

Hubert MÈMETEAU Bruno COLLOMB

LA
M **MAINTENANCE**
AUTOMOBILE

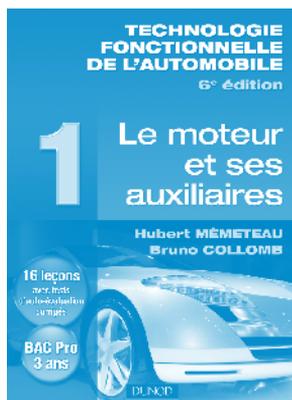
2^e édition

EN 60 FICHES
PRATIQUES

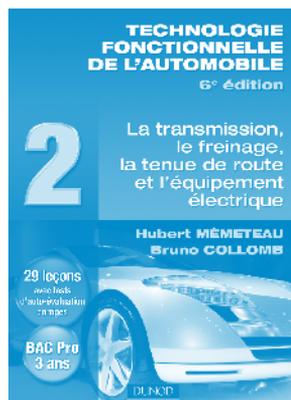
DUNOD

Des mêmes auteurs

Technologie fonctionnelle de l'automobile, 6^e édition, 2009



Tome 1 Le moteur et ses auxiliaires



Tome 2 La transmission, le freinage, la tenue de route et l'équipement électrique

C réation maquette intérieure : Anne Pachiaudi

Mise en pages : Yves Tremblay

Maquette de couverture : MATEO

Illustration de couverture : Powerful engine © terex - Fotolia.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements



d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, Paris, 1994, 2010

EAN 9782100554652

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

INTRODUCTION

Quel est l'objectif de l'ouvrage ?

Les compétences nécessaires pour exercer le métier de technicien de maintenance automobile ont fortement évolué face aux équipements électroniques qui se généralisent. Véritable médecin des voitures, le technicien **démonte, contrôle, répare** et **règle** tous les systèmes mécaniques du véhicule. Outre l'entretien auto courant (graissage, vidange, contrôle des principaux organes, etc.), le mécanicien qualifié effectue des travaux se rapportant à des éléments plus complexes : moteur, boîte de vitesse, embrayage, essieux, etc.

Sous forme de **fiches synthétiques**, l'objectif de cet ouvrage est d'apporter une aide efficace au sein d'une **démarche professionnelle méthodique** supplémentaire indispensable pour acquérir une **méthode de travail**.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Ces fiches s'adressent particulièrement aux futurs professionnels de la maintenance automobile en formation, que ce soit par la voie de la **formation initiale** (du CAP au Bac Pro) en lycée professionnel ou par celle **des stages ou de l'apprentissage en alternance**. Ils y trouveront les moyens de travailler de manière **autonome**, l'enseignant ou le formateur étant ainsi plus disponible pour répondre aux questions de chacun et pour organiser les différents postes de travail.

Cet ouvrage s'adresse également à toute personne qui désire s'occuper de **l'entretien de son véhicule**. Ces fiches représentent la **boîte à outils idéale** ainsi qu'une aide efficace et méthodique pour certaines interventions qui ne demandent pas de matériel coûteux et spécifique.

Enfin, les automobilistes qui souhaitent seulement pouvoir mieux dialoguer avec leur garagiste et comprendre une réparation y découvriront toutes les connaissances nécessaires.

Comment travailler avec ce manuel ?

La fiche se prête particulièrement bien à une **présentation synthétique des connaissances**. Elle constitue un véritable document ressource lorsque l'élève travaille sur un TP à l'atelier. L'utilisateur ou l'élève retrouve l'essentiel de ce qu'il doit connaître sous une forme concise :

- ▶ l'objectif de la fiche,
- ▶ le matériel, les consommables et la documentation nécessaire,
- ▶ l'organisation du poste de travail,
- ▶ la réalisation de l'intervention,
- ▶ les différents contrôles et mesures,
- ▶ les précautions.

Les fiches, traitées sur une **double page**, sont regroupées par thème pour une meilleure vision de l'intervention ou du contrôle à réaliser :

- ▶ Documentation et outillage
- ▶ Moteur
- ▶ Injection
- ▶ Allumage
- ▶ Transmission
- ▶ Freinage
- ▶ Suspension
- ▶ Train roulant
- ▶ Électricité
- ▶ Organe de sécurité et de confort

En fin d'ouvrage, une fiche **de relevé des contrôles vierge** permet de noter et de comparer ses mesures avec celles du constructeur. Il est vivement conseillé de la photocopier car elle sera utile dans de nombreux cas.

Un document de synthèse sur les **déchets principaux** d'un atelier de mécanique est donné également à la fin de l'ouvrage pour indiquer où stocker ses déchets et leur destination finale dans un souci de respect de l'environnement.

Ce recueil de fiches, accompagné des ouvrages de **Technologie fonctionnelle de l'automobile, tomes 1 et 2**, forment avec la documentation technique des véhicules un ensemble cohérent adapté à un apprentissage méthodique permettant de développer **l'autonomie et l'adaptabilité** : des qualités devenues indispensables pour appréhender des technologies en perpétuelle évolution.

Bruno Collomb



TABLE DES MATIÈRES



- 1 RECHERCHE D'UNE PANNE
- 2 IDENTIFIER ET CHOISIR L'OUTILLAGE
- 3 ORGANISER UNE RÉPARATION
- 4 AMÉLIORER SON SAVOIR-FAIRE
- 60 UTILISATION DU PIED À COULISSE ET DU MICROMÈTRE (MÉTROLOGIE)
- 61 UTILISATION DU COMPAREUR (MÉTROLOGIE)
- 62 FICHE DE RELEVÉ DES CONTRÔLES
- 63 LES DÉCHETS PRINCIPAUX D'UN ATELIER DE MÉCANIQUE



- 5 VIDANGER UN MOTEUR
- 6 RÉGLER LE JEU AUX SOUPAPES
- 7 REMPLACER LE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT
- 8 CONTRÔLER LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT
- 9 CONTRÔLER LES COMPRESSIONS
- 10 DÉPOSER, CONTRÔLER ET REPOSER LA CULASSE
- 11 CONTRÔLER ET REMPLACER DES SOUPAPES
- 12 CONTRÔLER L'USURE DES CYLINDRES
- 13 REMPLACER LES CHEMISES ET LES PISTONS
- 14 CONTRÔLE DU VILEBREQUIN
- 15 CONTRÔLER LE DÉPASSEMENT DES CHEMISES
- 16 CALER LA DISTRIBUTION



TABLE DES MATIÈRES

INJECTION



- 17** CONTRÔLE DU CIRCUIT D'ALIMENTATION SUR UN SYSTÈME D'INJECTION
- 18** CONTRÔLER UN SYSTÈME D'INJECTION ÉLECTRONIQUE
- 19** CONTRÔLER L'ANTIPOLLUTION
- 20** REMPLACER UN FILTRE À CARBURANT

ALLUMAGE



- 21** REMPLACER ET RÉGLER DES BOUGIES
- 22** CONTRÔLER UN SYSTÈME D'ALLUMAGE

TRANSMISSION



- 23** CONTRÔLER ET RÉGLER LA GARDE D'EMBRAYAGE
- 24** REMPLACER ET CONTRÔLER UN EMBRAYAGE
- 25** REMPLACER UNE TRANSMISSION
- 26** REMPLACER UN SOUFFLET DE TRANSMISSION (JOINT TRIPODE)
- 27** REMPLACER UN SOUFFLET DE TRANSMISSION (JOINT À BILLES)
- 28** CONTRÔLER ET RÉGLER UNE BOÎTE DE VITESSES



TABLE DES MATIÈRES



- 29** CONTRÔLER LE SYSTÈME DE FREINAGE
- 30** REMPLACER DES PLAQUETTES DE FREINS
- 31** REMPLACER DES FREINS À TAMBOURS
- 32** PURGER LE CIRCUIT DE FREINAGE
- 33** RÉGLER UN CORRECTEUR DE FREINAGE
- 34** REMPLACER ET CONTRÔLER UN SERVO-FREIN
- 35** CONTRÔLER LES CAPTEURS D'UN SYSTÈME ABS
- 36** CONTRÔLER LES COMPOSANTS ÉLECTRIQUES D'UN SYSTÈME ABS



- 37** DÉPOSER ET REPOSER UN AIRBAG CONDUCTEUR
- 58** CONTRÔLER ET RECHARGER UNE CLIMATISATION
- 59** CONSIGNES DE SÉCURITÉ (SYSTÈME DE CLIMATISATION)



- 38** CONTRÔLER LA SUSPENSION
- 39** REMPLACER UN AMORTISSEUR ARRIÈRE
- 40** REMPLACER UN AMORTISSEUR AVANT



TABLE DES MATIÈRES



- 41** CONTRÔLER LES PNEUMATIQUES
- 42** REMPLACER UN PNEUMATIQUE (À LA TABLE DE MONTAGE)
- 43** REMPLACER UN PNEUMATIQUE (À LA MACHINE À PNEUS)
- 44** ÉQUILIBRER UNE ROUE
- 45** PRÉPARER AU CONTRÔLE DE LA GÉOMETRIE DU VÉHICULE
- 46** CONTRÔLER LA GÉOMETRIE DU TRAIN AVANT
- 47** REMPLACEMENT D'UN ROULEMENT DE ROUE



- 48** UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE
- 49** CONTRÔLER ET CHARGER UNE BATTERIE
- 50** CONTRÔLER UN RELAIS
- 51** CONTRÔLER L'ÉCLAIRAGE ET LA SIGNALISATION
- 52** RÉGLER LES PHARES
- 53** REMPLACER LE DÉMARREUR ET L'ALTERNATEUR
- 54** CONTRÔLER LE CIRCUIT DE CHARGE
- 55** CONTRÔLER LE CIRCUIT DE DÉMARRAGE
- 56** RÉVISER UN DÉMARREUR
- 57** RÉVISER UN ALTERNATEUR



RECHERCHE D'UNE PANNE

1

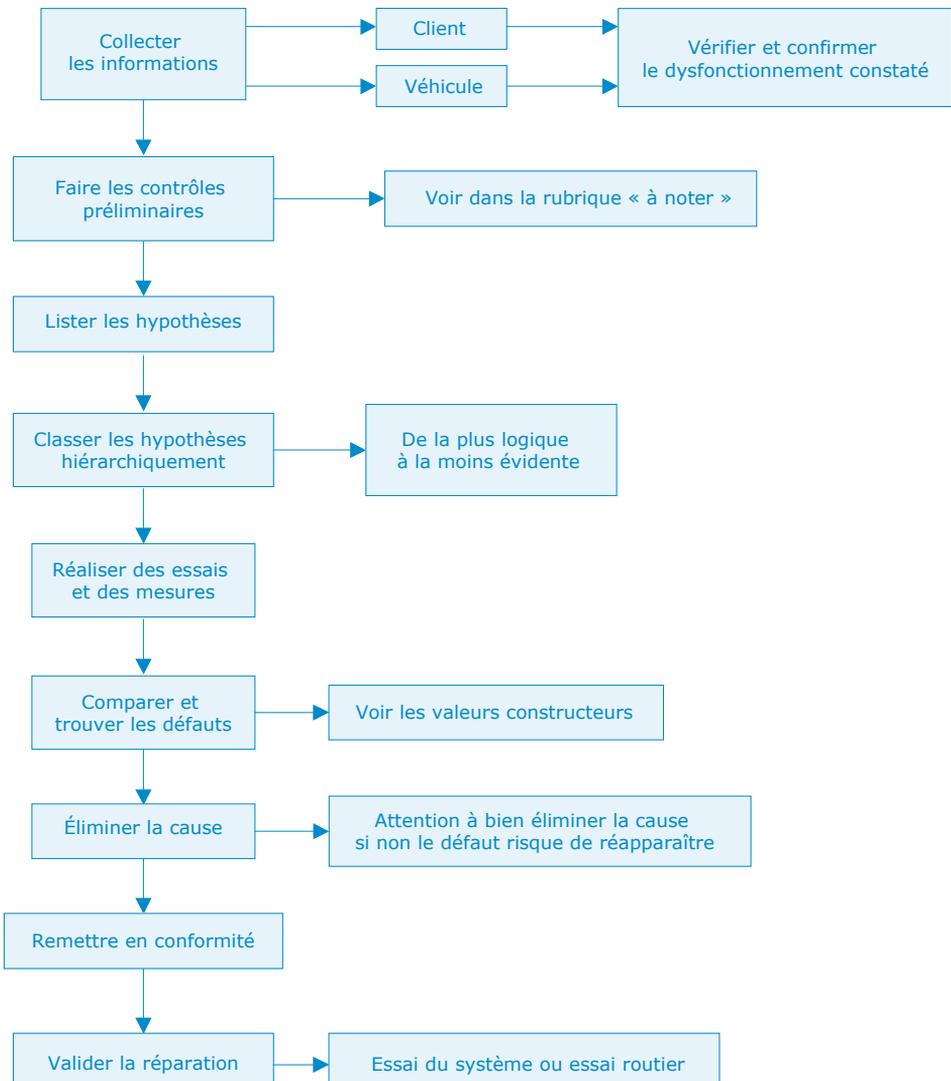
Objectif

- ❑ Observer des symptômes et, par déduction, découvrir l'origine des défauts de fonctionnement d'un système.
- ❑ Exploiter facilement des documents techniques, élaborer le diagnostic et résoudre des pannes.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La documentation technique du véhicule
- ❑ Le matériel nécessaire pour rechercher la panne constatée

LES ÉTAPES DE LA RECHERCHE D'UNE PANNE



Pour collecter des informations auprès du client, il est bon de poser des questions pertinentes :

- ▶ Quel est le défaut constaté ?
- ▶ Qui est le conducteur principal ? Qui a constaté le défaut ? Qui a touché le véhicule ? (client, garage, autre)
- ▶ Où cela s'est produit ? Quel type de route ?
- ▶ Quand se produit le problème (matin, soir, par temps de pluie ?), quand cela s'est produit la première fois ?
- ▶ Dans quelles circonstances ?
- ▶ Est ce que cela se produit souvent ? Consommez-vous anormalement de l'huile, de l'essence ?

Pour démarrer la recherche de panne il est nécessaire de :

- ▶ **connaître** le fonctionnement du système ;
- ▶ **déterminer** les éléments pouvant être en cause ;
- ▶ **connaître** l'implantation des éléments ;
- ▶ savoir quels outils je peux **utiliser** ;
- ▶ savoir **contrôler** les éléments mis en cause.

À NOTER

Il est important, en premier lieu, de contrôler :

- les niveaux de carburant, d'huile moteur, de liquide de refroidissement, de la batterie, du liquide de frein ;
- l'état des courroies et des durites ;
- les bons contacts électriques des cosses de batterie, la connexion des connecteurs ;
- les voyants défauts au tableau de bord.

La couleur de la fumée d'échappement peut donner des indications importantes :

- fumée blanche et humide : normale à froid, si elles persiste moteur chaud il y a au minimum rupture du joint de culasse (consommation de liquide de refroidissement) ;
- fumée bleue ou grasse : il y a usure des segments et des cylindres (consommation d'huile) ;
- fumée noire : le filtre à air est bouché, le mélange carburé est trop riche (consommation anormale de carburant), l'EGR est grippé.



IDENTIFIER ET CHOISIR L'OUTILLAGE

2

OBJECTIF

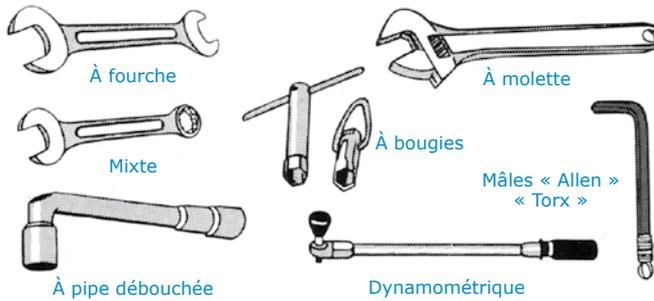
- Proposer une liste de l'outillage minimal nécessaire à la réalisation de tâche simple
- Connaître certains matériels spécifiques pour réaliser des tâches plus complexes

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Catalogues d'outillage ou un poste informatique avec connexion Internet afin de sélectionner le matériel nécessaire
- Établir une liste chiffrée de l'outillage à acquérir
- Une caisse à outils

L'OUTILLAGE COURANT

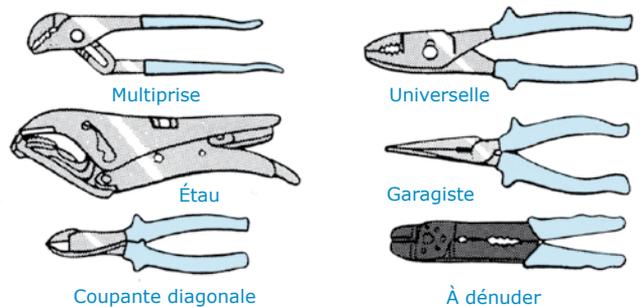
Les clés



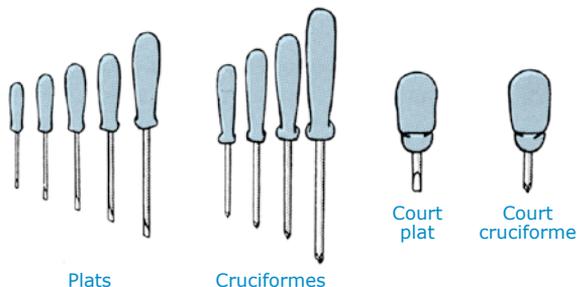
Le coffret à douilles



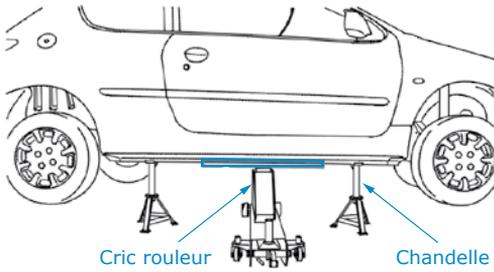
Les pinces



Les tournevis



L'outillage pour l'entretien



Les instruments de mesure



L'OUTILLAGE SPÉCIFIQUE (EXEMPLES)



À NOTER

L'outillage courant est suffisant pour réaliser les opérations simples. Il n'est pas de même de l'outillage spécifique demandé pour les opérations plus compliquées, qui représentent pour les professionnels des investissements très importants.





ORGANISER UNE RÉPARATION

3

OBJECTIF

Travailler méthodiquement afin d'éviter :

- les pertes de temps
- les dégradations sur les véhicules
- les accidents corporels

Prévenir les risques professionnels.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La fiche correspondant à la réparation à effectuer
- La revue technique (RT) correspondant au véhicule à réparer

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

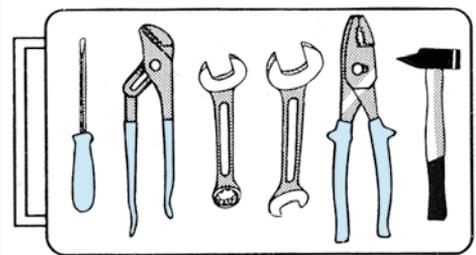
S'informer

- ▶ **Vérifier** que le défaut de fonctionnement nécessite bien l'intervention prévue.
- ▶ **Choisir** parmi les fiches celle qui correspond à l'intervention.
- ▶ **Vérifier** que la revue technique correspond bien avec le type précis du véhicule et relever :
 - la **méthode** utilisée pour la réparation,
 - les **valeurs** constructeur,
 - les **valeurs** de couple de serrage.
- ▶ **Vérifier** que l'on possède bien l'outillage nécessaire.

Préparer

- ▶ **Dégager** l'aire de travail.
- ▶ **Préparer** une servante d'atelier.
- ▶ **Disposer** les principaux outils à utiliser ainsi que la caisse à outils sur la servante.
- ▶ **Préparer** le véhicule :
 - **lever** le capot ;
 - **placer** les protections (housse d'ailes, housse de siège, tapis de sol, protection volant).

- **Chercher** la revue technique correspondante au véhicule.
- **Préparer** la servante et les outils nécessaires.
- **Protéger** le véhicule (housse de siège, housse d'ailes, tapis de sol...).



Servante d'atelier

RÉALISER L'INTERVENTION

- ▶ **Nettoyer** la zone d'intervention.
- ▶ **En cas de levage** du véhicule :
 - placer le cric sous le longeron avant ou arrière et lever ;

- **placer** une chandelle sous le bas de caisse au point d'ancrage (voir RT) ;
 - **libérer** le cric ;
 - **répéter** l'opération pour l'autre côté du même essieu ;
 - **s'assurer** de la stabilité du véhicule ;
 - **déposer** les roues.
- ▶ **En cas de vidange** des liquides, **prévoir** la contenance du bac par rapport aux contenances à vidanger pour éviter tout débordement.
- ▶ **S'éclairer** avec une baladeuse alimentée en 24 V continu ou une baladeuse rechargeable (le 220 volts présente des risques d'électrocution).

CONTRÔLER

Lorsque la réparation est terminée :

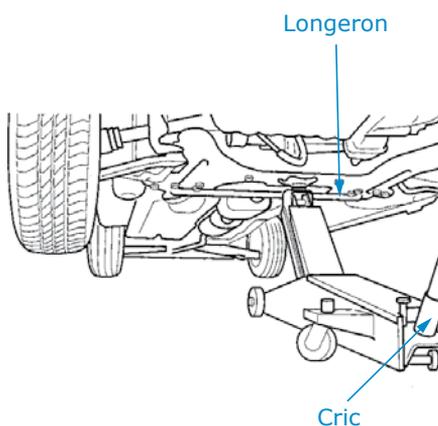
- ▶ **Serrer** vis, écrous, colliers...
- ▶ **Vérifier** tous les niveaux.
- ▶ **Vérifier** le serrage des roues (clé dynamométrique) et la pression des pneumatiques.
- ▶ **Essayer** le véhicule.
- ▶ **Vérifier** les éventuelles fuites.
- ▶ **Ranger** et nettoyer son poste de travail.

À NOTER

Si l'on n'est pas en possession de la documentation correspondant exactement au type de véhicule ni de l'outillage nécessaire, il est préférable de renoncer à effectuer l'opération. L'essentiel de cette fiche est valable pour pratiquement toutes les interventions décrites dans les autres fiches.



Housse d'aile



Levage du véhicule



Baladeuse



OBJECTIF

Découvrir quelques règles de base qui permettent des démontages sans risque pour l'opérateur, le système démonté et l'outillage ainsi que la fiabilité du serrage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- la revue technique (RT) correspondant au véhicule rubrique « couples de serrage »
- l'outillage approprié à l'intervention

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Identifier la boulonnerie

- ▶ Respecter l'appellation des éléments : 1 vis + 1 écrou = 1 boulon.
- ▶ Il existe un grand nombre de formes de têtes de vis (à tête hexagonale, hexagonale creuse, à tête fraisée, etc..).
- ▶ Un goujon se serre et se desserre en plaçant deux écrous bloqués un sur l'autre (les pinces détériorent le filetage), puis se dévisse comme une vis. Respecter le sens des goujons.
- ▶ Le pas d'une vis est la distance en mm qui sépare 2 filets contigus. Attention, les vis peuvent être au pas normalisé ou non, vérifier la concordance des pas avant de visser.

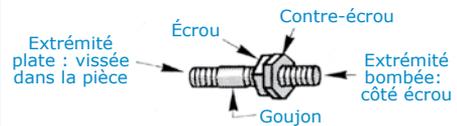
RÉALISER L'INTERVENTION

Desserrer – Dévisser

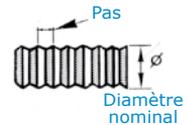
1. **Utiliser** de préférence une clé à pipe débouchée ou une douille à 6 pans. En cas d'accès difficile, utiliser une clé à œil. La clé à fourche présente l'inconvénient d'arrondir les têtes de vis trop serrées.
2. Pour augmenter la force de desserrage, **utiliser** une poignée coulissante ou une clé à tube, munies d'un tube (rallonge) augmentant le bras de levier (ne pas utiliser ce tube au serrage). Éviter l'usage du cliquet car on risque de détériorer la roue libre intérieure.
3. **Travailler** dans une position confortable en utilisant des outils à sa disposition (exemple : cliquet + rallonge + cardan + douille).



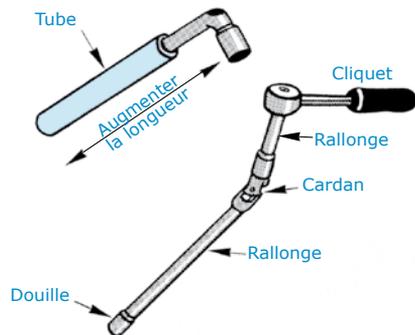
Vis + écrou = boulon



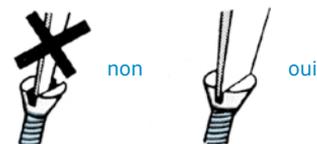
Diamètre nominal	Pas normalisé
6	1 mm
8	1,25
10	1,50
12	1,75



Augmenter la force



Travailler confortablement



Dévisser

Pour dévisser ou visser une vis à tête fendue, le tournevis à utiliser est celui dont la largeur de la lame correspond exactement à la longueur de la fente.

Serrer

1. Lorsqu'une pièce à serrer comporte plusieurs vis, **faire prendre**, puis **approcher** toutes les vis à la main. Serrer ensuite l'ensemble. Ne jamais serrer une vis alors que les autres ne sont pas prises.
2. **Respecter** les couples de serrage. Utiliser la clé dynamométrique à chaque fois que le couple de serrage est indiqué dans la revue technique. Les couples s'expriment en newton-mètre (N.m) ou en déca newton-mètre (daN.m).

