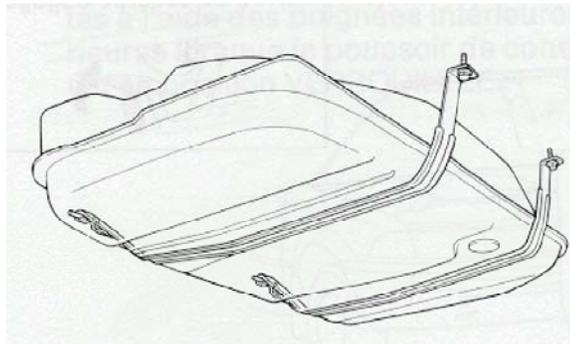
On s'attachera à contrôler les fixations de la carrosserie sur le châssis:



On évaluera le jeu des charnières des portes et des capots ainsi que la présence des butées des portes et du capot (les butées du capot étant réglables):



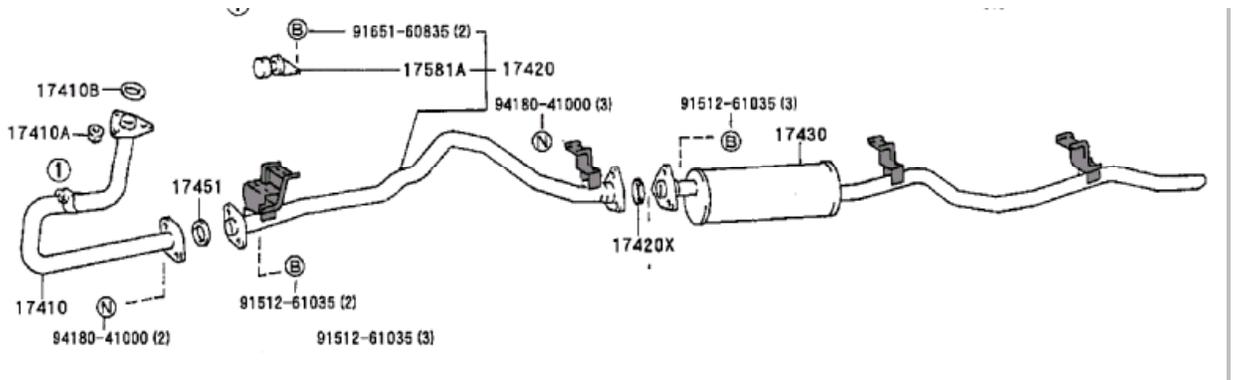
Sans oublier les sangles de réservoir:



Le contrôle inclura également:

- les fêlures ou les cracks éventuels sur la carrosserie
- le fonctionnement des lève-vitres (graissage et lubrification des glissières de vitres à l'eau savonneuse),
- le fonctionnement des serrures (graissage),
- l'état des glissières de sièges (graissage),
- la fixation de la roue de secours et du cric Hilift,
- le fonctionnement et le niveau du lave-glace (compléter si nécessaire avec un mélange eau (90%) / alcool (10%)) et l'état des balais d'essuie-glace.

Enfin, sur la ligne d'échappement, on vérifiera l'état des silent-blocs et des fixations en secouant la ligne:



Vérifier également l'état et le fonctionnement des pare-soleils.

Conclusion:

Qui veut voyager loin ménage sa monture...

A bientôt sur le terrain.