Rendre indesserable

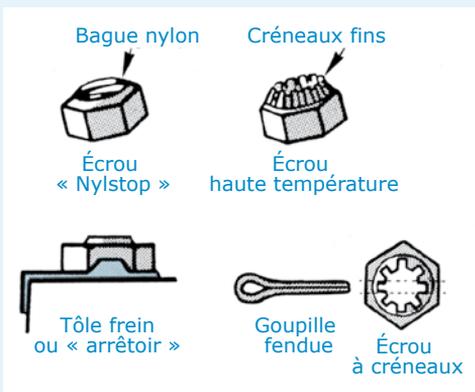
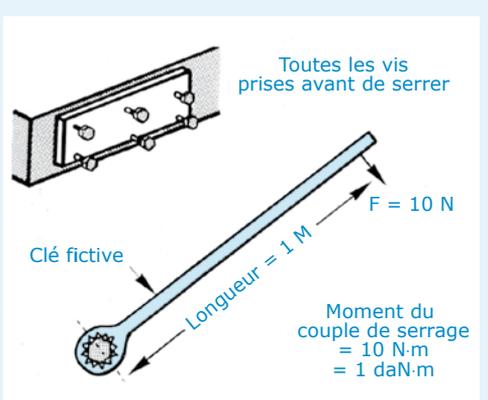
1. Les éléments qui présentent un réel danger s'ils se desserrent comportent un système de protection. Exemples : biellettes, éléments de direction et de freinage.

Il est nécessaire de les remplacer à chaque démontage.

2. Tout écrou classique doit être monté avec une rondelle plate ou une rondelle éventail, ou les deux.
3. Il existe également un produit appelé « frein filet » qui permet de maintenir bloqué par exemple un écrou sur un filetage.

À NOTER

Certaines vis ont le pas à gauche, elles sont en général repérées par une encoche sur les arêtes des plats. Dans ce cas, dévisser dans le sens habituel de vissage.



Clé dynamométrique





VIDANGER UN MOTEUR

5

OBJECTIF

- ❑ Remplacer l'huile du moteur au kilométrage préconisé par le constructeur
- ❑ Contrôler les niveaux des différents liquides
- ❑ Effectuer les contrôles usuels

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ L'huile moteur préconisée
- ❑ Le filtre
- ❑ La clé à vidange, la clé à filtre et le bac à vidange
- ❑ Le manuel de bord du véhicule ou la revue technique

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans le manuel du véhicule

- ▶ Le type d'huile moteur préconisée.
- ▶ La quantité d'huile nécessaire.
- ▶ Le type d'huile de transmission.
- ▶ Le type de liquide de freins.

Préparer

- ▶ La quantité d'huile nécessaire.
- ▶ Le filtre à huile.
- ▶ La clé à vidange, la clé à filtre.
- ▶ Le bac à vidange.
- ▶ Un chiffon et les protections du véhicule (housse d'aile et de siège, tapis de sol).

RÉALISER L'INTERVENTION

Vidanger

1. **Ouvrir** le bouchon de remplissage d'huile et la jauge.
2. **Lever** le véhicule.
3. **Dévisser** le bouchon de vidange au-dessus du bac et laisser égoutter.

Remplacer le filtre à huile

1. **Placer** le bac sous le filtre.
2. **Dévisser** le filtre à l'aide de l'outil spécifique ou d'une sangle spéciale. Vider l'huile dans le bac.
3. **Huiler** le joint du nouveau filtre.
4. **Visser** jusqu'au contact avec le bloc moteur.
5. **Serrer** à la main de $\frac{3}{4}$ de tour.

- ▶ Quelle huile pour le moteur ?
- ▶ Quelle huile pour la boîte ?
- ▶ Quelle huile pour les freins ?
- ▶ Quelle quantité ?



Dévisser



Remplacer le filtre à huile

Remplir

1. **Remplacer** le joint de bouchon de vidange.
2. **Revisser** le bouchon après écoulement complet. Serrer modérément
3. **Essuyer** le carter inférieur.
4. **Enlever** le bac de vidange et baisser le véhicule.
5. **Verser** l'huile lentement. Replacer la jauge, vérifier le niveau après un temps d'écoulement.
6. **Placer** une étiquette de vidange ou remettre l'indicateur de maintenance du tableau de bord à 0.

Vérifier les niveaux

1. Boîte de vitesses

Boîte manuelle : Rechercher dans la revue technique la position du bouchon de niveau. Le dévisser. L'huile doit affleurer la partie inférieure du trou.

Boîte automatique : Faire tourner le moteur. Tirer la jauge spéciale et vérifier le niveau. Ajouter l'huile préconisée par le trou de niveau si nécessaire.

2. Freins

Vérifier le niveau dans le bocal situé sur le maître cylindre. Ajouter l'huile spéciale freins si le niveau est en dessous du mini.

3. Liquide de refroidissement

Vérifier le niveau dans le vase d'expansion. Ajouter le liquide jusqu'au repère maxi.

4. Batterie (sauf dans le cas d'une batterie sans entretien)

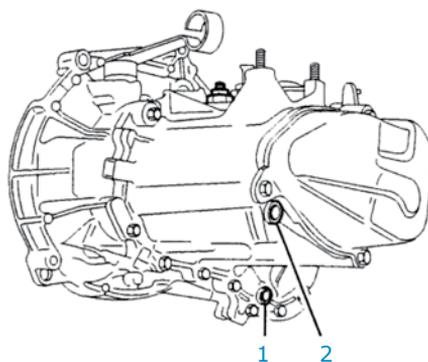
Vérifier le niveau d'électrolyte de chaque élément. Compléter avec de l'eau distillée (10 mm au-dessus des plaques).

À NOTER

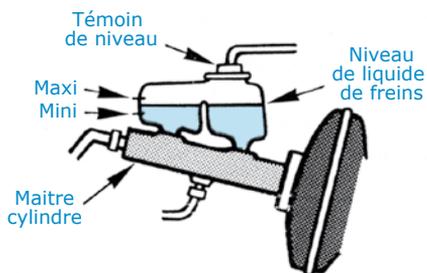
Il est possible de vidanger par aspiration grâce à une pompe électrique. Toutefois, il est recommandé de vidanger de temps en temps par le dessous afin de détecter la présence éventuelle de corps étranger dans l'huile (eau, limaille, etc.).



Comment lire la viscosité d'une huile ?



1. Bouchon de vidange
2. Bouchon de remplissage





RÉGLER LE JEU AUX SOUPAPES

6

OBJECTIF

Maintenir un jeu fonctionnel entre la queue de soupape et sa commande lorsque la came est inactive.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique
- L'outillage courant
- Un jeu de cales d'épaisseur (jeu de jauges)
- Des pastilles si c'est un réglage par pastille

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ la valeur du jeu des soupapes
- ▶ les conditions de réglage (moteur chaud, moteur froid)
- ▶ la méthode de réglage préconisée

Préparer

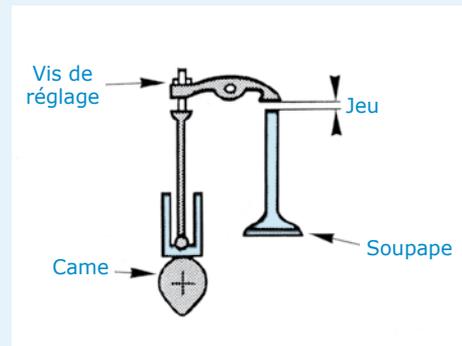
- ▶ Préparer l'outillage et le jeu de cales d'épaisseur
- ▶ Déposer le cache culbuteurs
- ▶ Repérer les soupapes d'admission (en prolongement de la tubulure d'admission), les soupapes d'échappement (en prolongement de la tubulure d'échappement)

CONTRÔLER, RÉGLER

Culbuteur à vis

Méthode dite « en balance »

- ▶ **Tourner le vilebrequin** jusqu'à obtenir la fin de la fermeture de la soupape d'échappement et le début de l'ouverture de la soupape d'admission (point de balance) du cylindre n° 1 (en général côté volant moteur).
- ▶ **Contrôler** et éventuellement **régler** le jeu des soupapes d'admission et d'échappement du cylindre n° 4 (côté opposé au volant moteur).
- ▶ **Rechercher** la balance du cylindre n° 3 et **régler** l'admission et l'échappement du 2. Pour la suite, suivre la méthode ci-contre.



Balance admission et échappement		Régler admission et échappement	
1	→	4	
3	→	2	
4	→	1	
2	→	3	

Méthode dite « pleine ouverture »

- ▶ **Tourner le vilebrequin** jusqu'à obtenir l'ouverture complète de la soupape d'échappement du cylindre n° 1 (enfoncement complet).
- ▶ **Régler** le jeu des soupapes d'admission du cylindre n° 3 et d'échappement du cylindre n° 4.
- ▶ **Mettre en pleine ouverture** la soupape d'échappement du cylindre n° 3 et **régler** l'admission du 4 et l'échappement de 2. Pour la suite suivre la méthode ci-contre.

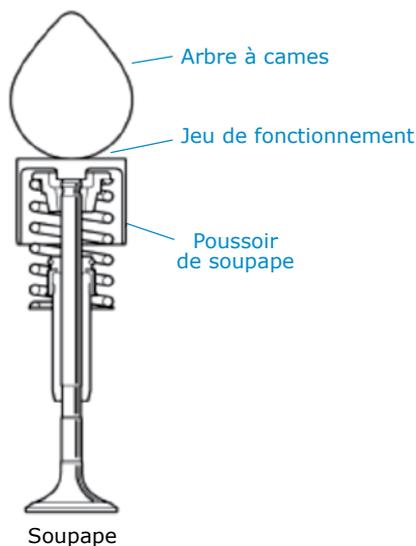
Réglage par pastille

- ▶ **Contrôler** le jeu de toutes les soupapes selon la méthode préconisée pour ce moteur.
- ▶ **Noter** le jeu trouvé pour chaque soupape.
- ▶ **Faire la différence** entre les valeurs trouvées et celles préconisées.
- ▶ **Déposer** l'arbre à cames en repérant le calage de la distribution.
- ▶ **Mesurer** l'épaisseur des pastilles pour chaque soupape.
- ▶ **Placer** les nouvelles pastilles plus ou moins épaisses que celles trouvées selon le cas (voir le tableau ci-contre pour un exemple).
- ▶ **Remonter** l'arbre à cames en remettant le pignon au repère de calage.

À NOTER

Les méthodes en balance et en pleine ouverture proposées correspondent aux moteurs 4 cylindres en ligne avec un ordre d'allumage : 1 - 3 - 4 - 2.

Pleine ouverture d'échappement	Régler	
	adm.	échap.
1	3	4
3	4	2
4	2	1
2	1	3



Jeu relevé	0, 30
Jeu préconisé	0, 20
Différence	0, 10
Pastille trouvée	2, 00
À placer	2, 10



REEMPLACER LE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

7

OBJECTIF

- ❑ Évacuer les dépôts qui se forment dans les cavités du moteur et de la culasse afin d'éviter l'entartrage du moteur.
- ❑ Remplacer le liquide de refroidissement qui perd peut à peut de ses propriétés.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Du liquide de refroidissement
- ❑ Un bac pour récupérer le vieux liquide
- ❑ L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le schéma du circuit.
- ▶ La position des bouchons de vidange et des vis de purge.
- ▶ La contenance du circuit.

Préparer

- ▶ La quantité de liquide de refroidissement nécessaire.
- ▶ Un bac à vidange.
- ▶ Les protections du véhicule (housse d'aile et de siège, tapis de sol).

RÉALISER L'INTERVENTION

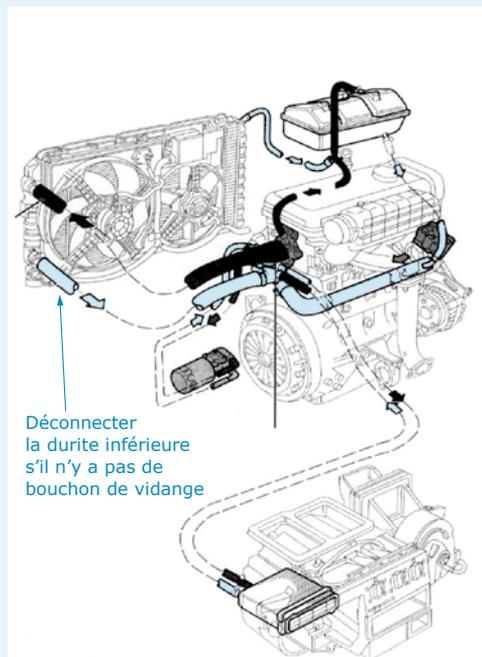
Vidanger

1. **Attendre** que la température du liquide ait diminué (ainsi que la pression). Faire chuter la pression résiduelle en ouvrant progressivement le bouchon de remplissage du vase d'expansion (ou du radiateur si le circuit ne comprend pas de vase).
2. **Ouvrir** le bouchon de vidange du radiateur au-dessus d'un bac de récupération, ou déconnecter la durite inférieure.
3. **Déposer** le bouchon de vidange du bloc-moteur (rechercher son emplacement dans la revue technique).
4. **Vider et nettoyer** le vase d'expansion.

Remplir

1. **Visser** le bouchon du bloc-moteur et le bouchon de vidange du radiateur, remonter la durite inférieure.

- ▶ Ouvrir lentement le circuit.
- ▶ Déposer les bouchons de vidange du radiateur et du bloc-moteur.



- Ouvrir** la ou les vis de purge.
- Remplir** le vase d'expansion jusqu'au repère maxi avec le liquide de refroidissement.

Purger

Dans tous les cas, mettre la commande de chauffage au maxi (au plus chaud).

Circuit sans vase d'expansion

Laisser tourner le moteur, bouchon de radiateur ouvert, jusqu'à ouverture du thermostat (le liquide circule dans la durite supérieure qui devient très chaude).

Circuit avec vase d'expansion

- Le liquide de refroidissement** est au niveau dans le vase.
- Le bouchon du radiateur** est fermé, celui du vase est ouvert.
- Placer** le vase le plus haut possible si le liquide ne s'écoule pas des vis de purges.
- Fermer** les vis de purge dès que le liquide s'écoule en jet continu (sans bulle d'air), compléter le niveau du vase et fermer le circuit.
- Démarrer** le moteur et le maintenir au régime de 1500 tr/min.
- Laisser tourner** le moteur jusqu'à l'enclenchement puis l'arrêt du moto ventilateur de refroidissement.
- Ramener** le moteur à son régime de ralenti.
- Arrêter** le moteur puis attendre son refroidissement.
- Ouvrir** lentement le bouchon du vase d'expansion pour faire chuter la pression
- Contrôler et corriger** le niveau si nécessaire.

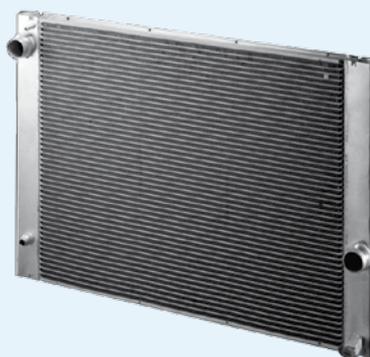
À NOTER

Si le vase d'expansion est fixé au point le plus haut du circuit, il n'est pas nécessaire de le soulever. S'il est solidaire du radiateur, bien suivre les instructions du constructeur (revue technique).

Il est nécessaire de contrôler le circuit de refroidissement lors du remplacement du liquide de refroidissement. (voir fiche suivante)

Ne jamais ouvrir la vis de purge moteur tournant.

Ne jamais ouvrir le bouchon du vase d'expansion moteur chaud.



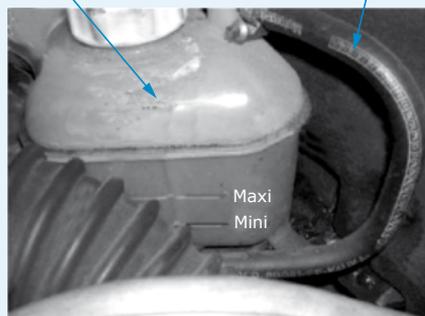
Radiateur de refroidissement



- ▶ Mettre le chauffage au maximum pour que le liquide circule dans le radiateur de chauffage habitacle et que le circuit soit purger correctement.

Vase non accolé au radiateur

Durite de liaison vase / radiateur



- ▶ Mettre le vase au niveau.



CONTRÔLER LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT



OBJECTIF

- ❑ Contrôler et diagnostiquer une anomalie sur un circuit de refroidissement dû à un échauffement du moteur
- ❑ Contrôler l'étanchéité du circuit de refroidissement

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Du liquide de refroidissement
- ❑ Le matériel spécifique de la rubrique « préparer »

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le schéma du circuit de refroidissement avec ses composants.
- ▶ Les températures d'ouverture du thermostat et de mise en marche du motoventilateur.
- ▶ La pression de tarage de la soupape du vase d'expansion.

Préparer

- ▶ Un pèse antigel ou un réfractomètre.
- ▶ Un contrôleur d'étanchéité.
- ▶ Un thermomètre.

RÉALISER L'INTERVENTION

Contrôler (moteur arrêté)

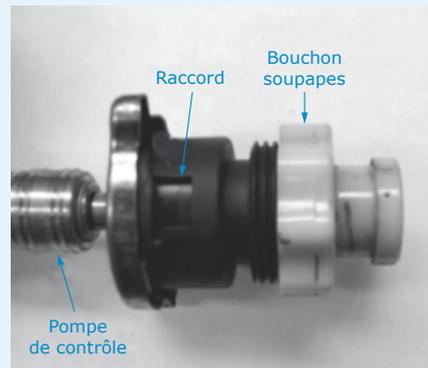
- Laisser refroidir** quelques minutes et ouvrir les bouchons du vase d'expansion et du radiateur (s'il est distinct). **Vérifier** si :
 - le niveau est correct dans le vase,
 - la protection contre le gel est correcte (à l'aide du pèse antigel).
- Contrôler** :
 - le serrage de tous les colliers
 - l'état apparent des courroies, des durites et du radiateur
 - la pompe à eau (fuite visuelle et contrôle du jeu si elle est accessible)
- Contrôler les éventuelles fuites** : Mettre le circuit en pression. Monter l'embout du contrôleur d'étanchéité à la place du bou-



Pèse antigel



Contrôleur d'étanchéité



Raccord pour contrôler la pression de tarage de la soupape du bouchon

chon du radiateur ou du vase d'expansion selon le montage. Pomper jusqu'à une pression de 0,1 bar inférieure à la pression de tarage de la soupape du vase. Contrôler les fuites éventuelles sur tous les éléments du circuit (durites, raccords, pompe à eau, radiateur..).

4. **Vérifier la pression de tarage** de la soupape du vase (à l'aide du contrôleur d'étanchéité).
5. **Contrôler le fonctionnement du motoventilateur** : Débrancher le connecteur du thermocontact et relier les deux bornes électriquement entre elles ; le ventilateur doit tourner (contact mis). S'il ne tourne pas, changer le thermocontact. Ce test est possible si le véhicule n'est pas multiplexé. Sinon, il faut faire un test actionneur à l'aide de l'outil de diagnostic.

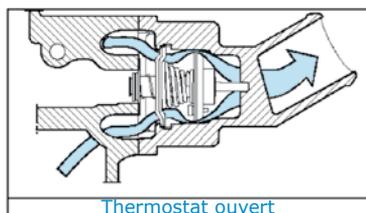
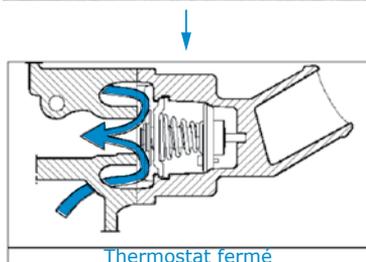
Contrôle de la régulation de température

Le niveau du vase est correct, la courroie est tendue et le circuit est purgé. Le thermocontact a été contrôlé, il fonctionne.

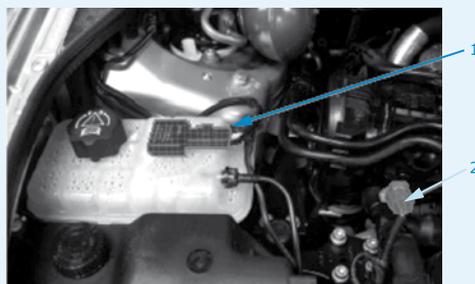
Contrôler la température de déclenchement du motoventilateur à l'aide de l'indicateur du tableau de bord ou d'un thermomètre. S'il y a un dysfonctionnement :

- ▶ **Calorstat bloqué fermé** : La mise en relation avec le radiateur ne se fera pas et donc le moteur va surchauffer (risque pour le joint de culasse), les motoventilateurs ne se déclencheront pas car la sonde qui les commande ne recevra pas de liquide chaud.
- ▶ **Calorstat bloqué ouvert** : Le moteur verra toujours son liquide circuler vers le radiateur, donc il sera dès le départ refroidit. Le moteur n'arrivera pas à atteindre une température de fonctionnement normale (T° de liquide entre 80 et 90°), ce qui impliquera une consommation et une pollution en hausse.
- ▶ **Calorstat qui grippe** : La montée en température se fera normalement mais on va dépasser le seuil de température normale pour l'ouverture, puis il va s'ouvrir d'un coup et la température chutera alors rapidement pour devenir normale.

Dans tous les cas, si l'indicateur du tableau de bord entre dans sa zone rouge ou si la lampe témoin de température s'allume alors que le liquide n'a pas circulé dans la durite supérieure, il faut remplacer le calorstat.



Calorstat



Le circuit est surveillé par :

- ▶ Un capteur de niveau d'eau 1.
- ▶ Un capteur de température d'eau 2.

À NOTER

Pour contrôler les fuites en pression sans pompe de contrôle, il faut purger le circuit, fermer les bouchons de vase et du radiateur ; faire monter le moteur en température (motoventilateur enclenché) et contrôler visuellement les écoulements de liquide de refroidissement.



CONTRÔLER LES COMPRESSIONS

9

OBJECTIF

- ❑ Vérifier l'étanchéité de la chambre de combustion, principalement réalisée par les soupapes et les segments.
- ❑ Mesurer les pressions en fin de compression.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une clé à bougie
- ❑ Le compressiomètre adapté pour un moteur essence (pressions de 0 à 20 bar) ou pour un moteur diesel (0 à 40 bar) avec sa notice
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le rapport volumétrique.
- ▶ La pression en fin de compression.
- ▶ Le jeu aux soupapes.

PRÉPARER LA MESURE

1. **Contrôler** le serrage de la culasse (fiche suivante).
2. **Contrôler** le réglage du jeu aux soupapes (fiche 6).
3. **Déposer** les bougies (moteur essence) ; les injecteurs ou les bougies de préchauffage (moteur diesel). Il est préférable sur les moteurs diesel injection directe de placer les compressiomètre à la place des bougies de préchauffage.
4. **Déconnecter** l'alimentation des bobines (moteur essence).
5. **Lire** la notice du compressiomètre.
6. **Placer** sur le compressiomètre les rallonges et embout adéquat.
7. **Placer** une carte vierge sur le support du compressiomètre.
8. **Remettre** le compressiomètre à 0.

CONTRÔLER – MESURER

Il est nécessaire qu'il y ait une deuxième personne (moteur essence).

1. **Le premier opérateur appuie** fortement l'embout du compressiomètre sur le trou de bougie.



Compressiomètre



Clé à bougies

2. **Le deuxième opérateur appuie** à fond sur la pédale d'accélérateur (uniquement sur moteur essence) et actionne le démarreur pendant 5 secondes.
3. **Lire** la valeur, appuyer sur la pointe de l'embout pour faire chuter la pression.
4. **Déplacer** la fiche graphique afin que l'aiguille se présente en face du deuxième cylindre.
5. **Reproduire** la même opération sur les autres cylindres.

SYNTHÈSE

1. La valeur trouvée en bars pour chaque cylindre doit être au moins égale au chiffre du rapport volumétrique.

Exemple : rapport volumétrique = 9/1, pression de compression minimale de 9 bar.

2. La différence de pression entre les différents cylindres ne doit pas être inférieure à 1 bar. Une pression anormalement faible répartie régulièrement sur tous les cylindres indiquera principalement une usure de la segmentation et des cylindres.

Une pression nettement inférieure sur un seul cylindre peut provenir principalement d'une soupape grillée (son métal a perdu une partie de ses propriétés) ou de segments cassés sur un piston.

À NOTER

D'autres indices peuvent aider à l'établissement de diagnostic des compressions, tels qu'un kilométrage important, une consommation anormale d'huile, un manque de puissance ou un démarrage à froid difficile.

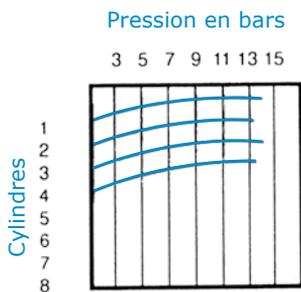
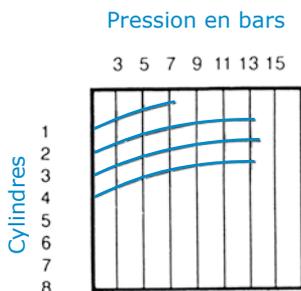


Diagramme normal



Manque de compression sur cylindre n° 1



DÉPOSER, CONTRÔLER ET REPOSER LA CULASSE

10

OBJECTIF

- ❑ Déposer une culasse, vérifier sa planéité avant de mettre en place un joint de culasse neuf.
- ❑ Éviter toute déformation de la culasse lors de son démontage et assurer une étanchéité parfaite au serrage.
- ❑ Reposer la culasse.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles
- ❑ L'outillage courant
- ❑ Une clé dynamométrique + une clé angulaire
- ❑ Une règle en acier rectifié + un jeu de cales
- ❑ Deux brides de chemises.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- ▶ L'ordre de serrage et le couple de serrage des vis de culasse.
- ▶ L'épaisseur de la culasse : côte neuve, côte minimale.
- ▶ La valeur du jeu aux soupapes.
- ▶ La méthode de calage de la distribution.

Préparer

- ▶ Protéger le véhicule pour l'intervention.
- ▶ Le matériel nécessaire.
- ▶ Déposer tout ce qui est périphérique et gênant pour la dépose de la culasse (indiqué dans la revue technique).

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

- Débrancher** la cosse négative de la batterie. Vidanger le circuit de refroidissement.
- Suivre** la méthode de démontage préconisée par le constructeur.
- Dévisser** toutes les vis de culasse de $\frac{1}{4}$ de tour environ en respectant l'ordre de desserrage préconisé. Dévisser complètement toutes les vis sauf la vis centrale.
- Faire pivoter** la culasse sans la soulever pour la décoller (afin d'éviter le décollement des chemises amovibles).
- Ôter** la vis centrale et déposer la culasse, placer les brides de chemises (si les chemises sont amovibles).
- Nettoyer** les plans de joints de la culasse et du bloc-moteur.



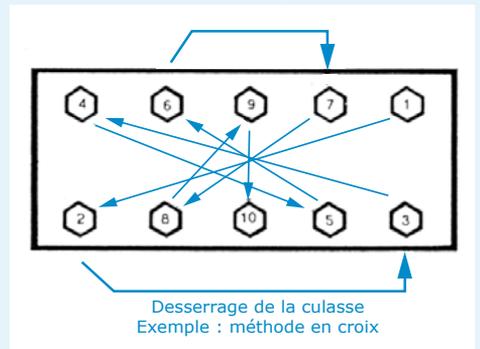
Clé dynamométrique



Clé angulaire



Jeu de cales



Contrôler

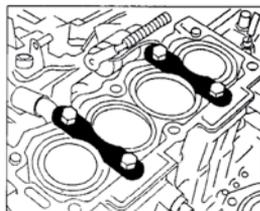
1. **Enlever** le joint de culasse et observer son état : écrasements, brûlures, coupures.
2. **Nettoyer** soigneusement les plans de joint : côté culasse et côtés bloc-moteur. Observer les défauts apparents : traces de passage d'eau ou de gaz, fissures.
3. **Contrôler** la planéité de la culasse :
 - poser la règle rectifiée sur le plan de joint de culasse et tenter de passer des cales d'épaisseur entre la règle et le plan de joint à tous les points indiqués sur le schéma,
 - noter toutes les valeurs trouvées ; si l'on trouve en un ou plusieurs points une déformation $> 0,05$ mm, la culasse est à rectifier,
 - mesurer l'épaisseur de la culasse. Si la culasse une fois rectifiée avait une épaisseur inférieure à l'épaisseur minimale préconisée, il faudrait remplacer la culasse (hors cotes). **Attention certaines culasses ne sont pas rectifiables (voir revue technique).**
4. **Contrôler** l'état des soupapes, l'usure des cylindres et le dépassement des chemises si nécessaire (voir les fiches concernées).

Reposer

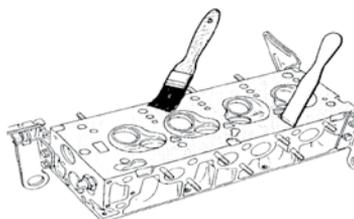
1. **Enlever** les brides de chemises (si les chemises sont amovibles).
2. **Vérifier** la propreté des plans de joint.
3. **Nettoyer** les trous des vis de culasse en passant un taraud approprié et les souffler.
4. **Poser** le joint neuf en respectant son sens (marqué haut ou top sinon placer le sertissage le plus large côté bloc-moteur).
5. **Brosser** les vis et graisser les filetages à la graisse graphitée (parfois il est préconisé de remplacer les vis de culasse : voir revue technique).
6. **Visser** les vis sans les serrer.
7. **Serrer** en respectant l'ordre et le couple de serrage (clé dynamométrique et/ou clé angulaire).

À NOTER

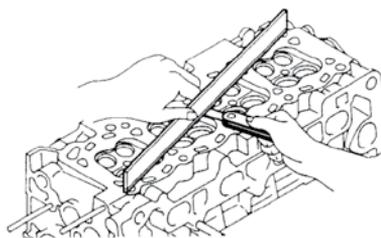
Il est indispensable de découvrir la cause de la rupture du joint de culasse, donc l'échauffement anormal du moteur, sinon le phénomène se reproduira. En cas de doute, il faut faire éprouver la culasse c'est-à-dire voir si elle n'est pas fissurée avant le remontage (plus particulièrement sur un moteur diesel). Les microfissures ne sont pas visibles à l'œil nu.



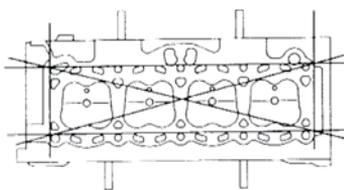
Placer les brides de chemises



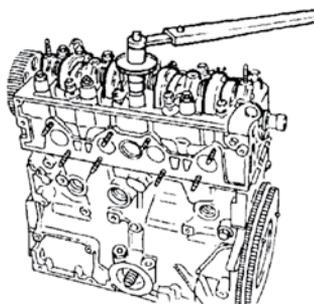
Nettoyer la culasse



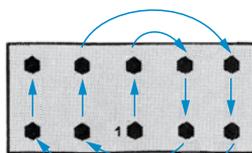
Contrôle de la planéité



Différentes positions de la règle



Serrage à la clé dynamométrique + la clé angulaire



Serrage de la culasse
Exemple : méthode en spirale



CONTRÔLER ET REMPLACER DES SOUPAPES

11

OBJECTIF

- ❑ Vérifier l'étanchéité parfaite réalisée par les soupapes.
- ❑ Contrôler le bon guidage et la fixation des soupapes après avoir détecté un défaut de compression.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles
- ❑ Un compresseur de ressort de soupape (lève-soupape)
- ❑ Un rodoir (ventouse) avec de la pâte à roder

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le diamètre de tête des soupapes d'admission et d'échappement.
- ▶ L'angle de portée des soupapes d'admission et d'échappement.

Préparer

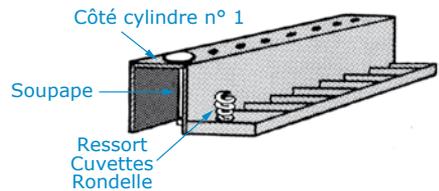
- ▶ Déposer et contrôler la culasse (voir fiche précédente).
- ▶ Déposer l'arbre à cames si nécessaire.
- ▶ Préparer un support de rangement pour les soupapes.

RÉALISER L'INTERVENTION

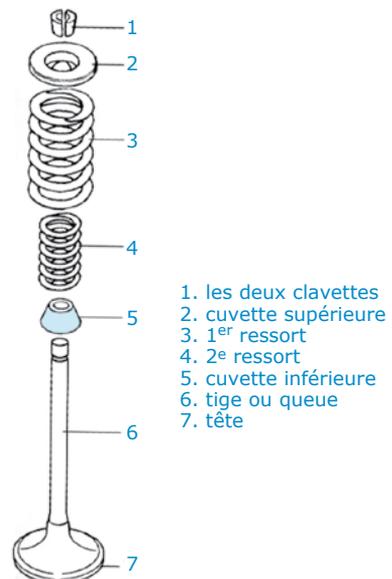
Démonter

- 1. Frapper** au maillet sur le bord des cuvettes supérieures afin de décoller les cônes des clavettes.
- 2. Placer** le compresseur de ressorts de soupape et compresser les ressorts.
- 3. Dégager** les deux clavettes avec une pince fine et les ranger dans un compartiment correspondant à chaque soupape
- 4. Décompresser** les ressorts.
- 5. Dégager** le compresseur de ressort.
- 6. Retirer** dans l'ordre :
 - la cuvette supérieure,
 - le ou les ressorts,
 - la cuvette inférieure,
 - la rondelle d'appui sur culasse,
 - la soupape.

Attention : le type de clavetage peut être différent selon le type de soupape.



Compresseur de ressort de soupape



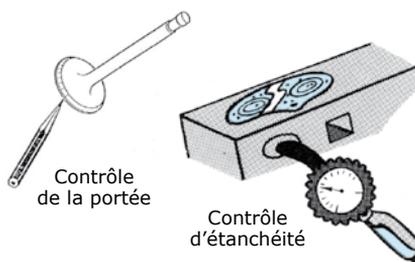
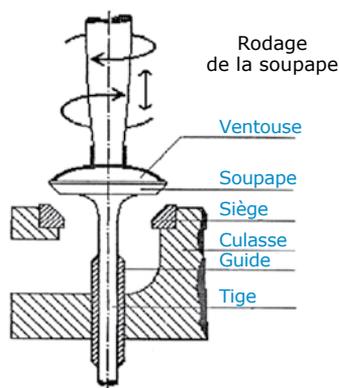
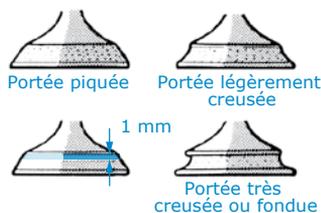
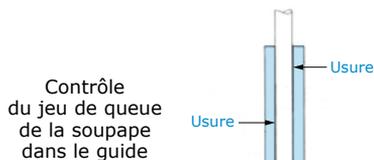
Contrôler

1. **Vérifier** le jeu des queues de soupapes dans les guides (quelques centièmes de mm maximum).
2. **Contrôler** l'état des portées :
 - Légèrement piquée : simple rodage.
 - Légèrement creusée : rectification.
 - Tête creusée : remplacement.
3. **Contrôler** les sièges de soupapes :
 - Mettre de la craie sur la portée de la soupape (supposée parfaite), remettre la soupape en place et la tourner d'un quart de tour à l'aide du rode soupape.
 - En cas de portée légèrement marquée, des petites irrégularités sur les traces de la craie apparaîtront, un simple rodage de la soupape suffit.
 - Si les portées dépassent 1 à 1,2 mm de large ou sont détériorées (trace de craie interrompue ou très irrégulière), il faut rectifier les sièges.

Roder

1. **Décalaminer** totalement les soupapes et les chapelles au grattoir et à la toile émeri.
2. **Enduire** la portée de pâte à roder (grosse). Mouiller la ventouse et la coller.
3. **Placer** la soupape sur son siège et frotter en faisant tourner la soupape sur elle-même.
4. **Lorsque** les grains n'agissent plus, **nettoyer** la portée.
5. **Une** fois le rodage terminé, il faut **vérifier** s'il a été réalisé correctement.
 - Nettoyer soigneusement la soupape et son siège.
 - Marquer des traits au crayon espacés de 5 mm environ.
 - Appliquer le rodoir sur la soupape et effectuer $\frac{1}{4}$ de tour en appuyant légèrement.
 - La portée a lieu à l'endroit où le trait est effacé, pour que le rodage soit satisfaisant, chaque trait doit être effacé en son milieu sur une largeur de 1,5 à 2 mm. Si ce n'est pas le cas reprenez votre rodage.
6. **Lorsque** l'état de la portée est correct, passer à la pâte fine et **nettoyer** l'ensemble.
7. **Remonter** les soupapes dans l'ordre inverse de démontage.
8. **Contrôler** l'étanchéité en remplissant la chambre d'essence. Envoyer de l'air comprimé par les chapelles, il ne doit pas apparaître de bulles autour des têtes de soupapes.
9. **Frapper** au maillet sur les queues de soupapes pour s'assurer de la mise en place des deux clavettes.

Attention : Pour éviter une usure de la tige et du guide, aucune trace de pâte à roder ne doit se trouver sur la tige.



À NOTER

Lorsque les ressorts ont des spires à pas variable, placer les ressorts avec les spires les plus rapprochées côté culasse. Les soupapes se remplacent par jeu (admission et échappement).

Le rodage des soupapes est réalisable si la soupape, le guide et le siège sont encore dans les tolérances du constructeur, donc il faut contrôler ces éléments avant de procéder au rodage des soupapes.



CONTRÔLER L'USURE DES CYLINDRES

12

OBJECTIF

- Comparer le diamètre intérieur des cylindres avec le diamètre nominal d'origine, à la suite d'une perte de compression et d'une consommation excessive.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un comparateur d'alésage et sa notice

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

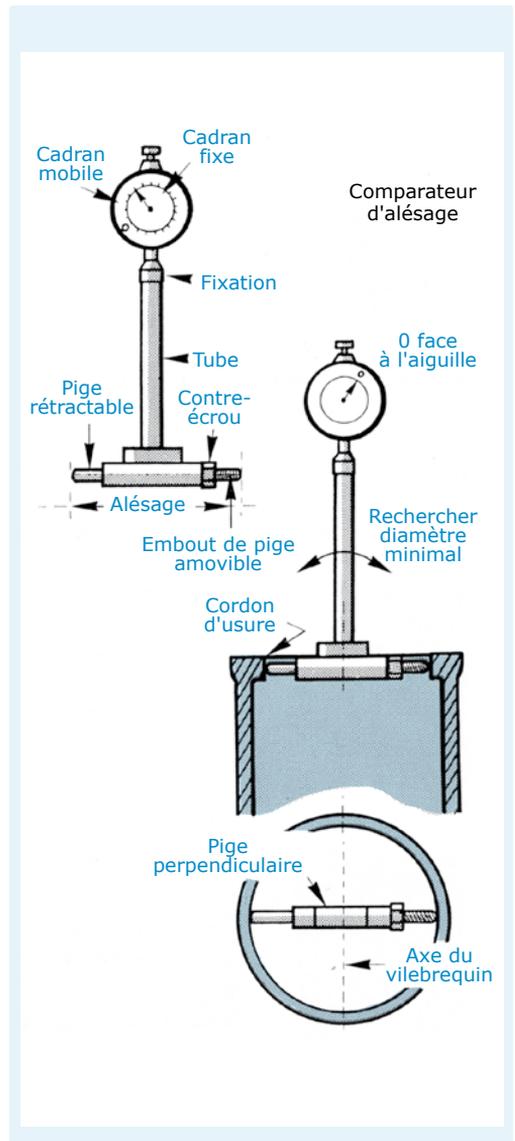
- ▶ Les caractéristiques du moteur : l'alésage.
- ▶ Contrôler que le type du moteur corresponde bien au type de la revue technique.

Préparer

- ▶ Déposer la culasse en prenant bien toutes les précautions d'usage (placer les brides de chemises) (voir fiche 10). Déposer les bielles et les pistons. Nettoyer les alésages des cylindres en dégraissant et en toilant légèrement pour éliminer la calamine.
- ▶ Préparer le comparateur :
 - Placer la montre sur le tube et la serrer.
 - Placer un embout de pige à la partie inférieure de telle sorte qu'au repos la longueur totale de la pige soit légèrement supérieure au diamètre intérieur des cylindres à mesurer.

CONTRÔLER – MESURER

1. **Placer** la pige du comparateur dans le cylindre en la comprimant légèrement (sens perpendiculaire à l'axe du vilebrequin) à la hauteur du cordon d'usure : diamètre nominal du cylindre, qui va servir de côte de référence.
2. **Faire osciller** légèrement le tube du comparateur et l'arrêter dans la position où l'aiguille change de sens (diamètre minimal).



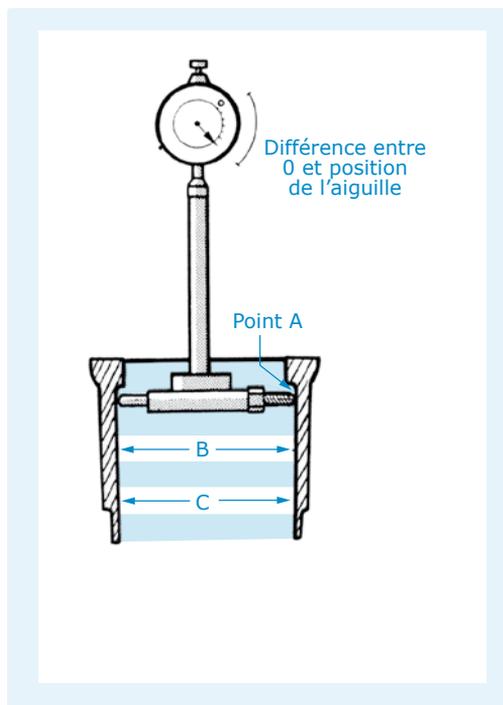
3. **Tourner** le cadran de la montre pour amener le 0 à la pointe de l'aiguille.
4. **Descendre** la pige de quelques mm au point A (point d'usure maximal).
5. **Faire osciller** le tube du comparateur pour trouver le diamètre minimal.
6. **Lire la différence** entre le 0 du cadran et la position de l'aiguille. Une graduation de comparateur représente 0,01 mm (1/100^e mm).
7. **Noter** cette valeur.
8. **Répéter** l'opération aux points B et C et noter les valeurs trouvées.
9. **Répéter** l'opération sur les autres cylindres et noter les valeurs trouvées.

DIAGNOSTIQUER

1. **Rechercher** la côte d'usure maxi. Sa valeur ne doit pas dépasser 0,0015 mm par mm d'alésage.

Exemple : Alésage de 100 mm : usure maximale de 0,15 mm

2. **Contrôler** visuellement l'intérieur des cylindres
3. Si l'usure maximale est dépassée en un point ou et si une rayure importante existe sur un cylindre, il faut prévoir :
 - **Chemise amovibles** : remplacement des chemises.
 - **Bloc alésé** : rectification des alésages et montage des pistons aux côtes réparation. Dans ce cas, mesurer l'alésage afin de s'assurer qu'il n'est pas déjà à la dernière côte de réalésage.



À NOTER

Si d'autres éléments du moteur sont à la côte limite (vilebrequin, pompe à huile...), il est judicieux d'effectuer un devis comparatif entre la réparation du moteur et son échange standard, en tenant compte de l'état des autres parties (mécanique et carrosserie) ainsi que de la vétusté du véhicule.



REMPLENER LES CHEMISES ET LES PISTONS

13

OBJECTIF

- ❑ Déposer et reposer les pistons, les chemises et les segments
- ❑ Remettre en état le bas moteur en suivant les opérations détaillées de la revue technique

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule.
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles.
- ❑ Les fiches concernant la dépose/repose culasse, le contrôle du dépassement des chemises et le calage de la distribution.
- ❑ L'outillage spécialisé.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les moyens d'identification du type de moteur.
- ▶ Les caractéristiques détaillées du moteur.
- ▶ La méthode constructeur pour le démontage du moteur.

Préparer

- ▶ L'outillage spécialisé : un extracteur de chemise et des brides de chemises, une pince et un compresseur de segment, un four ou un réchaud spécial bielles, un gabarit d'emmanchage des axes de piston, un comparateur avec son support magnétique, un micromètre avec plusieurs calibres, un pied à coulisse, une presse hydraulique, une clé dynamométrique.
- ▶ Déposer le moteur.
- ▶ Caler et déposer la distribution.
- ▶ Déposer la culasse.

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

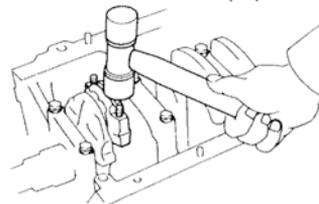
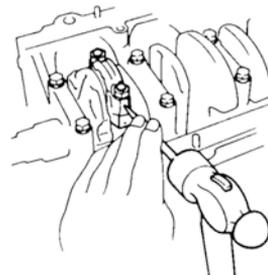
1. **Déshabiller** le moteur et déposer le carter inférieur.
2. **Déposer** les chapeaux de bielles en les repérant (n° de cylindre et sens). Sortir les pistons des chemises et remonter les chapeaux de bielles munis de leurs coussinets sur les têtes de bielles.
3. **Déposer** les chapeaux de paliers en les repérant (n° et sens). Déposer le vilebrequin et récupérer les cales de jeu latéral.
4. **Décoller** les chemises à l'aide de l'extracteur approprié. Les déposer et les repérer



Pince à segments



Compresseur de segments



Déposer les chemises et les pistons

(en cas de remontage). Chasser les axes de pistons à la presse après avoir repéré le sens des pistons sur les bielles.

Contrôler

1. **L'état des pistons et des segments** : Tête piston marquée, gorge des segments détériorés, segments grippés dans leurs gorges ou cassés, jupe déformée.
2. **L'état des portées du vilebrequin** (micromètre), tourillons et manetons usés, ovalisation et conicité : à comparer avec les valeurs constructeur (voir fiche suivante).
3. **Observer l'état des coussinets** : usure du régule.
4. **L'état du bloc-cylindres** : corrosion des chemises, des plans de joint.

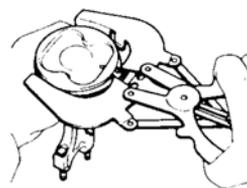
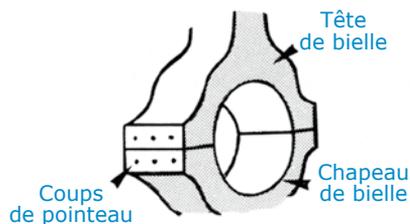
Remonter

1. **Nettoyer** les éléments devant être remontés. Assembler les bielles et les pistons à l'aide des axes. Bien respecter la méthode préconisée (à chaud ou à froid).
2. **Monter** les segments neufs à l'aide de la pince spéciale en commençant par le segment râcleur. Huiler et tiercer les segments.
3. **Monter** à blanc les chemises pour réaliser le dépassement demandé (voir fiche : Contrôler le dépassement des chemises).
4. **Emmancher** les pistons dans les chemises à l'aide du compresseur de segments. Monter le vilebrequin en plaçant les cales de jeu. Monter les coussinets neufs, les huiler et serrer les paliers au couple, les ergots des coussinets doivent être face à face.
5. **Placer** les chemises munies des pistons dans le bloc, contrôler et bloquer à l'aide des brides de chemises.
6. **Placer** les coussinets neufs sur les bielles, les huiler, serrer au couple en vérifiant en permanence la bonne rotation du vilebrequin.

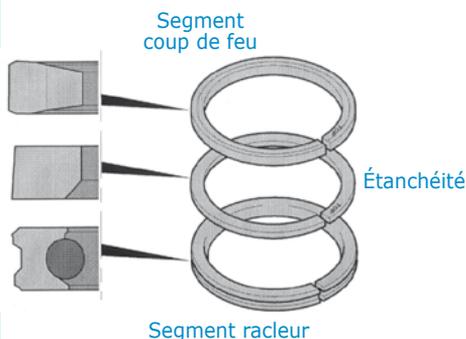
À NOTER

Cette opération s'accompagne d'un contrôle de la pompe à huile, du clapet de décharge des canalisations d'huile du vilebrequin, d'un remplacement du kit de distribution (chaîne + tendeur ou courroie + galets) et de la pompe à eau.

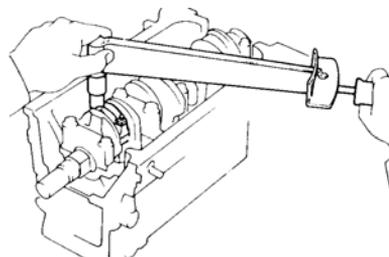
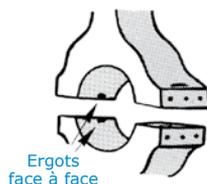
Pour les moteurs possédant un bloc à alésage direct ne pas tenir compte de la dépose des chemises. En cas d'usure des cylindres, il est nécessaire de réaliser à une cote supérieure (lorsque cela est possible) et d'adapter les pistons de plus fort diamètre.



Déposer les segments des pistons.



Monter le segment râcleur en premier.



Serrer les paliers au couple.



CONTRÔLE DU VILEBREQUIN

14

OBJECTIF

- Déposer, reposer un vilebrequin en repérant correctement les pièces et en respectant la procédure du constructeur.
- Effectuer les contrôles métrologiques, visuels et mesurer les jeux du vilebrequin

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un marbre avec 2 vés
- Un comparateur avec son support magnétique
- Un micromètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les couples de serrage des paliers du vilebrequin.
- ▶ Les valeurs de contrôle du vilebrequin (jeu axial...).

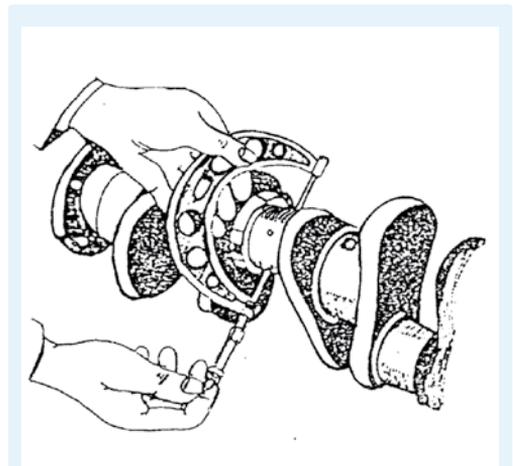
Préparer

- ▶ Le contrôle du vilebrequin est à effectuer lors de la dépose des pistons (fiche précédente), il faut suivre toute la procédure de dépose décrite dans cette fiche.

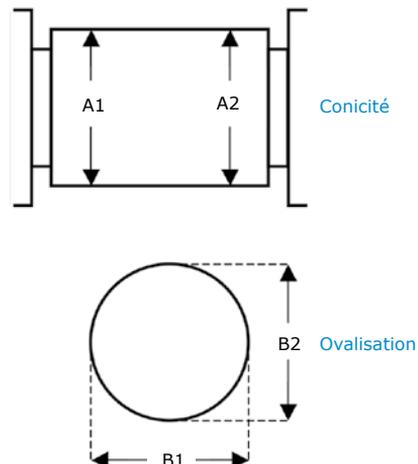
RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

- ▶ **Déposer** le vilebrequin du moteur en suivant les instructions du manuel de réparation.
- ▶ **Nettoyer** les pièces à contrôler.
- ▶ **Repérer** l'ordre et le sens de montage des composants :
 - Les chapeaux de paliers et les chapeaux de bielles doivent être repérés pour les remettre dans la même position et le même sens, s'ils n'ont pas de repères il faut les numéroter et repérer le sens avec des petits coup de pointeau mais il faut choisir une zone non fragile, qui n'a pas d'usinage.
 - Les coussinets si toutefois ils devaient être remontés doivent retrouver leur emplacement et sens d'origine. Si on les inverse on peut fausser leurs ajustements et créer un problème moteur (pression d'huile, manque de jeu pour la bielle...)



Alignement des tourillons



Contrôle de la conicité
et de l'ovalisation

Contrôler

1. Contrôle visuel :

- Rayures : fines ou prononcées.
- Traces de coups, grippage, oxydation.
- Partie filetée, état des logements de clavettes, pions de centrage du volant.

2. Contrôle de la conicité et de l'ovalisation des manetons et des tourillons :

- Mesurer le diamètre de chaque coté du maneton puis refaire la mesure en décalant le micromètre de 90° (Voir schéma).
- Refaire le même travail sur le tourillon.

Toute ovalisation ou conicité doit être inférieure à 0,05 mm.

3. Contrôle de l'alignement des tourillons :

La flexion doit être inférieure à 0,05 mm. La mesure est effectuée sur des vés reposant sur un marbre, avec un comparateur et son support magnétique.

Remonter

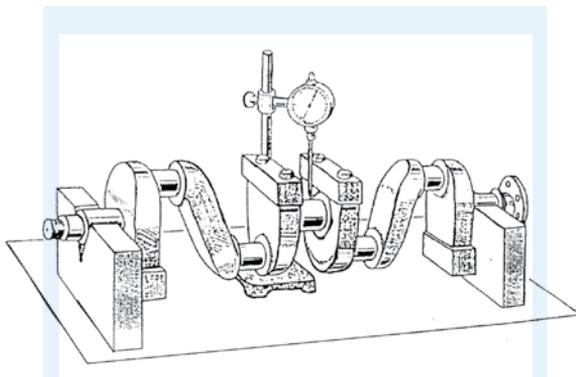
1. **Remonter** en suivant le manuel de réparation.

2. **Nettoyer** les passages d'huile du vilebrequin, des manetons et tourillons, il ne doit subsister aucune impureté.

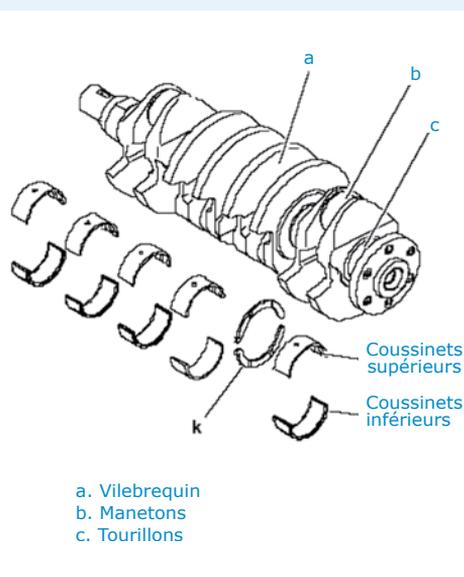
3. **Respecter** les couples de serrage préconisé par le constructeur.

4. **Contrôler** le jeu latéral (ou axial) du vilebrequin :

- On serre au couple prescrit puis on mesure le jeu latéral du vilebrequin à l'aide d'un comparateur sur son support que l'on met en bout de vilebrequin, s'il n'est pas dans la tolérance on l'ajustera en remplaçant par des cales plus ou moins épaisses.
- On vérifie ensuite que le vilebrequin seul tourne sans forcer.



Exemple de réglage de jeu latéral



Dans cet exemple, le jeu latéral est réalisé au niveau du palier n°2 par deux demi-cales (k) rapportées côté carter cylindre.

À NOTER

Ce type d'intervention est peut pratiquée de nos jours en atelier, car le coût horaire de la main d'œuvre fait qu'il n'est plus rentable de refaire un moteur. On préfère alors proposer un moteur Echange standard.

Toutefois dans certains cas particulier on peut encore être amené à pratiquer ce genre d'intervention.



OBJECTIF

- Choisir l'épaisseur des joints d'embase des chemises qui permettront de réaliser une étanchéité parfaite au serrage de la culasse.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un comparateur avec un support approprié (règle)
- Un micromètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type de joints.
- ▶ La valeur du dépassement demandé.
- ▶ Les épaisseurs des joints proposés.
- ▶ La méthode préconisée par le constructeur.

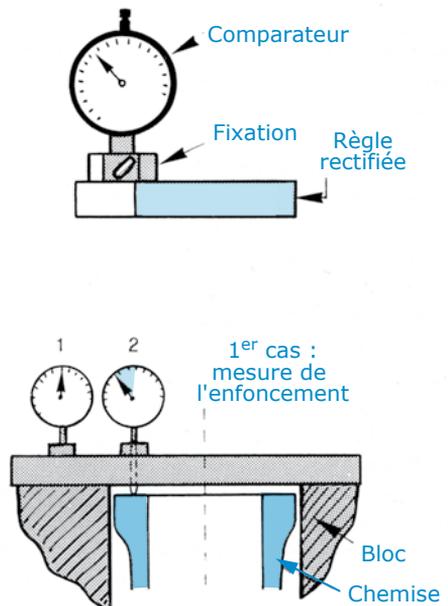
Préparer

- Le bloc moteur nu.
- Nettoyer soigneusement les portées des joints d'embase côté bloc et côté chemise afin de réaliser une planéité parfaite.

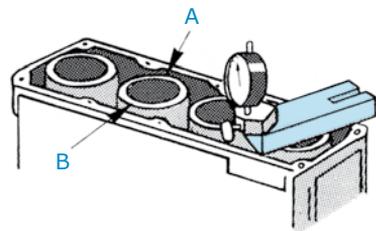
CONTRÔLER – MESURER

Mesurer

1. **Placer** les chemises sans joint dans leur position définitive.
2. **Vérifier** s'il y a un léger enfoncement ou un léger dépassement des chemises.
3. **En cas d'enfoncement** :
 - **placer** la règle en travers du bloc-cylindres de telle sorte que l'aiguille soit en appui sur une partie parfaitement plane du bloc-moteur. Tourner le cadran de la montre pour amener le 0 en face de l'aiguille,
 - **placer** l'aiguille du comparateur sur le bord de la chemise et lire la valeur de l'enfoncement (1 graduation = 1/100^e de mm),
 - **recommencer** l'opération au point diamétralement opposé à la chemise et relever la valeur trouvée,
 - effectuer la moyenne des deux lectures et la noter.



- 1 : pointe sur le bloc
2. pointe sur la chemise



$$\text{Moyenne} = \frac{\text{mesure A} + \text{mesure B}}{2}$$

4. En cas de dépassement :

- **placer** la règle en travers du bloc-cylindres,
- **étalonner** le comparateur sur le bord de la chemise, cadran à 0,
- **déplacer** la règle pour placer l'aiguille du comparateur sur une surface plane du bloc-cylindres et lire la valeur,
- faire une seconde mesure diamétralement opposée, effectuer la moyenne et noter la valeur.

5. **Répéter** l'opération sur les autres chemises.

Calcul de l'épaisseur du joint demandé

Exemple :

- ▶ Dépassement demandé : entre 0,14 et 0,21.
- ▶ Dépassement trouvé : 0,08.
- ▶ Épaisseur des joints proposés : 0,08 – 0,10 – 0,12 et 0,14.
- ▶ Épaisseur du joint à placer : $0,21 - 0,08 = 0,13$

Le joint le plus proche immédiatement inférieur est 0,12.

Contrôler

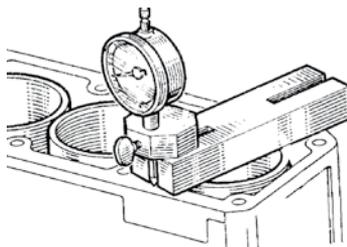
Contrôler l'épaisseur du joint au micromètre :

- ▶ Bien positionner sur l'embase de la chemise
- ▶ Remonter la chemise et refaire les contrôles. Noter le dépassement trouvé.
- ▶ L'écart de dépassement entre deux chemises ne doit pas dépasser 0,04 mm.
- ▶ Placer les brides de chemises.

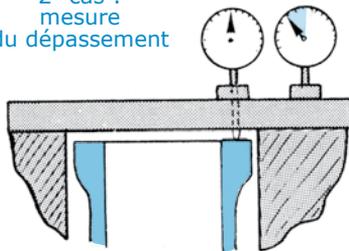
À NOTER

Certains moteurs sont équipés de joints toriques d'une épaisseur unique. Vérifier seulement s'il existe bien un dépassement avant de poser la culasse afin d'obtenir un écrasement correct des joints au serrage. Sur les moteurs équipés de bloc à alésage direct, il est nécessaire de mesurer le dépassement des pistons pour déterminer l'épaisseur du joint de culasse. Le contrôle de dépassement des chemises n'est pas nécessaire puisque les chemises sont inamovibles.

Mesure du dépassement des chemises



2^e cas :
mesure
du dépassement



Exemple

Mesures \ N° cyl.	1	2
Moyenne de l'enfoncement ou du dépassement	0,08	0,10
Dépassement demandé	0,21	0,21
Épaisseur du joint à placer	0,13	0,11
Épaisseur la plus proche	0,12	0,10
Dépassement réalisé	0,20	0,20





CALER LA DISTRIBUTION

16

OBJECTIF

- Synchroniser parfaitement l'arbre à cames avec le vilebrequin, l'ouverture et la fermeture des soupapes devant correspondre à une position précise des pistons.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un coffret de pignes de calage correspondant au véhicule
- Un tensiomètre de courroie
- Une clé dynamométrique
- Un kit complet de distribution (galets + courroie), éventuellement la pompe à eau si c'est préconisé par le constructeur.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ le schéma de calage de distribution.
- ▶ la méthode préconisée.
- ▶ la signification des repères sur la chaîne ou sur la courroie.
- ▶ le système de réglage de la tension.

Préparer

- ▶ appliquer la méthode constructeur de la revue technique.
- ▶ déposer la courroie accessoire si nécessaire.
- ▶ déposer tous les carters de distribution.
- ▶ vidanger le circuit de refroidissement en cas de remplacement de la pompe à eau.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

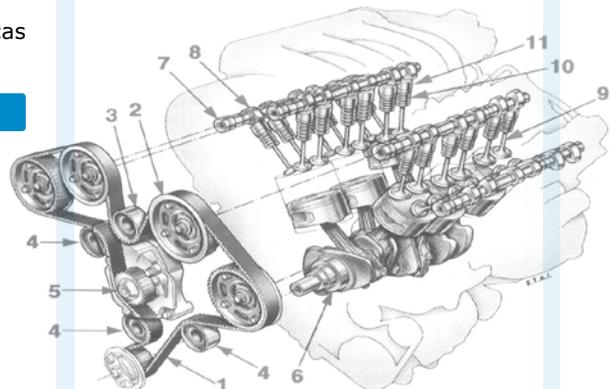
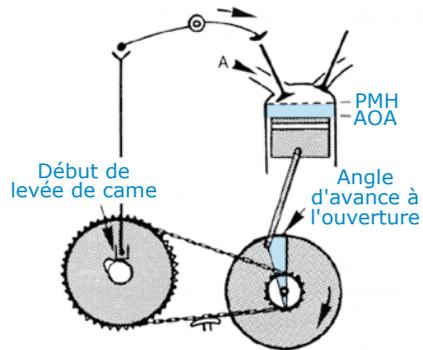
1. **Mettre** les pignons de vilebrequin et d'arbre à cames aux repères définis dans la revue technique.
2. **Détendre** la courroie par le galet tendeur.
3. **Déposer** la courroie.
4. Si c'est une chaîne, **déposer** le tendeur de chaîne et l'un des pignons d'arbre à cames ou de vilebrequin selon le cas.
5. **Déposer** la pompe à eau, si le constructeur le préconise.

Reposer

Reposer la pompe à eau neuve.

Cas de la courroie

1. **Suivre** les consignes indiquées dans la revue technique.
2. **Mettre en position** les galets (tendeur et enrouleur).



1. courroie de distribution
2. poulie d'arbre à cames
3. tendeur de courroie
4. galets fixe enrouleurs
5. pompe à eau
6. équipement mobile
7. arbre à cames
8. came
9. soupapes
10. ressort de soupape
11. poussoir

- Engager** la courroie dont les repères doivent coïncider avec ceux des pignons,
Le brin opposé au tendeur doit être parfaitement tendu.
- Régler** la tension de la courroie (voir la tension préconisée dans la revue technique).

Cas de la chaîne

- Suivre** les consignes indiquées dans la revue technique.
- Déposer** le pignon d'arbres à cames ou le vilebrequin.
- Monter** la chaîne aux repères et reposer le pignon.
- Placer** le tendeur de chaîne et débloquer le système de rattrapage.

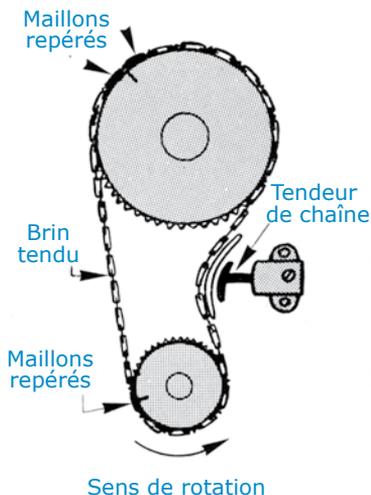
Nota : En cas de doute sur la position des repères de vilebrequin et d'arbre à cames, procéder comme suit :

- Rechercher** le point mort haut (P.M.H.) du cylindre n° 1 (par le trou de bougie par exemple). Faire $\frac{1}{4}$ de tour en arrière par la vis de vilebrequin afin d'amener tous les pistons à la même hauteur.
- Turner** le pignon d'arbres à cames pour l'amener dans la position préconisée selon le cas :
 - repère du pignon dirigé vers un repère fixe,
 - orientation approximative à confirmer grâce aux repères sur chaîne ou sur pignon,
 - alignement précis des repères des deux pignons.
- Ramener** le piston n° 1 au P.M.H. : le repère vilebrequin doit se trouver dans la position préconisée.

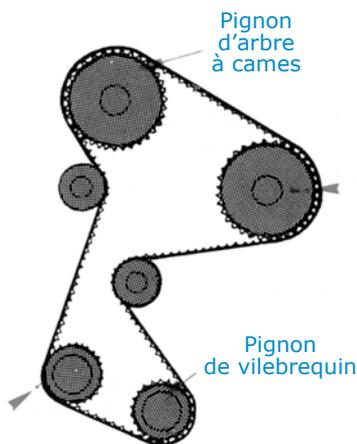
Attention : cette méthode est très approximative et permet simplement de retrouver les repères d'arbre à cames et de vilebrequin. Dans tout les cas il faut respecter la méthode constructeur.

Contrôler

- Effectuer** 2 tours de vilebrequin ; il ne doit pas y avoir de point dur.
- Revenir** dans la position de calage.
- Vérifier** que les repères ou les trous de pignage correspondent et que la tension est parfaite.
- Vérifier** le serrage des vis de fixations des pignons et des galets (clé dynamométrique).
- Purger** le circuit de refroidissement (voir la fiche concernée).
- Contrôler** le jeu aux soupapes si c'est préconisé dans la revue technique.
- Remonter** les carters.
- Démarrer** le moteur. S'il existe un bruit suspect ou un point dur, arrêter immédiatement le moteur et revoir le calage ou la tension.



Cas de la chaîne



Cas de la courroie

À NOTER

Une erreur d'une seule dent peut avoir des conséquences graves pour le moteur. Respecter la périodicité de remplacement des courroies préconisée par le constructeur (kilométrage ou années). La rupture d'une courroie peut détériorer gravement le moteur. Pour éviter des erreurs, sur de nombreux véhicules, la tension de la courroie se fait par un tendeur automatique.



CONTRÔLE DU CIRCUIT D'ALIMENTATION SUR UN SYSTÈME D'INJECTION

17

OBJECTIF

- Contrôler et remettre en conformité le circuit d'alimentation en carburant d'un système d'injection.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un manomètre de pression d'essence
- Une éprouvette graduée
- Un chronomètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

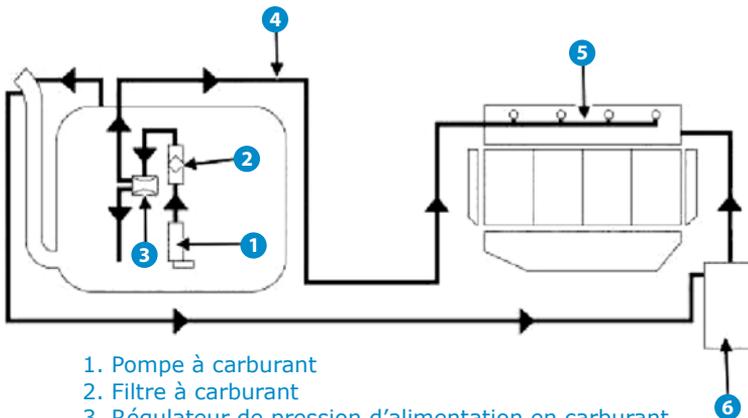
- ▶ Les éléments du circuit d'alimentation.
- ▶ La pression d'alimentation.
- ▶ Le débit sous pression.

Préparer

- ▶ Le matériel de mesure.
- ▶ Un extincteur à proximité.
- ▶ Rechercher à l'aide de la documentation constructeur les bornes du relais qu'il faudra shunter afin d'alimenter la pompe à carburant, moteur à l'arrêt et contact coupé (si le véhicule n'est pas multiplexé).



Éprouvette graduée



1. Pompe à carburant
2. Filtre à carburant
3. Régulateur de pression d'alimentation en carburant
4. Canalisation d'alimentation en carburant
5. Rampe d'injection
6. Réservoir de réaspiration des vapeurs d'essence

Schéma fonctionnel du circuit d'alimentation en essence

CONTRÔLER – MESURER

1. Contrôle de la pression d'alimentation

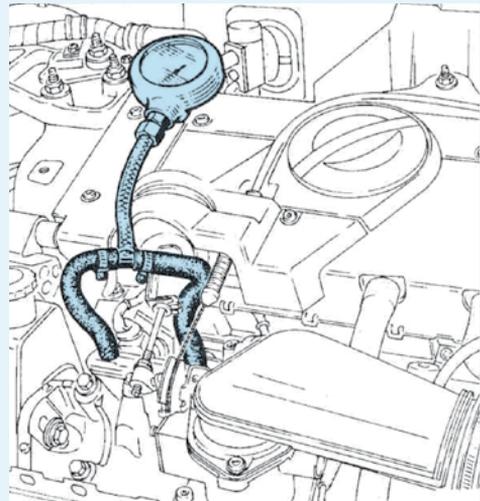
- ▶ **Débrancher** le conduit d'arrivée de carburant au niveau du raccordement moteur (arrivée de la canalisation sur la rampe d'injecteurs).
- ▶ **Adapter** un Té de dérivation puis un manomètre 0-6 bars.
- ▶ **Faire démarrer** le moteur.
- ▶ **Relever** la pression et la comparer à la valeur donnée dans la documentation technique.

2. Contrôle du débit d'essence

- ▶ **Débrancher** la conduite d'alimentation ou celle de retour au réservoir (selon le cas) et la plonger dans une éprouvette.
- ▶ **Faire débiter** la pompe pendant un certain nombre de secondes et comparer la quantité débitée avec celle préconisée par le constructeur.
- ▶ **Shunter** les voies 3 et 5 (gros fils – calculateur débranché) sur le connectique du relais de pompe à essence, pour mettre en action la pompe à essence.
- ▶ Débit mini : 80 à 120 I/h.
- ▶ Si le débit est faible, **vérifier** la tension d'alimentation (perte de débit de 10 % pour une chute de tension de 1 volt).



Pompe à essence



Exemple de mesure de pression d'essence

À NOTER

De nombreux véhicules actuels ont le circuit de carburant sans retour au réservoir. Le régulateur de pression est incorporé à l'ensemble pompe/jauge, on ne peut donc plus utiliser la méthode indiquée pour mesurer le débit. Dans ce cas il faut voir la méthode préconisée par le constructeur.

Si le véhicule possède un réseau multiplexé, on ne shunte pas le relais (risque de détérioration), on met juste le contact pour contrôler la pression d'alimentation.



OBJECTIF

- Contrôler la pollution produite par un véhicule à l'aide de l'analyseur de gaz.
- Maintenir la teneur des gaz nocifs émis à une valeur définie par le constructeur et limitée par la réglementation en vigueur.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un analyseur de gaz et sa notice
- Une clé à bougie et un jeu de cales

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

- ▶ Relever dans la revue technique du véhicule.
- ▶ le régime de ralenti.
- ▶ les valeurs de contrôles.
- ▶ les conditions de mesure.

Préparer

- ▶ Étudier la notice de l'analyseur de gaz.
- ▶ Mettre en marche l'analyseur afin de respecter son temps de mise en température de fonctionnement.
- ▶ Le système d'allumage (bougies) et le système d'injection doivent être en bon état.
- ▶ Brancher un tuyau d'évacuation des gaz d'échappement si le véhicule est à l'intérieur.

CONTRÔLER – MESURER

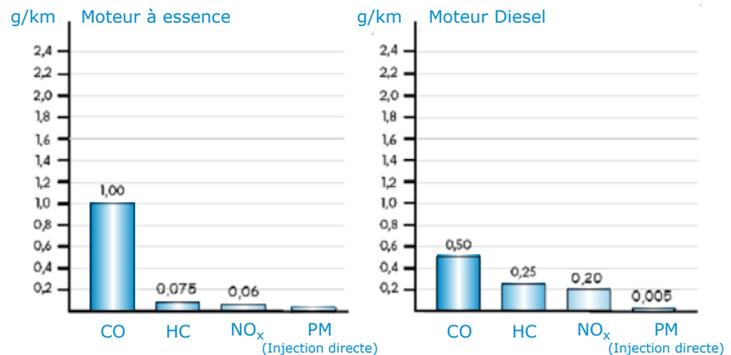
1. Contrôles préliminaires

- ▶ **Vérifier** l'état du filtre à air, le remplacer si nécessaire.
- ▶ **Vérifier** l'état des bougies, les remplacer si nécessaire.
- ▶ **Contrôler** l'état de la ligne d'échappement qui ne doit pas présenter de fuite.
- ▶ **Faire tourner** le moteur en le maintenant à 2000 tr/min jusqu'à ce qu'il atteigne sa température de fonctionnement.

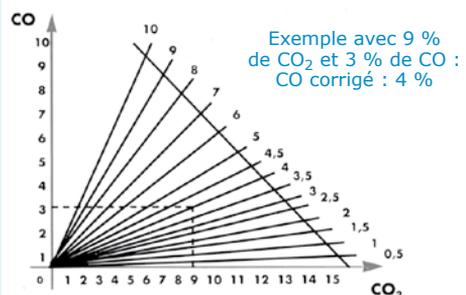
2. Branchement de l'analyseur de gaz

- ▶ L'analyseur est à température et étalonné.
- ▶ Le moteur est à température et aucun consommateur ne fonctionne.

analyseur
de gaz



Normes antipollution EuroV



- ▶ **Brancher** la pince haute tension sur le cylindre N°1 (si possible).
- ▶ **Régler** la sonde de température à la longueur de la jauge à huile puis l'introduire à la place de celle-ci.
- ▶ **Introduire** la sonde de gaz dans la sortie d'échappement.

3. Mesurer et interpréter

- ▶ **Comparer** les valeurs obtenues avec les valeurs constructeur.
- ▶ **Imprimer** un ticket avec la date, le nom du véhicule, l'immatriculation et le kilométrage si les valeurs sont conformes.
- ▶ **Faire une recherche** de panne sur le système d'injection si les valeurs sont non conformes.

Résultat d'une combustion normale

- CO₂** - Le pourcentage doit être le plus élevé possible (8 à 10% au minimum, mais la valeur normale est de 15%) : - % < 8% prise d'air sur tubulure d'échappement ou CO trop important.
- CO** - Le plus faible possible sans compromettre la stabilisation du ralenti. Si le CO est trop élevé le mélange est trop riche. Il faut donc contrôler le système d'injection et la sonde lambda.
- CO corrigé = (CO × 15) / (CO + CO₂)**
La lecture peut se faire directement sur l'abaque ou sur l'appareil s'il donne directement la valeur. On le diminue en diminuant le CO ou en augmentant le CO₂.
- HC** - Nombre de particules par million (p.p.m.) de carburant non brûlé : si > 800 p.p.m., contrôler le système d'allumage.
- O₂** - pourcentage d'oxygène contenu dans les gaz d'échappement.

Bilan de contrôle

	Régime de ralenti (Tr/mn)	CO (%)		CO corrigé (%)		CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)	Lambda
		Ralenti	Ralenti accéléré	Ralenti	Ralenti accéléré				
Valeurs constructeur									
Valeurs relevées									

À NOTER

Sur les moteurs à injection catalysés (actuels) aucun réglage n'est possible. Le moteur diesel fait l'objet d'une réglementation qui limite l'opacité des gaz d'échappement. Le contrôle s'effectue grâce à un opacimètre.



Lecture normale (exemple)

Exemples de causes probables pour des valeurs de CO, CO₂, HC et O₂ erronées

CO	Problème d'injection Filtre à air sale Enrichissement défectueux à l'accélération (voir aussi contacteur de papillon) Bougies défectueuses Régulateur de pression défectueux
HC	SYSTEME D'ALLUMAGE: Fils de bougie défectueux Avance à l'allumage erronée Bougies défectueuses COMBUSTION INCOMPLÈTE: Mélange pauvre Étanchéité du circuit d'aspiration défectueuse DÉFAUTS MÉCANIQUES: Compression insuffisante Soupapes non étanches
CO ₂	Étanchéité du système d'échappement
O ₂	Étanchéité du système d'échappement Mélange gras



REEMPLACER UN FILTRE À CARBURANT

20

OBJECTIF

- ❑ Éviter tout risque de passage d'impuretés vers le circuit haute pression
- ❑ Remplacer un filtre à gasoil

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ la revue technique du véhicule
- ❑ la cartouche filtrante ou le filtre à carburant neuf approprié
- ❑ 1 bac pour recueillir le gazole
- ❑ l'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ L'implantation du filtre à carburant.
- ▶ La procédure de purge du circuit de carburant.

Préparer

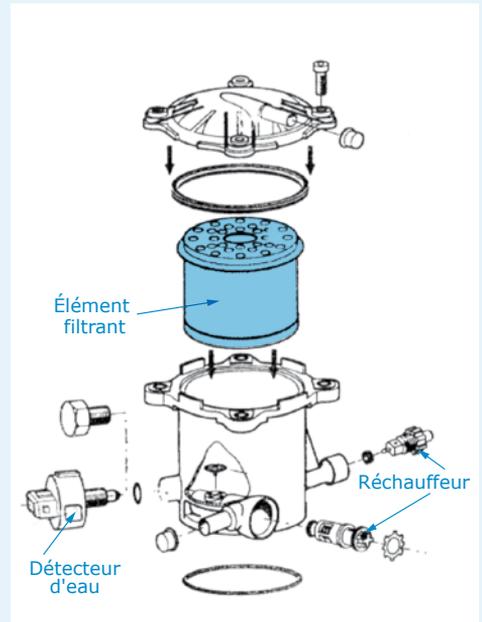
- ▶ Placer un bac au sol sous le filtre.
- ▶ Nettoyer la zone d'intervention.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

1. **Déposer** le support de filtre si nécessaire
2. **Dévisser** la ou les vis du couvercle du support de filtre.
3. **Déposer** :
 - la cartouche,
 - les joints.
4. **Extraire** le joint de couvercle de sa gorge.
5. **Nettoyer** soigneusement toutes les pièces.

Remarque : De nombreux moteurs diesel possèdent un filtre à carburant qui se remplace entièrement (bloc complet) en débranchant les raccords de carburant ainsi que les différents connecteurs. Dans ce cas voir la procédure constructeur.



**Filtre à carburant
avec élément filtrant**

Reposer

1. **Placer** les nouveaux joints.
2. **Placer** la nouvelle cartouche en vérifiant que tous les joints sont bien en place.
3. **Visser** la ou les vis de fixation modérément

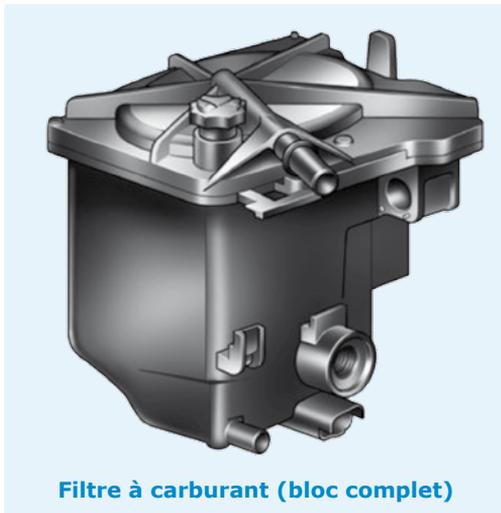
Purger

1. **Desserrer** la vis de purge à la sortie du filtre ou sur le couvercle.
2. **Actionner** la pompe manuelle d'amorçage (si le filtre en est muni) jusqu'à ce que le gazole coule sans bulle d'air. Pour purger correctement le filtre, la purge de l'eau dans le filtre décanteur se fait en même temps (si le filtre possède ce système).
3. **Resserrer** la ou les vis de purge, établir le contact.
4. **Essuyer** le gazole qui a coulé.

Nota : Si le filtre ne comporte pas de dispositif d'amorçage, avant montage, il faut remplir l'élément filtrant avec du carburant propre et filtré. Actionner ensuite le démarreur jusqu'au démarrage du moteur.

Démarrer

1. **Vérifier** le niveau de carburant dans le réservoir.
2. **Démarrer.**
3. **Contrôler** l'apparition de fuites éventuelles aux filtres et aux raccords.



Filtre à carburant (bloc complet)

À NOTER

Si le filtre est auto-amorçant (pas de pompe manuelle), ne pas débrancher les tuyauteries. Démarrer et accélérer modérément pendant une minute. Dans tous les cas, bien suivre les instructions du constructeur.

Sur les moteurs à injection haute pression à rampe commune ne surtout pas débrancher les tuyauteries haute pression et suivre la méthode constructeur.



REEMPLACER ET RÉGLER DES BOUGIES

21

OBJECTIF

- Contrôler et remplacer si nécessaire les bougies d'allumage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une clé à bougies appropriée
- Un jeu de cales
- Un flexible pose-bougies
- Une soufflette
- Les bougies neuves correspondantes (si remplacement)

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La marque et le type de bougies préconisées par le constructeur (les équivalences éventuelles dans d'autres marques).
- ▶ L'écartement des électrodes.

Préparer

- ▶ La ou les clés à bougies nécessaires :
 - En dimension :**
 - clé de 16 (bougies à sièges coniques),
 - clé de 21 (bougies à sièges plats).
 - En forme :**
 - droites ou articulées,
 - douille longue + rotule + rallonge...
- ▶ De la graisse graphitée.
- ▶ Souffler les puits de bougies à l'air comprimé avant la dépose.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

1. **Débrancher** les fils de bougie ou déposer la ou les bobines couvrant les bougies.
2. **Dévisser** les bougies en plaçant éventuellement un petit tube sur le manche pour augmenter la force de desserrage.
3. **Boucher** les puits des bougies pour éviter toute intrusion de corps étranger dans le moteur.

Contrôler

1. Il ne doit pas y avoir de fissure de la porcelaine et le filetage ne doit pas être abîmé.



- La présence de dépôts sur les électrodes donne des indications sur l'état du moteur :
 - électrodes mouillées** : Bougies noyées, défaut d'allumage,
 - présence de suie noire** : Mélange trop riche ; filtre à air colmaté, problème d'injection,
 - calamine** : huile brûlée, le moteur consomme de l'huile (usure des segments...),
 - électrodes chargées de dépôts blancs** : silice, filtre à air inefficace. L'état normal doit être blanc-gris sans dépôt.
- Régler** l'écartement de 0,6 mm à 1 mm selon les indications du constructeur à l'aide du jeu de cales.

Remplacer

- Lorsque** les dépôts sont trop importants :
 - l'électrode centrale est trop usée,
 - la périodicité (kilométrage) est dépassée. Remplacer les bougies par le modèle pré-conisé.
- Vérifier** :
 - le type exact,
 - la similitude des culots (courts ou longs),
 - le type de portée (conique ou plat).

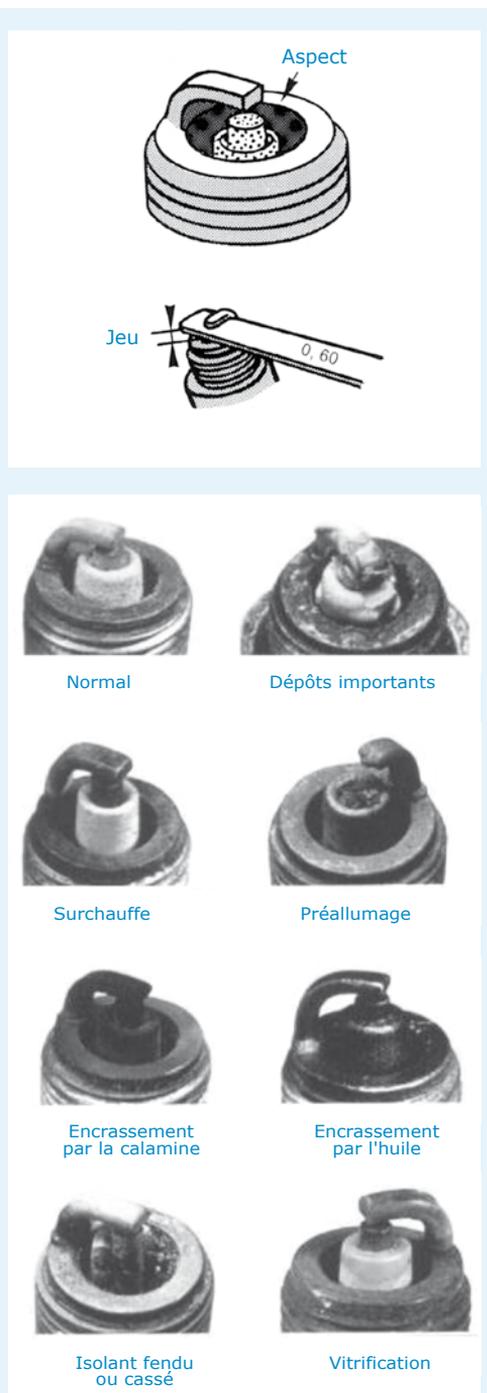
Reposer

- Contrôler** l'écartement avant la repose.
- Enduire** le filetage de graisse graphitée. Faire prendre la bougie à la main ou avec un morceau de durite suffisamment long, terminer à la clé et serrer au couple (voir valeurs constructeurs):
 - Bougies à portée conique : 20 N.m (2 daN.m).
 - Bougies à joint : 30 N.m (3daN.m).
- Connecter** les fils de bougie ou reposer la ou les bobines.
- Faire un essai.**

À NOTER

Au serrage, ne jamais mettre de rallonge à la poignée de la clé à bougie, car sa longueur est calculée pour appliquer le couple de serrage correct en plaçant la main normalement sur la poignée.

Ne jamais remonter des bougies sur une culasse chaude.



Différents états de la bougie



OBJECTIF

- ❑ Identifier les différents éléments composant le système d'allumage.
- ❑ Contrôler les éléments d'un système d'allumage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles
- ❑ Un multimètre et/ou un appareil de diagnostic
- ❑ Un oscilloscope
- ❑ L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type d'allumage qui équipe le moteur.
- ▶ Le schéma électrique.
- ▶ Les numéros repères des différentes bornes des éléments.
- ▶ La méthode préconisée.
- ▶ Les valeurs constructeur.

Préparer

- ▶ Un multimètre et/ou une valise de contrôle (diagnostic) conçu spécialement à cet usage.
- ▶ Effectuer tous les contrôles préliminaires :
 - Présence d'étincelle à la bougie .
 - La batterie : $U = 12\text{ V}$ minimum (voir fiche concernée).
 - Les bougies : voir la fiche précédente.
 - Si c'est un allumage jumostatique, il faut contrôler l'état des fils haute tension (faisceau d'allumage) et leur continuité : $1500\ \Omega \leq R \leq 2000\ \Omega$ selon le type et la longueur des fils (voir valeur constructeur). Si l'ohmmètre indique l'infini : un fil est coupé.
- ▶ Le système d'injection est en état de fonctionnement.

CONTRÔLER – MESURER

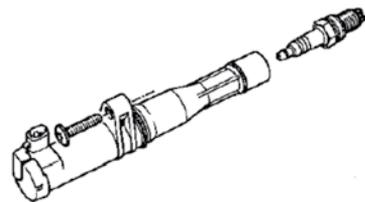
1. **Vérifier** l'ordre d'allumage (pour un allumage jumostatique).
2. **Contrôler** les fusibles du circuit de gestion moteur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0\ \Omega$.
3. **Contrôler** l'alimentation en + APC du calculateur à l'aide du voltmètre : $U = U_{\text{batterie}}$.



Oscilloscope

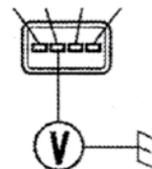


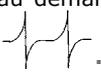
Bobine jumostatique



Bobine statique

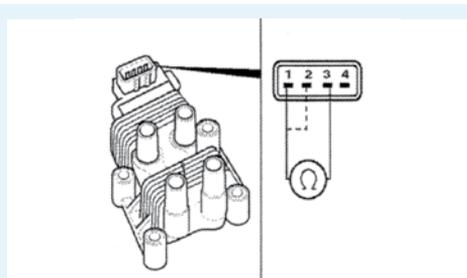
Alimentation
bobine (exemple)



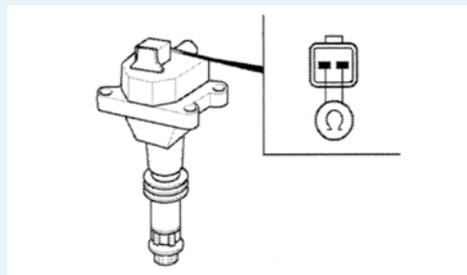
4. **Contrôler** la masse du calculateur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0 \Omega$.
5. **Vérifier** l'état des connexions du circuit d'allumage (bloc bobines, calculateur).
6. **Contrôler** la continuité des fils reliant le calculateur aux différents éléments du circuit d'allumage à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0 \Omega$.
7. **Contrôler** la résistance des bobines primaires d'allumage à l'aide de l'ohmmètre : $0,1\Omega \leq R \leq 1 \Omega$ (voir valeurs constructeur).
8. **Contrôler** la résistance des bobines secondaires à l'aide de l'ohmmètre : $9000 \Omega \leq R \leq 15\ 000 \Omega$ (voir valeurs constructeur).
9. **Mesurer** l'alimentation des bobines primaire en + APC à l'aide du voltmètre : $U = U$ batterie.
10. **Contrôler** la résistance du capteur régime et position (type inductif) à l'aide de l'ohmmètre (voir valeurs constructeur).
11. **Contrôler** le signal émis par le capteur (moteur tournant au démarreur) à l'aide d'un oscilloscope : 
12. **Contrôler** la continuité des fils reliant le capteur vitesse position au calculateur à l'aide d'un ohmmètre : $R = 0 \Omega$.
13. **Contrôler** la résistance interne du capteur de pression d'air à l'aide de l'ohmmètre (voir valeurs constructeur).
14. **Contrôler** l'alimentation du capteur de pression d'air par le calculateur à l'aide du voltmètre : $U = 5$ Volts.
15. **Contrôler** la continuité des fils reliant le capteur de pression d'air au calculateur à l'aide de l'ohmmètre : $R = 0 \Omega$.
16. **Contrôler** le signal émis par le capteur de pression d'air à l'aide d'une pompe à dépression et d'un voltmètre : A la Pa : $U = 5$ V ; A Pa - 200mb : $U = 2,2$ V (voir valeurs constructeur).
17. **Si tous les contrôles sont corrects essayez de démarrer, si la panne persiste changer le calculateur de gestion moteur.**

À NOTER

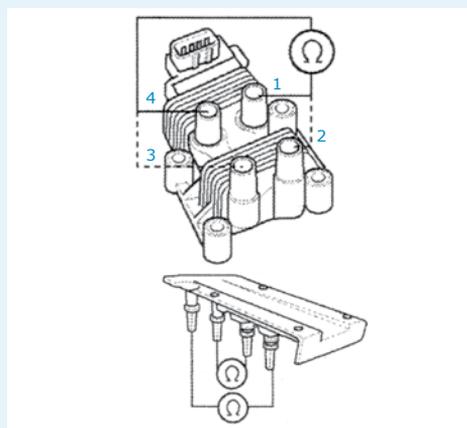
Il peut y avoir détérioration du système d'allumage si on contrôle la production d'étincelles en débranchant un fil de bougie et en faisant un essai directement sur le bloc moteur. Il est conseillé d'utiliser dans ce cas un « éclateur ».



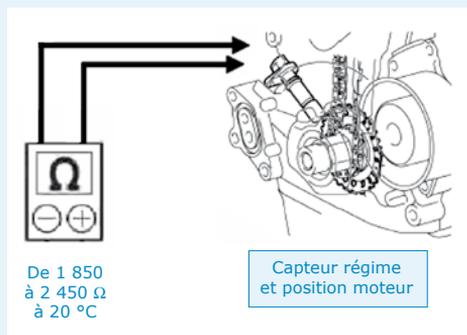
Résistance primaire sur bobine jumostatique (exemple)



Résistance primaire sur bobine statique (exemple)



Résistance secondaire sur bobine jumostatique (exemple)



De 1 850
à 2 450 Ω
à 20 °C

Capteur régime
et position moteur

Résistance du capteur régime et position moteur (exemple)



OBJECTIF

- S'assurer qu'en position débrayée le mécanisme n'est pas sollicité. Dans le cas contraire, le disque risque de patiner lorsque la transmission est en prise.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type de garde d'embrayage.
- ▶ Le type de commande (par câble ou hydraulique).
- ▶ La valeur du jeu.
- ▶ La méthode préconisée.

RÉALISER L'INTERVENTION

Contrôles préliminaires

- ▶ La butée est toujours en appui sur le mécanisme.
- ▶ Mesurer le jeu entre la position de repos de la pédale et sa position en fin de course haute.

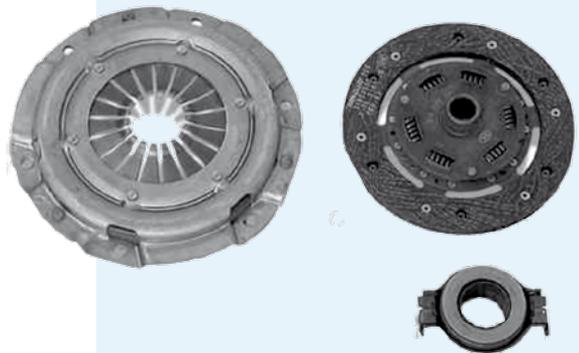
Nota : on observe dans ce cas que les pédales de frein et d'embrayage sont à la même hauteur.

Vérifier

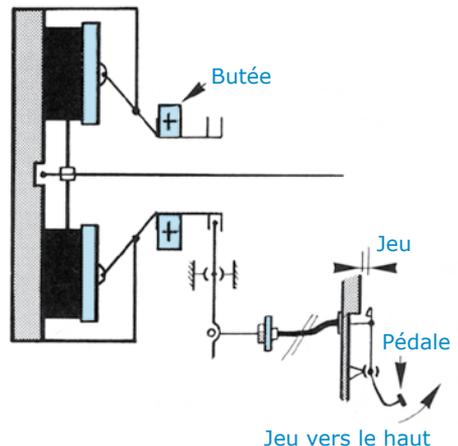
- ▶ L'absence d'obstacles (surtapis...) sur la course de la commande de débrayage.
- ▶ L'emboîtement du câble de commande de débrayage sur le tablier.
- ▶ Le cheminement du câble de commande de débrayage.

Régler

1. **Débloquer** le contre-écrou situé sur la tige filetée ou sur la gaine selon le cas.
2. **Tourner** l'écrou de réglage pour ajuster le jeu à la valeur demandée.
3. **Resserrer** le contre-écrou.



Kit embrayage



4. Contrôler à nouveau.

Dans le cas d'une commande par câble à rat-trapage automatique il faut consulter la méthode constructeur.

Dans le cas d'une commande hydraulique, le réglage s'effectue sur la tige de poussée du cylindre récepteur. Le cylindre récepteur ne comporte pas toujours de réglage. Dans ce cas lorsque la garde est trop importante, il faut effectuer une purge du circuit (voir méthode constructeur).

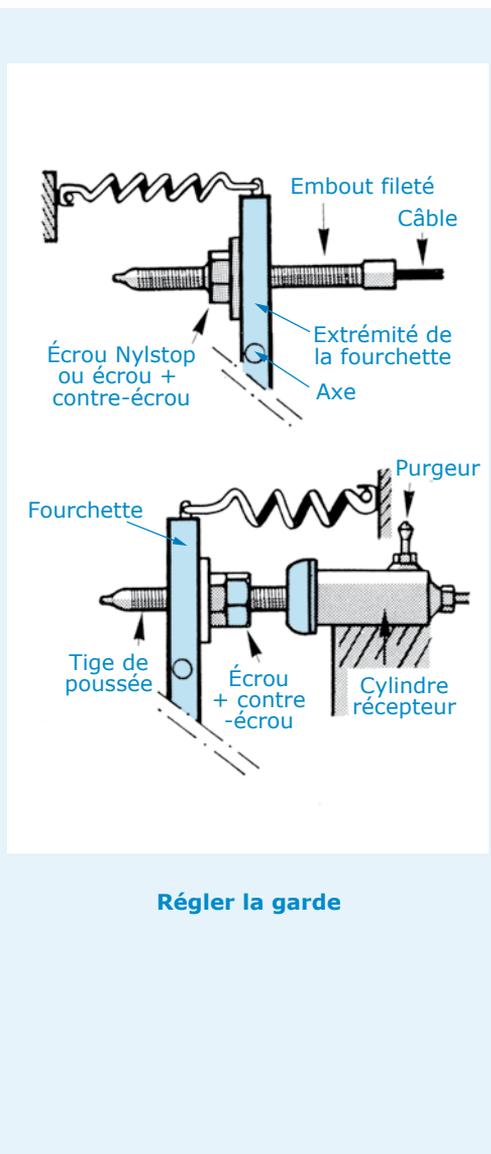
Pour effectuer la purge du circuit ne pas utiliser d'appareil de purge automatique (risque d'émulsion du liquide dans le circuit) et n'utiliser que du liquide de frein neuf.

Contrôler

1. **Serrer** fortement le frein à main ou mettre une cale. Faire tourner le moteur.
2. **Débrayer** et passer la 4^e ou la 5^e vitesse.
3. **Accélérer** le moteur fortement et lâcher la pédale d'embrayage : le moteur doit caler immédiatement.
4. **Si** après un **réglage** complet de la garde, le moteur ne cale pas immédiatement, il peut s'agir :
 - de l'usure des garnitures du disque ou d'une faiblesse du mécanisme
 - de la présence d'huile sur la garniture du disque.
 - Dans les deux cas, le remplacement de l'embrayage est nécessaire (voir fiche suivante).

À NOTER

Pour les véhicules à embrayage automatique, leur bon fonctionnement est lié en parti au niveau correct de l'huile du convertisseur.





OBJECTIF

- ❑ Réaliser le diagnostic du système d'embrayage
- ❑ Déposer, reposer l'embrayage

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ L'outillage courant
- ❑ Un centreur d'embrayage
- ❑ Une clé dynamométrique
- ❑ Un kit d'embrayage neuf (en cas de remplacement complet)

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de démontage.
- ▶ Les couples de serrage.
- ▶ La méthode de réglage de la garde d'embrayage (si elle est réglable).

Préparer

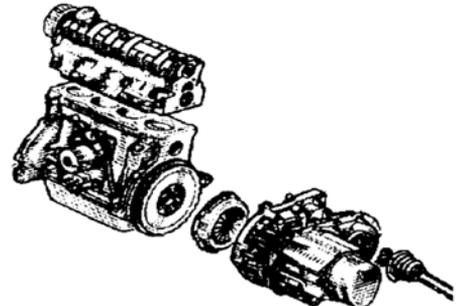
Déposer la boîte de vitesses :

- ▶ Vidanger la boîte de vitesses.
- ▶ Déposer les roues, les étriers de frein...
- ▶ Déposer les transmissions gauche et droite.
- ▶ Déposer le démarreur.
- ▶ Déboîter la timonerie de boîte de vitesses.
- ▶ Déposer le collier d'échappement côté collecteur.
- ▶ Déposer les vis de fixation de la cloche d'embrayage.
- ▶ Désaccoupler le moteur de la boîte.

RÉALISER L'INTERVENTION

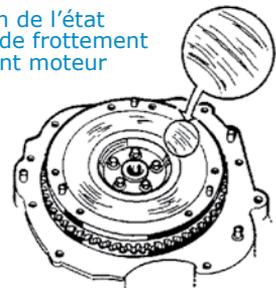
Déposer

1. **Repérer** la position du mécanisme par rapport au volant moteur. Immobiliser le volant moteur.
2. **Dévisser** progressivement les vis de fixation du mécanisme.
3. **Déposer** le mécanisme en empêchant le disque de tomber. Observer immédiatement le sens du disque (déport côté volant moteur ou côté boîte).
4. **Déposer** la butée.



Centreur d'embrayage

Examen de l'état de la piste de frottement du volant moteur



Contrôler

1. Le disque :

- Usure de la garniture par rapport aux rivets.
- Traces d'huile sur la garniture.
- Ressorts cassés ou ayant trop de jeu.
- Cannelures abîmées.

2. Le mécanisme :

- Déformation du diaphragme.
- Usure des extrémités par frottement de la butée.
- Rayures ou bleuissement du plateau presseur.

3. La butée :

- Essayer d'élancer la bague tournante, elle doit tourner sans bruit et s'arrêter rapidement.
- Ergots de maintien (non cassé, non tordu).

4. La fourchette : usure des extrémités

5. Le volant moteur :

- Face d'appui rayée ou bleue (parfois possibilité de rectification).

Préparation pour la repose de l'embrayage

1. Nettoyer et dégraisser :

- Le volant moteur.
- La cloche d'embrayage.

2. Toiler le plateau presseur du mécanisme.

3. Lubrifier très légèrement :

- Le guide de la butée.
- Les appuis et articulations de la fourchette.
- La bague pilote de l'arbre primaire ou le roulement.
- Les cannelures de l'arbre primaire.

Nota : Utiliser le berlingot de graisse fourni avec le kit. Tout excès entraînera à terme un échange de l'embrayage

Reposer

1. Enduire légèrement de graisse les cannelures du disque.

2. Remonter le disque en plaçant le centreur d'embrayage dans la bague du volant moteur (attention au sens du disque).

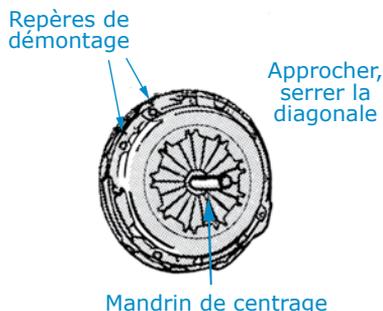
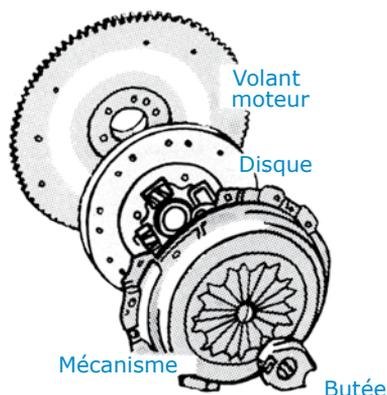
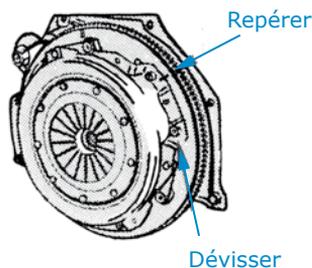
3. Reposer le mécanisme en respectant les repères faits au démontage (en cas de remontage de l'ancien mécanisme).

4. Serrer progressivement en croix les vis de fixation du mécanisme jusqu'au couple préconisé.

5. Monter la butée sur son guide en prenant soin de vérifier sa position et son accrochage.

6. Reposer la boîte de vitesses.

7. Régler la garde d'embrayage si nécessaire (voir fiche précédente).



À NOTER

Ne pas oublier de remettre l'huile dans la boîte de vitesses et mettre à niveau, de régler la garde d'embrayage si nécessaire et de tester l'efficacité.

En cas de remplacement, il est préconisé de changer le kit complet (disque + mécanisme + butée).



REEMPLACER UNE TRANSMISSION

25

OBJECTIF

- ❑ Démontet et remonter une transmission d'un véhicule.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ L'outillage courant
- ❑ Un arrache - rotule
- ❑ La douille de gros diamètre correspondant à l'écrou de transmission (écrou de moyeu)
- ❑ La transmission neuve

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode particulière au type de véhicule.
- ▶ La contenance d'huile de la boîte de vitesses.
- ▶ Les couples de serrage (écrou de moyeu, rotules, étrier de frein...).

Préparer

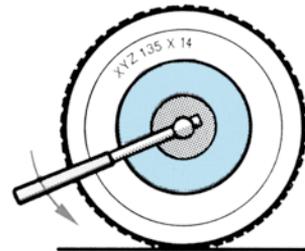
- ▶ Vidanger la boîte de vitesses.

RÉALISER L'INTERVENTION

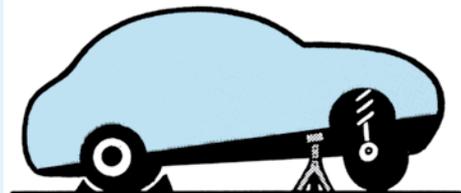
Déposer

1. **Déposer** si nécessaire l'enjoliveur de roue
2. **Si** la roue comporte un trou central, **débloquer** l'écrou de moyeu (couple en général élevé) sinon utiliser l'outil de blocage. Débloquer les vis de la roue. Lever le côté avant à démonter, placer une chandelle, déposer la roue. Dévisser complètement l'écrou de moyeu.
3. **Déposer** l'étrier de frein complet et le suspendre afin que le flexible ne soit pas en tension (ne pas dévisser le flexible).
4. **Extraire** la rotule de direction à l'aide d'un arrache-rotule.
5. **Séparer** le porte-fusée du bras de suspension inférieur (rotule inférieure).
6. **Écarter** le porte-fusée tout en repoussant la transmission vers l'intérieur.

Attention : En cas de point dur, revisser légèrement l'écrou de moyeu. Frapper avec un gros marteau par l'intermédiaire d'un jet en bronze.



Débloquer l'écrou de moyeu



Cales

Chandelle

7. **Dégager** l'extrémité de la transmission du porte-fusée.
8. **Déposer** le système de maintien côté boîte-pont si la transmission en compte un.
9. **Tirer** sur la transmission en plaçant la main derrière le soufflet pour éviter un déboîtement éventuel.

Reposer

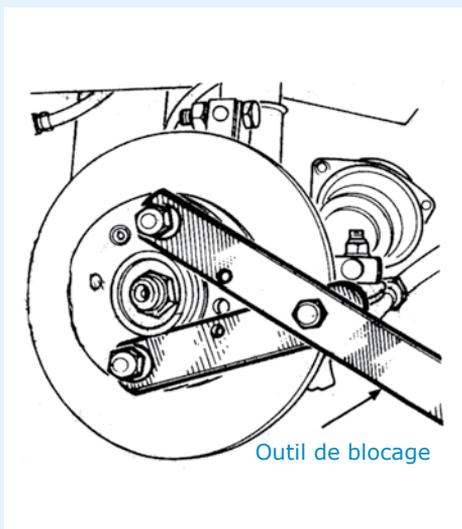
1. **Nettoyer** au dégraissant les portées de la transmission neuve aux deux extrémités.
2. **Emboîter** le côté boîte-pont en vérifiant la bonne mise en place.
3. **Emmancher** les cannelures dans le moyeu. Ne pas frapper. Visser l'écrou (neuf).
4. **Fixer** le porte-fusée sur le bras inférieur. Visser la rotule de direction (écrou neuf).
5. **Visser** l'étrier sur son support (clé dynamométrique).
6. **Remonter** les plaquettes, vérifier l'état de l'ensemble du frein (fuites, usure, rayures sur le disque).
7. **Remonter** la roue et reposer le véhicule. Serrer l'écrou de moyeu au couple.
8. **Remettre** l'huile dans la boîte de vitesses et faire le niveau. Appuyer plusieurs fois sur la pédale de frein afin de rapprocher les plaquettes sur le disque.
9. **Faire** un essai du véhicule.

À NOTER

Mettre de l'huile neuve pour le remplissage de la boîte de vitesses.



Arrache rotule



Outil de blocage



OBJECTIF

- Remplacer un soufflet de transmission quel que soit le type de montage après avoir constaté un déchirement du soufflet ou un jeu important dans la transmission.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- L'outillage courant
- Cône de montage (tulipe)
- Pince à ressort (pour soufflet)
- Un soufflet neuf avec la quantité de graisse suffisante

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de démontage particulière au type de joint homocinétique.
- ▶ Identifier le type de montage de la transmission.

Préparer

- ▶ Déposer la transmission du côté concerné (voir fiche précédente).

RÉALISER L'INTERVENTION

Dans le cas du joint tripode, c'est un remplacement de soufflet côté roue. Pour les soufflets côté boîte, il faut voir la méthode préconisée par le constructeur.

Démonter

1. **Couper**, à l'aide d'une pince, les colliers existants en prenant garde de ne pas blesser les gorges du bol fusée.
2. **Enlever** un maximum de graisse.
3. **Dégager** le bol fusée de l'arbre de transmission en soulevant une à une les branches de l'étoile de retenue (2, figure 1).

Nota :

- Ne pas tordre les branches de l'étoile.
- Récupérer la rotule d'appui, le ressort, la cale sous rotule.
- La cale sous rotule est d'épaisseur adaptée au jeu axial d'origine. Cette cale est à conserver et sera réutilisée au montage.

4. **Dégraiss**er totalement les pièces.



Pince pour collier de soufflet de transmission (pince à ressort)

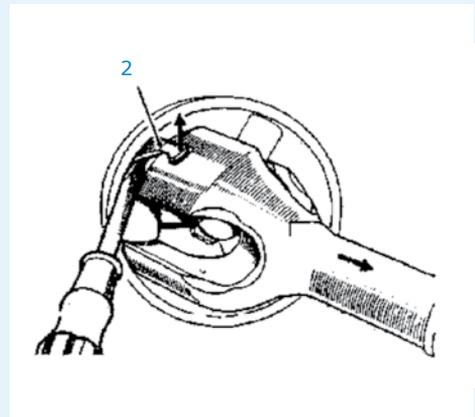


Figure 1

Remonter

1. **Placer** la transmission inclinée dans un étau muni de mordaches.
2. **Engager** l'outil à fond sur la tulipe (figure 2).
3. **Lubrifier** soigneusement et copieusement avec de l'huile moteur propre:
 - **l'ensemble de** l'outil (branche et centrage),
 - **la partie** intérieure du soufflet.
4. **Présenter** le soufflet sur l'extrémité de l'outil.
5. **Disposer** un chiffon propre autour d'une main et la placer sur le soufflet de façon à bien étendre le premier pli.
6. **Disposer** l'autre main autour de la première et tirer en veillant à ne pas replier le premier pli du soufflet.
7. **Amener** le soufflet le plus près possible de la partie cylindrique de l'outil et le laisser revenir jusqu'à mi-course (figure 3).
8. **Recommencer** cette opération plusieurs fois (maximum 5 fois) de façon à assouplir le caoutchouc du soufflet. Ne pas hésiter à relubrifier les branches de l'outil en cours d'opération. Lorsque l'on sent que le coulisement devient plus facile, faire passer le soufflet sur la partie cylindrique de l'outil sans marquer de temps d'arrêt. Placer le ressort et la rotule d'appui dans le tripode.
9. **Amener** les galets vers le centre. Positionner l'étoile de retenue (2, figure 4).
10. **Engager** la tulipe dans le bol fusée. Basculer l'arbre pour engager une branche de l'étoile de retenue dans une encoche de la tulipe et appuyer pour la centrer correctement. La mise en place des deux autres branches sera facilitée en utilisant par exemple un tournevis dont l'extrémité sera modifiée.
11. **S'assurer** que les branches de l'étoile de retenue sont en place dans leur logement.
Incliner l'arbre dans le plan d'une des branches de l'étoile, la rotule sous l'effet du ressort décolle.
12. **Introduire** la cale sous la tête de rotule. Celle-ci ne doit pas dépasser de la tête de rotule.
Vérifier le fonctionnement du joint à la main. Aucun point dur ne doit apparaître.
Répartir dans le soufflet et dans le bol la quantité de graisse préconisée.
13. **Positionner** les deux talons du soufflet dans les gorges du bol fusée et bien en appui sur le tube de transmission.
14. **Fixer** les deux colliers du soufflet avec la pince appropriée.

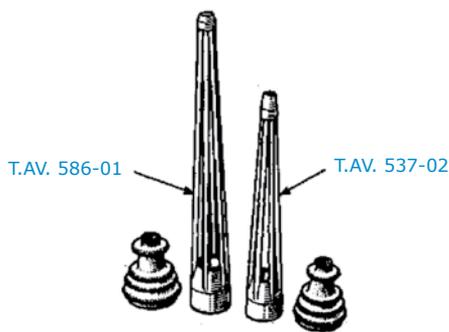


Figure 2

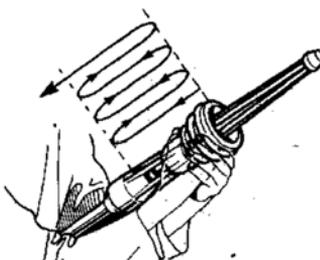


Figure 3

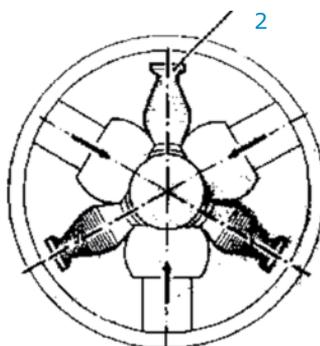


Figure 4

À NOTER

Il est possible de remplacer le soufflet quel qu'il soit, côté roue, sans déposer la transmission du véhicule à l'aide d'un cône approprié et d'un soufflet standard spécifique à cet usage.



REEMPLACER UN SOUFFLET DE TRANSMISSION (JOINT À BILLES)

27

OBJECTIF

- Remplacer un soufflet de transmission quel que soit le type de montage après avoir constaté un déchirement du soufflet ou un jeu important dans la transmission.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- L'outillage courant
- Cône de montage (tulipe)
- Pince à ressort (pour soufflet)
- Un soufflet neuf avec la quantité de graisse suffisante

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de démontage particulière au type de joint homocinétique.
- ▶ Identifier le type de montage de la transmission.

Préparer

- ▶ Déposer la transmission du côté concerné (voir fiche 25).

RÉALISER L'INTERVENTION

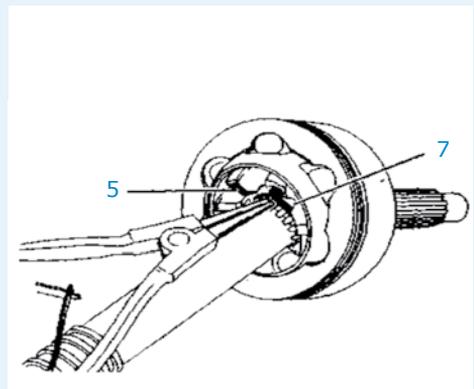
Dans le cas du joint à billes, c'est un remplacement de soufflet côté roue. Pour les soufflets côté boîte, il faut voir la méthode préconisée par le constructeur.

Démonter

1. **Couper** le collier et le soufflet sur toute sa longueur.
2. **Enlever** le maximum de graisse.
3. **Écarter** le segment d'arrêt (7, figure ci-contre) et simultanément, appliquer quelques coups de maillet sur la face frontale du moyeu à billes (5).
4. **Séparer** ainsi le joint de l'arbre.



Pince pour collier de soufflet



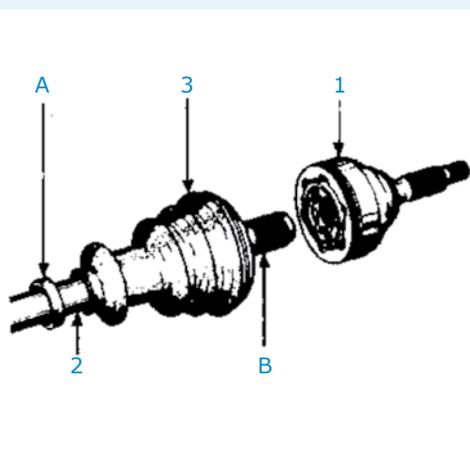
Segment d'arrêt

Remonter

1. **Engager** sur l'arbre (figure ci-contre) : le collier caoutchouc (A), le soufflet (3).
2. **Emmancher** le joint à billes (1) muni de son segment d'arrêt sur les cannelures de l'arbre jusqu'en butée du segment de la gorge (B) de l'arbre.
3. **Répartir** dans le soufflet et dans le bol de fusée la quantité de graisse préconisée.
4. **Positionner** les lèvres du soufflet dans les gorges du bol et de l'arbre de transmission.
5. **Fixer** les deux colliers du soufflet avec la pince appropriée.

À NOTER

Il est possible de remplacer le soufflet quel qu'il soit, côté roue, sans déposer la transmission du véhicule à l'aide d'un cône approprié et d'un soufflet standard spécifique à cet usage.



Remonter le soufflet



CONTRÔLER ET RÉGLER UNE BOÎTE DE VITESSES

28

OBJECTIF

- Démontez et remontez entièrement une boîte de vitesses dans le but d'identifier et de contrôler les différents éléments
- Déterminez et remplacez un élément défectueux de la boîte de vitesses

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- L'outillage courant
- Une clé dynamométrique
- L'outillage spécialisé préconisé

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de réparation constructeur.
- ▶ Les couples de serrage.
- ▶ Les valeurs de réglage.
- ▶ Les références des outillages spécialisés.

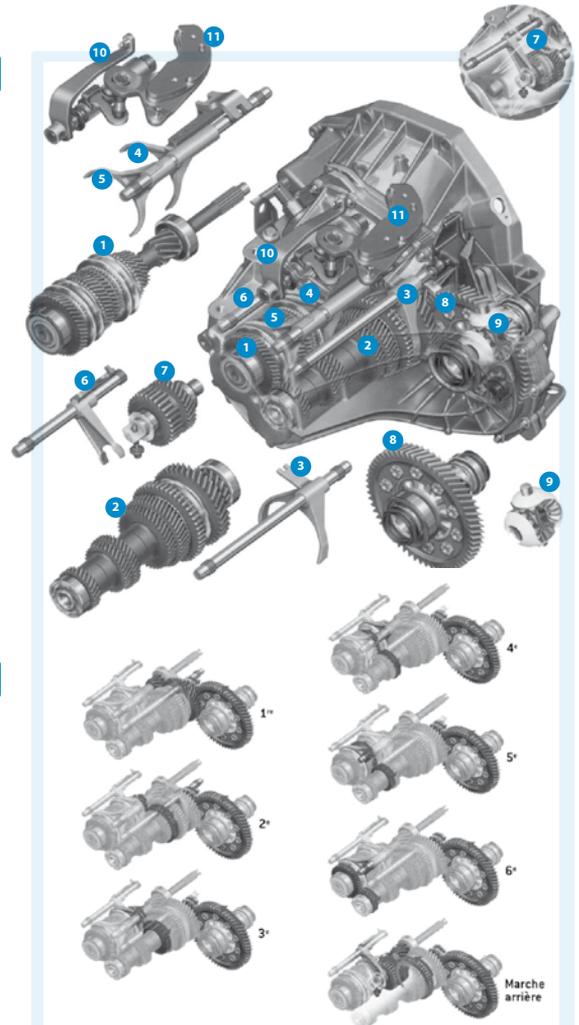
Préparer

- ▶ Vidanger la boîte de vitesses.
- ▶ Déposer la boîte de vitesses (voir la fiche 24 et la revue technique).
- ▶ Placer si possible la boîte sur un support approprié.
- ▶ Travailler sur un établi propre et dégagé.
- ▶ Préparer des boîtes de rangement afin de classer les pièces scrupuleusement.

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

- Suivre** méticuleusement les instructions du constructeur en ce qui concerne la chronologie de démontage et les outils à utiliser. Repérer la longueur des vis sur les carters et les noter.
- Repérer** les éléments de la boîte de vitesses, leur sens, leur position et les noter. Les classer séparément dans des boîtes de rangement :
 - arbre primaire et ses éléments de mise en position,
 - arbre secondaire et ses éléments de mise en position,
 - pignonnerie des 1^{re}, 2^e, 3^e, 4^e, 5^e vitesses et les synchroniseurs,
 - pignonnerie et renvoi de marche arrière,



1 : arbre primaire

2 : arbre secondaire

3 : fourchette 1^{re} - 2^e

4 : fourchette 3^e - 4^e

5 : fourchette 5^e - 6^e

6 : fourchette marche arrière

7 : axe de marche arrière

8 : couronne de différentiel

9 : différentiel

10 : mécanisme de sélection

11 : levier de passage

Marche
arrière

- coulisseaux, fourchettes et verrouillages,
- couronne et boîtier de différentiel, éléments de mise en position (boîte-pont).

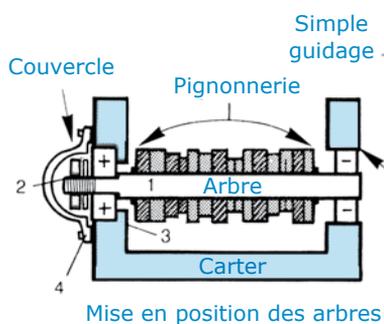
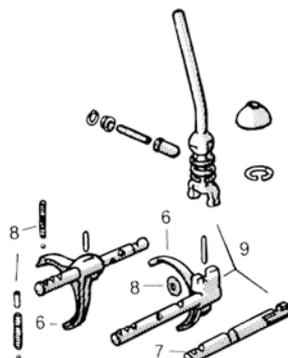
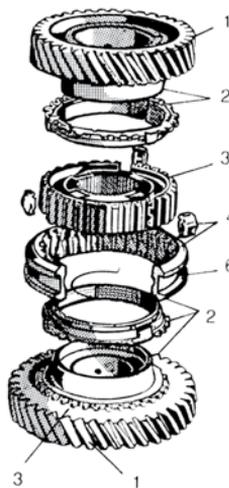
Contrôler et remplacer (si nécessaire)

1. Les dents des pignons ne doivent pas être trop fines, ni présenter d'arrachement côté attaque.
2. Les bagues des synchroniseurs ne doivent pas présenter de traces d'usure.
3. L'entrée des crabots ne doit pas être coupante.
4. Le système de verrouillage des synchroniseurs (bielles, ressorts, clavettes) ne doit pas être détérioré.
5. L'état des roulements (bruits, jeu).
6. L'usure des fourchettes en les replaçant dans les gorges des synchroniseurs.
7. Les coulisseaux, marqués aux cavités des billes de verrouillage.
8. Les billes et ressorts de verrouillage, l'état du système d'interdiction.
9. L'état du sélecteur côté commande et côté coulisseau.

Remplacer si nécessaire les éléments défectueux.

Remonter et régler

1. Remonter chaque arbre dans sa position précise. Elle est assurée à une seule extrémité (pour prévenir les contraintes mécaniques et thermiques). On doit retrouver les 4 points de contact :
 - arbre dans roulement :
 - immobilisation d'un côté → épaulement sur l'arbre ;
 - immobilisation de l'autre côté → écrou avec serrage au couple.
 - ensemble arbre + roulement dans carter :
 - immobilisation d'un côté → lamage, rainure dans le carter ;
 - immobilisation de l'autre côté → appui d'un couvercle.
2. Effectuer les réglages demandés selon le type de boîte en utilisant l'outillage spécifique préconisé. Exemple sur une boîte-pont pour moteur longitudinal : distance conique, jeu de denture, précontrainte des roulements.



À NOTER

Lorsqu'une boîte de vitesses ayant un kilométrage élevé présente une usure généralisée, il est préférable de prévoir son échange standard, ou son remplacement pour une boîte de vitesses neuve.



CONTRÔLER LE SYSTÈME DE FREINAGE

29

OBJECTIF

- Faire un diagnostic précis du système de freinage avant le passage au banc (contrôle technique)

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- L'outillage courant
- L'outillage de métrologie
- Un repousse-piston d'étrier
- Appareil de contrôle pour le liquide de frein

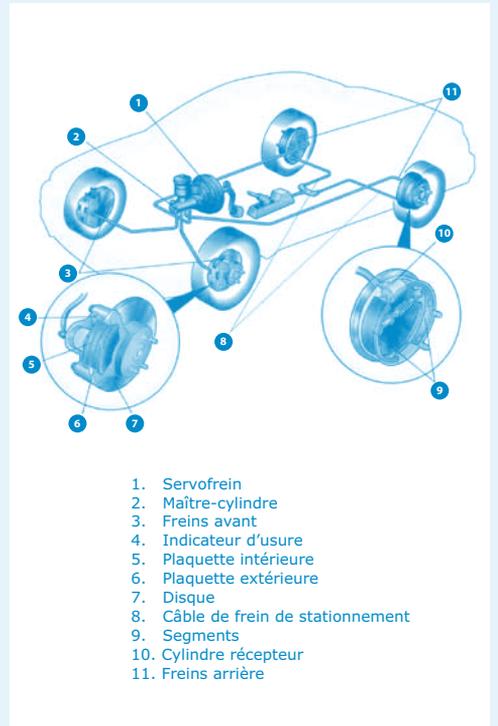
ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type de montage : 4 feins à disques ou disques à l'avant et tambours à l'arrière.
- ▶ Le type de branchement du double circuit.
- ▶ Le type de correcteur de freinage.
- ▶ Le type d'ABS.
- ▶ Les caractéristiques des freins à disques :
 - Type d'étrier.
 - Diamètre nominal du disque.
 - Épaisseurs nominale du disque et minimale après usure.
 - Voile maximal du disque.
 - Écart maximal d'épaisseur du disque.
 - Épaisseur minimale des plaquettes.
- ▶ Les caractéristiques des freins à tambours :
 - Diamètres nominal du tambour et maximal après usure.
 - Ovalisation maximale du tambour.
 - Épaisseur minimale des garnitures.
- ▶ Les caractéristiques du circuit hydraulique :
 - Type de liquide de freins.
 - Périodicité de remplacement.
- ▶ Les couples de serrage.
- ▶ La méthode de réglage du frein à main.
- ▶ La méthode de démontage des plaquettes de freins et des mâchoires de freins à tambours.

CONTRÔLER – MESURER

- ▶ **Vérifier** que le voyant rouge indiquant un niveau de liquide de frein trop bas ou une usure prononcée des plaquettes de frein ne soit pas allumé.
- ▶ **Vérifier** que le voyant orange d'ABS ne soit pas allumé.



Les freins à disques

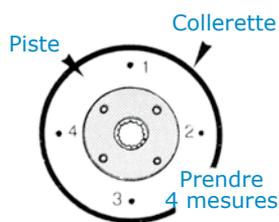
1. **Déposer** les plaquettes (voir fiche suivante)
2. **Contrôler** l'épaisseur des plaquettes
3. **Contrôler** la conformité des disques (diamètre, épaisseur du chanfrein (collerette) du rebord du disque)
4. **Contrôler** l'épaisseur des disques à plusieurs diamètres et en 4 points à l'aide du micromètre.
5. **Contrôler** le voile du disque (comparateur + support aimanté) et son état de surface. Comparer avec les valeurs constructeurs. Une rectification est possible à condition de ne pas dépasser l'épaisseur minimale.
6. **Détecter** les traces de gras autour du cache - poussière et éventuellement sur le disque et les plaquettes. Repousser les pistons à l'aide d'une cale en bois ou les visser dans le cylindre selon le cas pour vérifier leur bon fonctionnement (il est préférable d'utiliser un repousse piston qui est l'outil approprié s'il est en votre possession).
7. **Noter** tous les contrôles, remplacer ou réparer si nécessaire et remonter.

Les freins à tambours

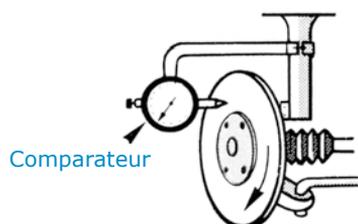
1. **Déposer** le tambour.
2. **Mesurer** le diamètre nominal au chanfrein sur le rebord du tambour.
3. **Mesurer** le diamètre du tambour en 2 points.
4. **Mesurer** l'ovalisation du tambour.
5. **Vérifier** l'état de surface. Une rectification est possible à condition de ne pas dépasser le diamètre maximal autorisé. Mesurer l'épaisseur des garnitures ainsi que l'état de surface : traces de gras, rayures, etc.
6. **Manœuvrer** les pistons des cylindres de roue à la main pour vérifier s'ils ne sont pas grippés.
7. **Écarter** les caches-poussières pour détecter les fuites. Actionner le frein à main et vérifier le bon coulissement des câbles et l'écartement des mâchoires.

Le circuit hydraulique

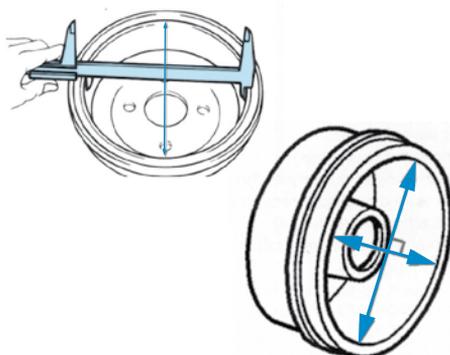
1. **Contrôler** le maître-cylindre : moteur tournant, freins en état → la course à la pédale doit être courte. Rester appuyé 1 min environ, la pédale ne doit pas aller au plancher. Contrôler le niveau dans le réservoir et l'état du liquide.
2. **Contrôler** les canalisations rigides ou flexibles.



Contrôler l'usure du disque



Contrôler le voile du disque



Contrôler le diamètre nominal et l'ovalisation du tambour

À NOTER

Le système de freinage est très important pour la sécurité du conducteur et des passagers. Un véhicule ne peut pas sortir d'un atelier avec des freins en mauvais état, la responsabilité du garagiste est engagée.



REEMPLACER DES PLAQUETTES DE FREINS

30

OBJECTIF

- Déposer, contrôler et reposer les plaquettes de freins en respectant les préconisations du constructeur.
- Contrôler et remplacer éventuellement les disques de freins

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un jeu de plaquettes neuves + les disques (éventuellement)
- L'outillage courant
- Un micromètre
- Un comparateur avec son support
- Un repousse-pistons

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les recommandations particulières au modèle de freins du véhicule pour dépose - repose des plaquettes + des disques.
- ▶ Le type exact de plaquettes.
- ▶ L'épaisseur minimale des disques.
- ▶ Le type de liquide frein préconisé.

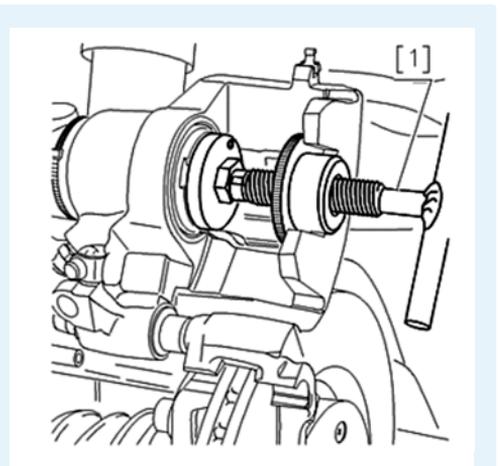
Préparer

1. **Caler et lever** le véhicule. Placer des chandelles aux points prévus.
2. **Déposer** les roues.
3. **Identifier** le modèle de freins (étriers fixes ou flottants), la marque et le type.
4. **Ouvrir** le bouchon du réservoir de liquide de freins pour voir si il est au niveau mini (sinon le vider jusqu'au mini) pour prévenir tout débordement lorsqu'on repousse les pistons.

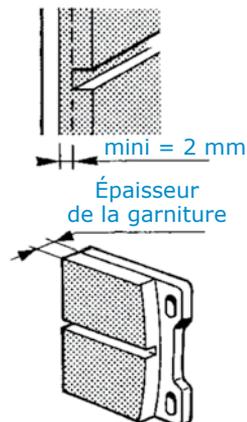
RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

1. **Ne déposer** qu'un côté à la fois afin de conserver le montage de référence. Débrancher le fil témoin d'usure sur la plaquette intérieure (si le véhicule en est équipé).
2. **Dégager** le système de verrouillage des plaquettes selon le modèle (clavettes, axe ou colonnettes).
 - Pour les étriers fixes et certains modèles d'étriers flottants : repousser les plaquettes avec une pièce de bois si on ne dispose pas du repousse-pistons adéquat et extraire les plaquettes.



Repousser le piston



Contrôle de l'épaisseur d'une plaquette de frein

Usure des plaquettes

- Pour les étriers flottants, il faut démonter tout ou partie de l'étrier selon le modèle ; les plaquettes se dégagent latéralement.

Contrôler

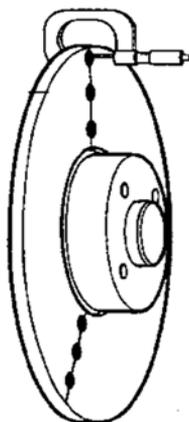
- 1. Épaisseur de la garniture :** 2 mm minimum.
- 2. État du disque** (voir fiche précédente) :
 - surface lisse (pas de rayure profonde),
 - épaisseur de piste en plusieurs points,
 - voile maximal du disque.
- 3. État de l'étrier :**
 - traces de gras,
 - grippage du piston,
 - état et montage du cache-poussière,
 - coulissement correct des glissières en cas d'étrier flottant.
- 4. État du flexible :**
 - fuites,
 - craquelures,
 - traces de frottement.

Reposer et tester

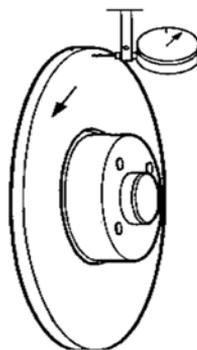
- 1. Nettoyer** l'étrier, les pièces d'appui et de coulissement.
- 2. Repousser** le ou les pistons à l'aide du repousse-pistons ou d'une pièce en bois le cas échéant. Si l'étrier comprend un piston qui se visse, tourner le piston en le repoussant (voir revue technique).
- 3. Placer** les éléments antibruit (s'ils existent) dans la position trouvée au démontage.
Remonter les pièces dans l'ordre inverse au démontage (comparer avec le côté non démonté pour le modèle).
- 4. Actionner** plusieurs fois la pédale de freins pour rapprocher les plaquettes du disque. Vérifier la mise en place de tous les verrouillages. Faire le niveau dans le réservoir avec le liquide préconisé.
- 5. Reposer** et serrer les roues au couple.
- 6. Faire un essai** du véhicule.

À NOTER

En cas de fuite ou de grippage d'un piston, il est indispensable de remplacer l'étrier complet. Il peut être nécessaire de remplacer les deux étriers en cas de déséquilibre de la force de freinage. De même lorsqu'un disque présente un défaut grave (rayures profondes, différence d'usure d'un côté par rapport à l'autre), il faut remplacer les deux disques et mettre un jeu de plaquettes neuves. Les constructeurs préconisent de remplacer un jeu de disques au bout de deux remplacements d'un jeu de plaquettes.



Épaisseur du disque



Voile du disque



REEMPLACER DES FREINS À TAMBOURS

31

OBJECTIF

- Contrôler et remplacer les freins à tambours en respectant les préconisations du constructeur.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un kit de frein complet
- Une pince à ressorts de freins
- Une pince à cylindres de roue
- Une clé à tuyauter
- Une bombe de nettoyant frein

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les renseignements techniques particuliers au modèle.
- ▶ La méthode de démontage et le réglage du frein à main.
- ▶ Le type de liquide frein préconisé.

Préparer

1. **Caler et lever** le véhicule. Placer des chandelles aux points prévus. Relâcher le frein à main et déposer les roues.
2. **Identifier** le modèle de freins et son rattrapage automatique.
3. **Décrocher ou détendre** au maximum le câble de frein à main par la vis de réglage sous le véhicule.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

Déposer le tambour :

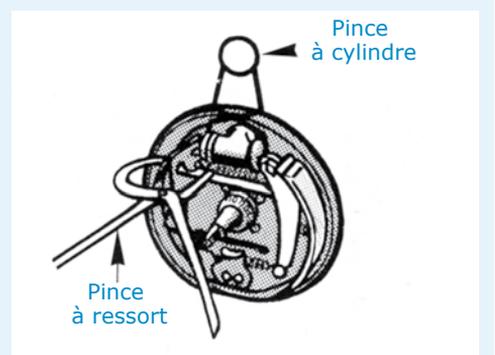
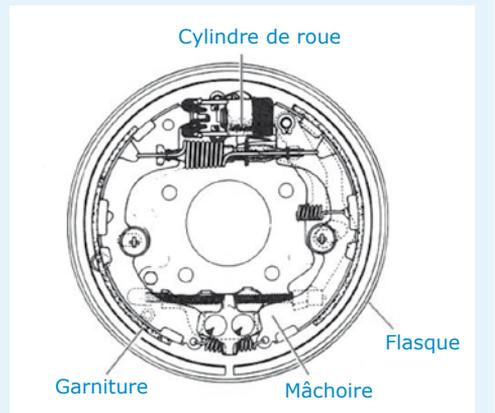
- ▶ **Ôter** les vis de fixation ou retirer le bouchon d'étanchéité du moyeu ainsi que l'écrou et la rondelle de fusée.
- ▶ **Frapper** doucement autour du tambour pour le décoller.
- ▶ **Dépoussiérer** le tambour et les garnitures à l'aide d'un pinceau et de nettoyant frein (ne pas utiliser la soufflette).

Démonter

1. **Ne démonter** qu'un côté à la fois afin de conserver un montage de référence.
2. **Ôter** le ressort inférieur puis le ressort supérieur (pince à freins).
3. **Mettre** en place la pince à cylindres de roues pour maintenir les pistons.



Déposer le tambour



Ne démonter qu'un seul côté à la fois pour garder l'autre côté en modèle

- Dégrafer** les ressorts de maintien latéraux des mâchoires sur le flasque. Enlever les mâchoires en repérant bien la position des ressorts et des différentes pièces de rattrapage automatique.
- Déposer** le segment primaire, la biellette et le segment secondaire.
- Désaccoupler** le câble de frein à main du segment secondaire. S'assurer du bon coulisement du levier de frein à main.
- Déposer** le cylindre de roue et boucher l'arrivée de liquide de frein venant du tuyau.

Contrôler

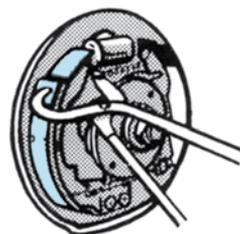
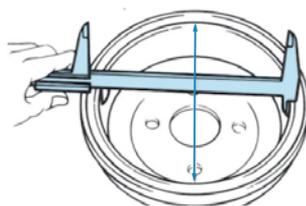
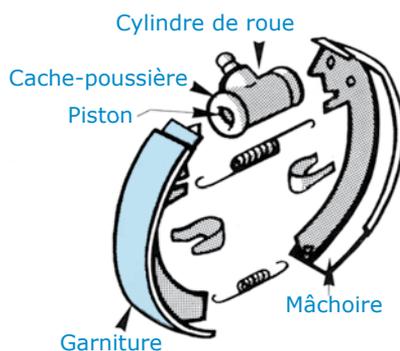
- Le coulisement des câbles de frein à main dans leurs gaines.
- L'usure des garnitures.
- Les fuites du cylindre de roue (en écartant les cache-poussières) et vérifier qu'il ne soit pas grippé en contrôlant que les pistons intérieurs se déplacent librement.
- Les ressorts, leviers et agrafes.
- L'ovalisation du tambour en prenant deux mesures diamétralement opposées et son diamètre.
- L'état des roulements.

Remonter

- Nettoyer** avec la bombe de nettoyant frein le flasque en évitant d'en mettre sur les roulements.
- Graisser** légèrement le flasque à l'endroit ou porte les segments pour éviter les grinçements
- Monter** le cylindre de roue neuf.
- Remonter** les leviers de frein à main et de rattrapage sur les nouvelles mâchoires.
- Remonter** tous les éléments neuf dans l'ordre inverse du démontage.
Remarque : les constituants du mécanisme de frein sont particuliers au coté droit et gauche, il est impératif de ne pas les panacher.
- Replacer** les ressorts (pince ressorts de freins). Placer le système de rattrapage en position de départ.
- Contrôler** la bonne position de toutes les pièces et leur fixation (comparer éventuellement avec l'autre côté).

Reposer

- Nettoyer** la piste du tambour de toute trace de gras.
- Bien centrer** les mâchoires.
- Reposer** le tambour et régler le câble de frein à main.
- Purger** le système de freinage (voir fiche concernée), appuyer sur la pédale pour faire agir les systèmes de rattrapage.
- Faire un essai** sur route.



Contrôle de l'ovalisation

À NOTER

Lors du remplacement des freins à tambour, il est préférable de changer les cylindres de roue mêmes s'ils ne fuient pas car souvent les fuites se produisent peut de temps après et il faut donc refaire l'opération en remplaçant le kit complet puisque les garnitures sont imbibées de liquide frein dans ce cas là.

Il est préférable de choisir des kits de freins pré-montés.



PURGER LE CIRCUIT DE FREINAGE

32

OBJECTIF

- Éliminer les bulles d'air qui, par leur compressibilité, empêchent la transmission normale de l'effort de freinage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Les housses d'aile
- L'outillage courant
- Un bidon de liquide de freins correspondant aux données constructeurs
- Une bouteille et un tuyau flexible transparent

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

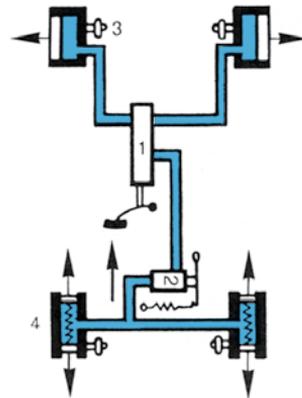
Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les caractéristiques du circuit de freinage.
- ▶ Le type de double circuit.
- ▶ Le type de liquide frein préconisé (DOT 4...).

Préparer

- ▶ Le bidon de liquide de freins correspondant aux données constructeurs.
- ▶ Un tuyau en plastique souple dont le diamètre s'adapte sur les purgeurs.
- ▶ Une petite bouteille transparente.
- ▶ Une housse d'aile à placer impérativement sur l'aile avant gauche.

1. **Placer** l'avant du véhicule sur chandelles et déposer les roues (si cela est nécessaire pour accéder aux purgeurs).
2. **Soulever** l'arrière du véhicule et placer le sur chandelles uniquement s'il ne comporte pas de correcteur de freinage asservi à la suspension car celui-ci devrait alors détecter une charge.
3. **S'assurer** que le niveau de liquide de frein est au maxi, en rajouter si nécessaire. Laisser le bocal ouvert.
4. **Attention** : il y a un ordre à respecter pour effectuer la purge suivant le montage en H ou en X. Il est préférable de consulter la revue technique du véhicule pour voir l'ordre d'ouverture des vis de purge. Selon le type de circuit il est possible de faire une purge de la roue la plus éloignée à la plus proche du maître cylindre (1.ARD, 2. AR.G, 3 AV.D, 4. AV.G).



1. Maître-cylindre tandem
2. Correcteur de freinage
3. Récepteur de frein à disque
4. Cylindre de roue (frein à tambour, montage en H)



Appuyer lentement sur la pédale

RÉALISER L'INTERVENTION

Purger

1. **Faire monter** quelqu'un dans la voiture pour appuyer sur la pédale de frein.
2. **Retirer** les bouchons des purgeurs et ouvrir le purgeur arrière droit (exemple) en le tournant d'environ $\frac{1}{4}$ de tour.
3. **Placer** le tuyau sur le purgeur et le faire tremper dans la bouteille.
4. **Effectuer** la purge :
 - Faire appuyer sur la pédale.
 - Ouvrir le purgeur et le refermer dès que la pédale est au plancher.
 - Faire pomper lentement est bien à fond sur la pédale, dès qu'elle est au maxi, rester en appui sur la pédale.
 - Ouvrir le purgeur et le refermer dès que la pédale est au plancher. Répéter l'opération plusieurs fois jusqu'à qu'il n'y est plus de bulle d'air à chaque roue et dans l'ordre indiqué en fonction du type de circuit.
5. **Faire le niveau** du bocal avec du liquide neuf après la purge de chaque roue. La pédale doit rester ferme et non élastique sinon, recommencer la purge. Remettre les bouchons des purgeurs.
6. **Essayer** le véhicule : si le freinage est correct mais avec encore une course de la pédale trop longue, il faut vérifier le fonctionnement des rattrapages automatiques.

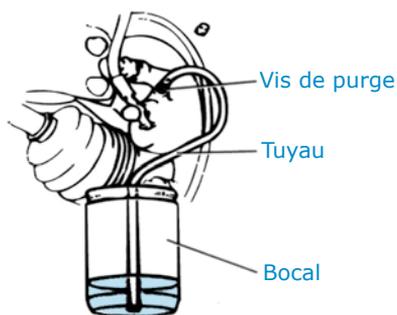
À NOTER

Il est possible de purger sans appuyer sur la pédale de freins en utilisant un appareil de purge à pression ou à aspiration. Dans ce cas là plus besoin d'être deux (voir la notice de l'appareil).

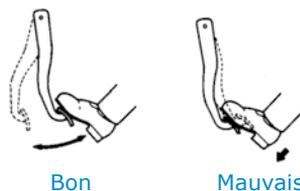
Si le véhicule est muni d'un système ABS, il faut voir la méthode constructeur si on veut également purger le bloc ABS (utilisation de l'outil de diagnostic). Dans le cas d'une purge classique voir la procédure ci-dessus.

Dans tous les cas, la purge étant très importante pour l'efficacité de freinage, il faut suivre la méthode constructeur.

Attention à ne pas tomber du liquide de frein sur la peinture du véhicule celui-ci est très corrosif.



Ouvrir le purgeur



Purgeur de freins



Appareils de purge de freins



RÉGLER UN CORRECTEUR DE FREINAGE

33

OBJECTIF

- Vérifier que la pression de freinage arrière est bien limitée à des valeurs précises en fonction du freinage avant et de la charge du véhicule.
- Contrôler et régler le compensateur de freinage.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Une mallette de contrôle des pressions hydrauliques ou 2 manomètres et raccords
- Un bidon de liquide de freins correspondant aux données constructeurs

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

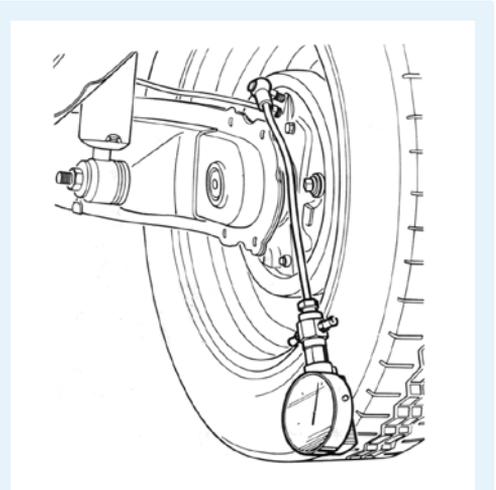
- ▶ Le type de double circuit.
- ▶ Le type de correcteur (compensateur).
- ▶ La position du correcteur.
- ▶ Les valeurs des pressions hydrauliques et les conditions de contrôle.
- ▶ Le type de liquide frein préconisé.

Préparer

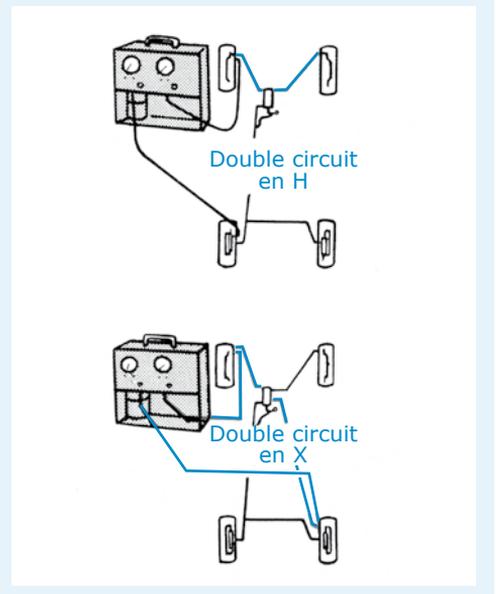
1. **Placer** le véhicule sur un pont élévateur pour roues posées.
2. **Préparer** la mallette de contrôle et sa notice ou 2 manomètres de pression hydraulique (de 0 à 100 bars) avec les raccords correspondant aux purgeurs de freins.
3. **Remplacer** les purgeurs par les raccords de prise de pression correspondants.
4. **Brancher** les flexibles raccords aux manomètres. **Respecter** le branchement du type de double circuit en H ou en X.
5. **Placer** un aide à la pédale de frein.
6. **Purger** les tuyaux et l'appareil de contrôle au pied ou avec l'appareil de purge (voir la fiche concernée). Faire chuter la pression dans le bocal, après la purge de l'appareil.
7. **S'assurer** que le maître-cylindre fonctionne correctement. Tout d'abord il faut contrôler qu'il n'y a pas de fuites externes sur le maître cylindre.

Procédure de contrôle : exercer un effort sur la pédale de frein :

- ▶ Si la pédale s'enfonce un peu puis devient dure, le maître cylindre est en bon état
- ▶ Si la pédale s'enfonce progressivement, il y a une fuite interne, cela entraîne le remplacement du maître cylindre.



Raccorder le manomètre



RÉALISER L'INTERVENTION

Contrôler – régler

1. Contrôles préliminaires :

- Contrôler visuellement l'absence de fuite.
- Vérifier pour un véhicule équipé d'un correcteur asservi à la charge :
 - l'état mécanique de la liaison suspension-correcteur ;
 - que le véhicule soit placé sur un sol plan et horizontal, train roulant en position de roulage ;
 - que les conditions de charge préconisées par le constructeur soient respectées.

2. Faire appuyer progressivement sur la pédale de freins jusqu'à obtenir la 1^{ère} pression demandée en lisant sa valeur sur le manomètre avant.

3. Faire maintenir cette pression constante à l'avant et lire la valeur indiquée par le manomètre arrière. Noter la valeur.

- 1^{re} mesure : valeurs identiques (pression non limitée à l'arrière)
- 2^e mesure : répéter l'opération en produisant une pression plus élevée dans le circuit avant et lire la valeur sur le manomètre AR. Noter la valeur.
- Répéter l'opération pour la 3^e mesure, éventuellement une 4^e selon les valeurs constructeur.

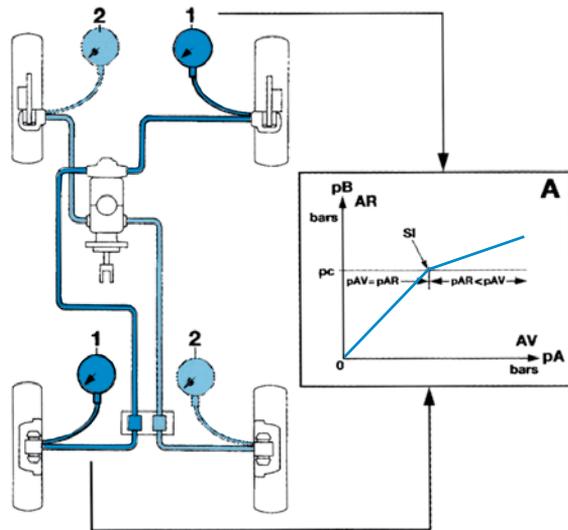
4. Comparer les valeurs trouvées avec les valeurs constructeur. En cas de défaut, il faut remplacer le correcteur ou bien régler selon les préconisations du constructeur.

5. Si le correcteur est asservi à la suspension, reprendre les valeurs 2 fois :

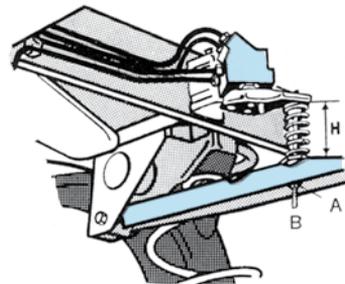
- 1^{re} prise : véhicule à vide
- 2^e prise : Véhicule en charge dans les conditions définies par le constructeur.

Débrancher l'appareil

1. Faire chuter la pression résiduelle sur l'appareil. Débrancher les flexibles.
2. Dévisser les raccords et revisser immédiatement les purgeurs.
3. Purger le circuit (voir fiche concernée) et remettre à niveau le réservoir de liquide de frein.
4. Abaisser le véhicule.
5. Faire un essai.

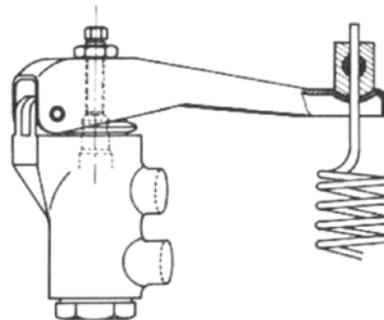


Comparer les pressions avant et arrière



Réglage d'un compensateur asservi

Compensateur de freinage



À NOTER

En cas de compensateur intégré dans les cylindres de roues, s'il y a un défaut sur un circuit, il faut remplacer les deux cylindres de roue.



OBJECTIF

- Déposer et reposer un servo-frein.
- Diagnostiquer un dysfonctionnement sur le servo-frein.
- Effectuer les différents contrôles et réglage nécessaires au bon fonctionnement de celui-ci.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- L'outillage courant
- Un manomètre de pression un dépressio-
mètre avec un raccord en « T ».

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode particulière de dépose/repose de l'amplificateur de freinage (servo-frein) pour le véhicule concerné.
- ▶ Le diamètre de l'amplificateur de freinage.

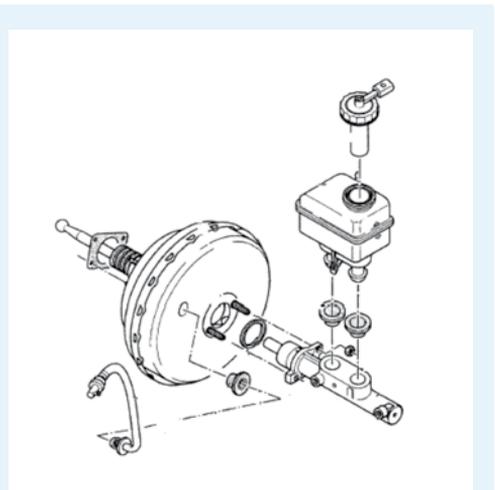
RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

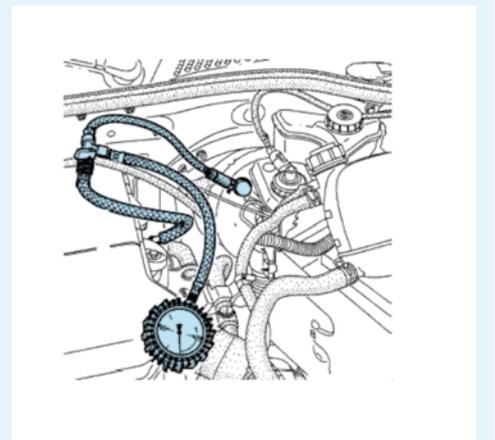
1. **Débrancher** la batterie et déposer le maître-cylindre.
2. **Débrancher** le raccord de dépression sur le corps du servo-frein.
3. **Déposer** l'axe de chape de commande sur la pédale de frein et les quatre écrous de fixation du servo sur le tablier.
4. **Déposer** le servo-frein.

Contrôler

1. **Contrôles** préliminaires :
 - vérifier l'état des canalisations et des raccords,
 - vérifier le serrage des colliers.
2. **Contrôles :**
 - Contrôle n° 1 :**
 - moteur à l'arrêt, enfoncer la pédale de frein,
 - mettre le moteur en marche. Si le servo-frein fonctionne la pédale doit s'enfoncer légèrement.
 - Contrôle n° 2 :**
 - mettre le moteur en marche,
 - arrêter le moteur après 1 à 2 minutes de fonctionnement,
 - enfoncer la pédale avec la force habituelle plusieurs fois afin de placer les deux chambres A et B à la pression atmosphérique,



Ampli.cateur de freinage
(servo-frein) + maître cylindre



Branchement du manomètre

- si la première course de la pédale est longue et que les suivantes sont de plus en plus courtes le système fonctionne normalement. La pédale doit devenir dure et de course réduite.

□ Contrôle n° 3 :

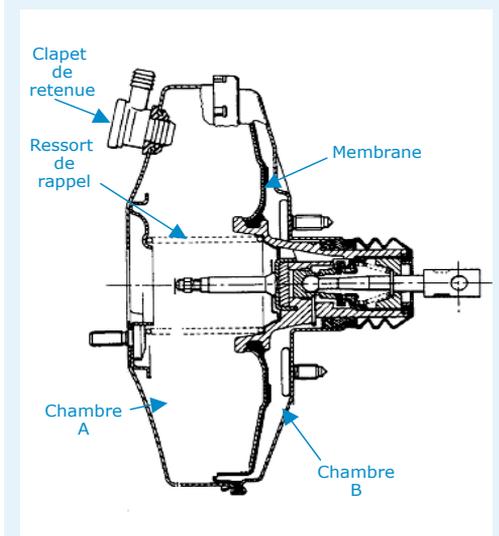
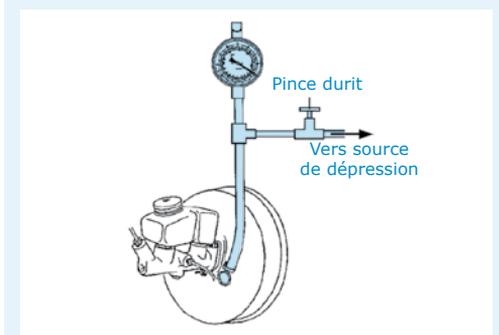
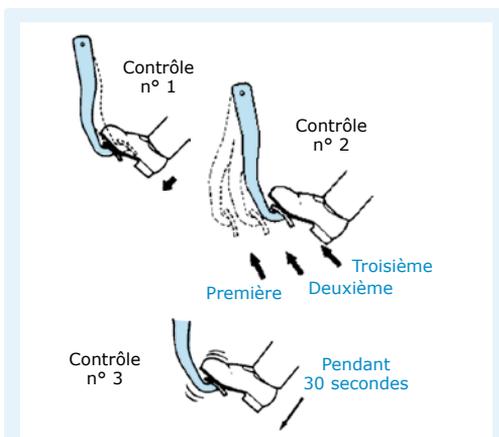
- mettre en marche le moteur et enfoncer la pédale,
 - arrêter le moteur et garder la pédale enfoncée pendant 30 secondes environ,
 - si la hauteur ne varie pas le servo-frein fonctionne.
3. Si lors d'un des trois contrôles, un dysfonctionnement est constaté, **effectuer le contrôle** à l'aide d'un manomètre :
- Brancher un manomètre de pression d'air entre le servo-frein et la source de pression.
 - Mettre le moteur en marche et contrôler la valeur de dépression : $0,7 b < P < 0,8 b$ (égal à la dépression de la source venant du collecteur d'admission ou de la pompe à vide). Sinon vérifier l'état des durits, du clapet de retenue, le montage et la source de dépression.
 - Pour le contrôle de l'étanchéité du servo-frein, mettre le moteur au ralenti, pincer la durit provenant de la source de dépression. Arrêter le moteur. En 15 secondes la dépression ne doit pas chuter de plus de 30 mbar sinon changer le servo-frein.
 - Le fonctionnement du servo-frein ne doit occasionner aucune variation du régime moteur.

Reposer

1. **Monter** un joint neuf sur le maître-cylindre et l'amplificateur.
2. **Vérifier** avant la repose le réglage de garde du maître-cylindre. Celle-ci s'obtient en agissant sur l'écrou de la tige de poussée pour obtenir la cote constructeur entre l'extrémité de la tige de poussée et la face d'appui du maître-cylindre (si elle est réglable).
3. **Contrôler** également le réglage de la chape côté pédale de frein.
4. **Dévisser** le contre-écrou pour régler.
5. **Purger** le circuit après repose.

Remplacement du clapet de retenue

1. **Débrancher** le tube d'arrivée de dépression au servo-frein.
2. **Tirer** en tournant le clapet de retenue pour le dégager de la rondelle d'étanchéité caoutchouc.
3. **Contrôler** l'état de cette rondelle d'étanchéité et le clapet de retenue.
4. **Remplacer** les pièces défectueuses et remettre l'ensemble en place.



Etanchéité du servo-frein

À NOTER

En cas de dysfonctionnement de l'amplificateur de freinage, il faut remplacer l'ensemble car il n'est pas réparable. Seuls sont possibles les remplacements du filtre à air et du clapet de retenue.



OBJECTIF

- ❑ Identifier tous les éléments d'un système ABS.
- ❑ Effectuer le diagnostic suite à une panne d'origine électrique (le voyant s'éclaire).
- ❑ Réaliser la purge du circuit hydraulique à l'aide de l'outil de diagnostic.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles
- ❑ Un jeu de cales
- ❑ Un multimètre
- ❑ Un oscilloscope
- ❑ Les fiches sur l'utilisation du multimètre et le contrôle d'un relais

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

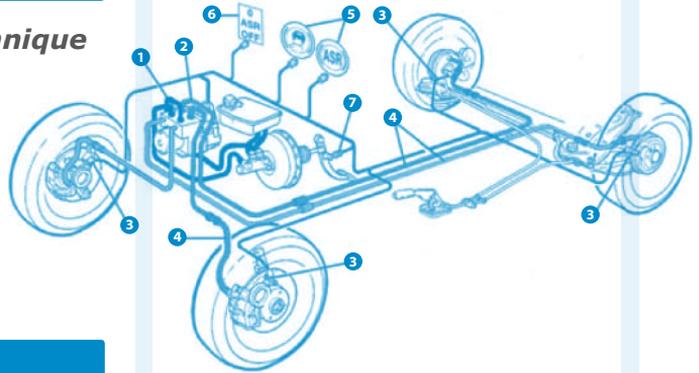
- ▶ L'emplacement des composants du système ABS et le schéma électrique.
- ▶ Les valeurs constructeur et les bornes de mesure des éléments du système.
- ▶ La méthode de purge.

CONTRÔLER – MESURER

Cette gamme de contrôle est une méthode générale. En fonction du type d'ABS équipant le véhicule, il est conseillé de voir la méthode préconisée par le constructeur.

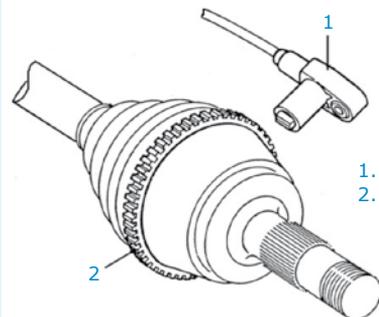
Contrôler

1. **Contrôle** du ou des fusibles protégeant le système ABS.
2. **Contrôle** des capteurs de vitesse :
 - vérifier le jeu au roulement,
 - vérifier la fixation des capteurs de roue,
 - contrôler visuellement la propreté et l'état de la couronne et des capteurs,
 - contrôler l'entrefer (voir la valeur constructeur avant et arrière) : Positionner une dent de la couronne en face le capteur de roue et contrôler l'écartement à l'aide d'un jeu de cales (écartement non réglable).
3. **Contrôle** du témoin ABS :
 - mettre le contact,
 - vérifier l'allumage du témoin puis son extinction au bout de 3 secondes environ.
4. **Contrôle** de l'alimentation et la mise à la masse du calculateur :
 - couper le contact,



- 1 Bloc hydraulique ABS
- 2 Calculateur ABS
- 3 Capteurs des quatre roues
- 4 Tuyauterie hydraulique
- 5 Témoin hydraulique
- 6 Faisceau électrique
- 7 Capteur pédale de freins

Éléments de l'ABS



- 1. Capteur
- 2. Cible

Capteur inductif

- débrancher le connecteur du calculateur ABS,
- mettre le contact,
- contrôler l'alimentation du calculateur entre la borne du connecteur et la masse, multimètre en position voltmètre ($= U_{\text{bat}}$),
- couper le contact,
- contrôler la mise à la masse du calculateur entre la borne du connecteur et la masse, multimètre en position ohmmètre ($= 0\Omega$).

5. Contrôle des capteurs de vitesse (si capteurs inductifs) au multimètre :

- couper le contact et débrancher le connecteur du calculateur,
- contrôler la résistance entre les bornes du connecteur ABS sans débrancher le capteur, multimètre en position ohmmètre (voir valeur constructeur),
- contrôler la résistance entre les bornes du capteur de roue, multimètre en position ohmmètre (voir valeur constructeur),
- contrôler l'isolement du capteur par rapport à la masse,
- renouveler l'opération pour chaque capteur.

6. Contrôle de la tension délivrée par un capteur inductif :

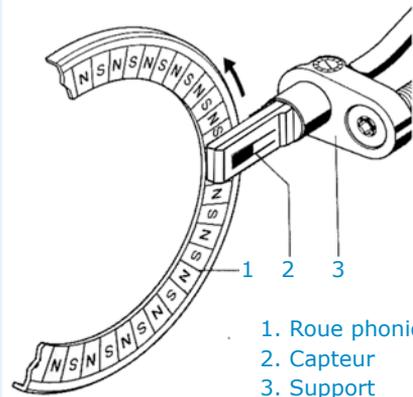
- couper le contact,
- débrancher le connecteur du calculateur,
- relier un voltmètre en position alternatif aux bornes du capteur ou aux bornes du connecteur ABS,
- soulever le véhicule roue par roue (en appuie sur une chandelle),
- faire tourner la roue à environ 60 tr/min,
- contrôler la tension (voir valeur constructeur).

7. Contrôle du signal capteur à l'oscilloscope :

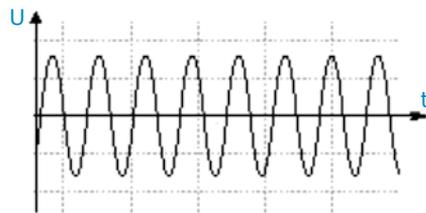
- couper le contact,
- débrancher le connecteur du calculateur,
- relier un oscilloscope aux bornes du capteur ou aux bornes du connecteur ABS,
- soulever le véhicule roue par roue (en appuie sur une chandelle),
- faire tourner les roues une à une à environ 60 tr/min,
- contrôler la forme des signaux pour chaque roue. On doit avoir un signal sinusoïdal.

8. Contrôle des capteurs de vitesse (si capteurs actifs) à l'oscilloscope :

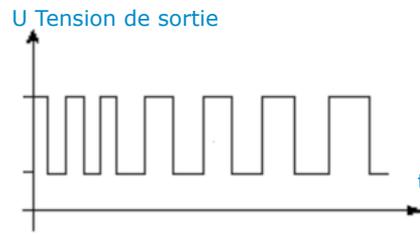
- contact mis, calculateur branché,
- mesurer le signal aux bornes du capteur et comparer avec le signal de référence (signal carré).



Capteur actif



Signal de capteur inductif



Signal de capteur actif

À NOTER

Un capteur inductif n'a pas besoin d'être alimenté par une source de courant pour pouvoir délivrer un signal contrairement au capteur actif qui doit avoir une source de tension.

On ne peut donc pas contrôler un capteur actif à l'aide d'un ohmmètre.



OBJECTIF

- Identifier tous les éléments d'un système ABS.
- Effectuer le diagnostic suite à une panne d'origine électrique (le voyant s'éclaire).
- Réaliser la purge du circuit hydraulique à l'aide de l'outil de diagnostic.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- Un multimètre
- Un outil de diagnostic
- Les fiches sur l'utilisation du multimètre et le contrôle d'un relais.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

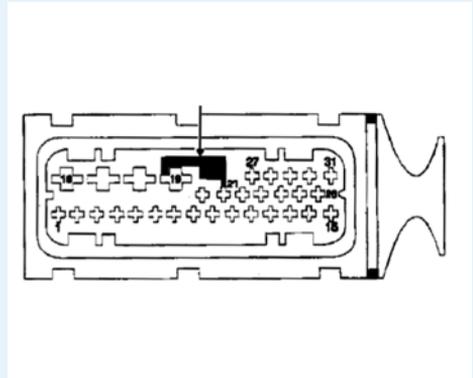
- ▶ L'emplacement des composants du système ABS et le schéma électrique.
- ▶ Les valeurs constructeur et les bornes de mesure des éléments du système.
- ▶ La méthode de purge.

CONTRÔLER – MESURER

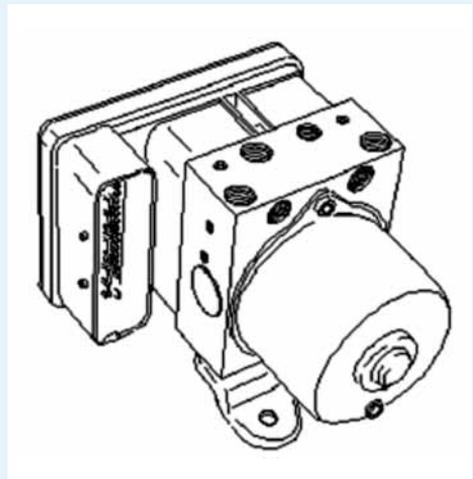
Cette gamme de contrôle est une méthode générale. En fonction du type d'ABS équipant le véhicule, il est conseillé de voir la méthode préconisée par le constructeur.

Contrôler

1. **Contrôle** des relais (si accessible) :
 - couper le contact,
 - débrancher le connecteur du calculateur,
 - contrôler la tension d'alimentation aux bornes du connecteur par rapport à la masse (= U_{bat}),
 - contrôler la résistance des bobines de commande,
 - contrôler le circuit de puissance des relais (palettes).
2. **Contrôle** de la résistance moto-pompe :
 - couper le contact,
 - débrancher le connecteur du calculateur,
 - contrôler la résistance entre les bornes du connecteur (voir valeur constructeur).
3. **Contrôle** de la mise à la masse moto-pompe :
 - couper le contact,
 - débrancher le connecteur du calculateur,
 - contrôler la mise à la masse moto-pompe (= 0Ω).



Exemple de connecteur ABS



Bloc hydraulique

4. Contrôle contacteur de position de pédale de frein :

- couper le contact,
- débrancher le connecteur du calculateur,
- mettre le contact,
- contrôler la tension entre les bornes et la masse en actionnant la pédale de frein (pédale relâchée = 0 V, pédale enfoncée = tension batterie).

5. Contrôle des électrovannes du bloc à l'aide de l'outil de diagnostic :

- couper le contact,
- rebrancher le connecteur du calculateur,
- brancher la valise de diagnostic,
- mettre le contact,
- sélectionner test par calculateur,
- sélectionner le calculateur d'ABS,
- rechercher le menu actionneur,
- actionner les électrovannes ABS,
- écouter le bruit de fonctionnement.

6. Purge du circuit hydraulique :

- couper le contact,
- rebrancher le connecteur du calculateur,
- rechercher sur la revue technique la procédure et la nécessité ou non de l'utilisation de l'outil de diagnostic pour effectuer une purge,
- utiliser un appareil de mise sous pression de circuits de freinage classique,
- connecter ou non l'outil de diagnostic.



Contacteurs de position

À NOTER

Les relais (parfois), la moto-pompe et les électrovannes sont intégrés au bloc hydraulique.



DÉPOSER ET REPOSER UN AIRBAG CONDUCTEUR

37

OBJECTIF

- ❑ Déposer et reposer un airbag conducteur en respectant impérativement les règles de sécurité.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ L'outillage courant
- ❑ L'outil de diagnostic

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode particulière de dépose/repose de l'airbag conducteur pour le véhicule concerné.
- ▶ Les consignes de sécurité.
- ▶ Les couples de serrage.

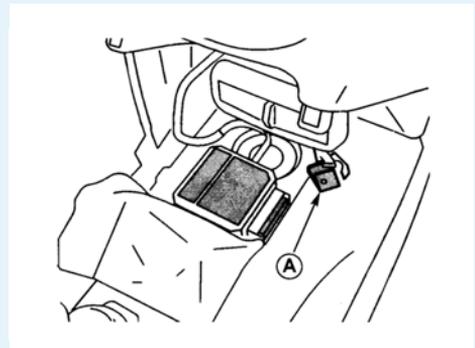
RÉALISER L'INTERVENTION

Cette gamme de dépose/repose est une méthode générale. Il est conseillé de voir la méthode préconisée par le constructeur pour le véhicule concerné.

Dépose

1. Contrôle et opérations préliminaires :

- Établir le contact et vérifier le fonctionnement du témoin lumineux d'airbag au niveau du tableau de bord (le témoin doit s'allumer puis s'éteindre).
- Retirer la clé du contacteur.
- Débrancher la borne négative de la batterie et isoler celle-ci.
- Attendre dix minutes avant toutes autres opérations (temps nécessaire pour la décharge de la capacité du module électronique de déclenchement).
- Démontez et soulevez la console centrale pour débrancher la broche de connexion électrique (A).



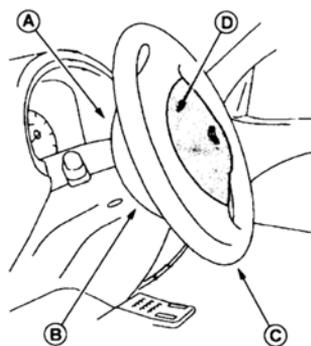
Débrancher la broche de connexion électrique

2. **Tourner** le volant (C) pour dévisser et déposer les vis de fixation (A) et (B) de l'airbag situées derrière celui-ci.

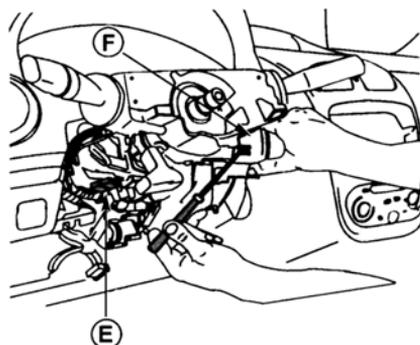
3. **Soulever et ramener** (avec précautions) l'airbag (D) vers soi, jusqu'à pouvoir débrancher le connecteur. Déposer ensuite l'airbag conducteur et stocker celui-ci dans une armoire fermée en positionnant le sac gonflable vers le haut.

4. **Positionner** les roues avant dans la position de « ligne droite » et desserrer légèrement l'écrou central de fixation du volant. Extraire celui-ci jusqu'à venir en butée sur l'écrou, retirer le ensuite complètement et déposer le volant de direction.

5. **Déposer** le carter inférieur avec le carter supérieur de la colonne de direction. Dégrafer et débrancher la broche de connexion électrique (E). Dégrafer et dégager le transpondeur (F) sur le côté. Dévisser et déposer les trois vis de fixation (G) du contacteur tournant et déposer celui-ci sans forcer.



Dépose de l'airbag



Débrancher le connecteur et déposer le transpondeur

Repose

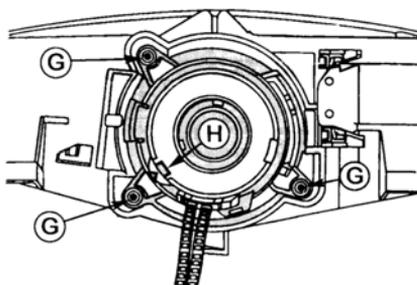
1. **Régler** le contacteur tournant en tournant la platine supérieure jusqu'à obtenir l'alignement des repères (H).

2. **Remonter** tous les éléments en suivant l'ordre inverse de la dépose et rebrancher la broche de connexion électrique (E) et remonter le transpondeur (F).

3. **Serrer** l'écrou central du volant et toutes les vis de fixation de l'airbag au couple prescrit.

4. **Rebrancher** la broche de connexion (A).

5. **Vérifier** que personne ne se trouve à l'intérieur du véhicule et rebrancher la borne négative de la batterie. Établir le contact et vérifier le fonctionnement du témoin lumineux d'airbag (le témoin doit tout d'abord s'allumer puis s'éteindre).



Dépose du contacteur tournant

À NOTER

Il est impératif de suivre les consignes de sécurité indiquées dans la revue technique.

Suite à une intervention sur le système d'airbag, il est conseillé d'effectuer un contrôle complet du système avec l'outil de diagnostic.

L'opération dépose/repose d'un airbag conducteur peut être nécessaire lors d'un contrôle d'une géométrie d'un train avant pour recentrer le volant.



CONTRÔLER LA SUSPENSION

38

OBJECTIF

- ❑ Faire un diagnostic précis du système de suspension autre qu'une suspension pilotée avant le passage au banc (contrôle technique).

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles
- ❑ L'outillage courant
- ❑ Un réglet ou un mètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les caractéristiques de la suspension avant et arrière.
- ▶ La pression des pneumatiques.
- ▶ Les hauteurs de caisse avant et arrière.
- ▶ Les conditions et points de contrôle.

CONTRÔLER

Le jeu des articulations

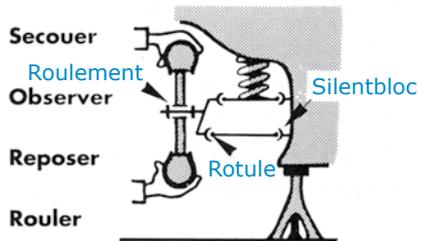
1. **Soulever** du sol les roues avant (pendantes).
2. **Donner** aux roues un mouvement d'oscillations haut / bas puis droite / gauche pour simuler les efforts dus à la route.
3. **Placer** simultanément une main sur chaque rotule et silentbloc (axe antibruit) et détecter les jeux anormaux de ces éléments.
4. **Reposer** le véhicule au sol. Le train avant se retrouvant alors en contrainte, déplacer le véhicule afin de redonner au train avant une assiette normale.

L'état des amortisseurs (sans appareil)

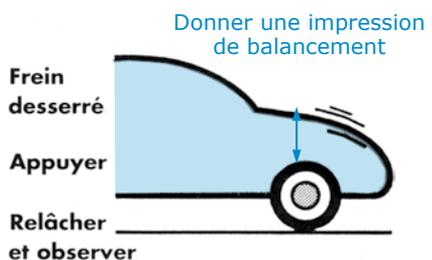
1. **Retirer** le frein à main sur sol plat.
2. **Écraser** par une forte poussée vers le bas l'élément de suspension avant gauche puis relâcher vivement. La caisse doit remonter puis se stabiliser immédiatement. S'il subsiste un balancement (> à une oscillation) l'amortisseur est hors d'usage.
3. **Répéter** l'opération pour les 4 amortisseurs.



Faire la pression des pneumatiques



Contrôle des jeux



Écraser l'élément de suspension

Les hauteurs de caisse

Le véhicule doit se trouver dans les conditions requises par le constructeur : à vide, en charge, réservoir plein ou non.

1^{re} méthode

- ▶ **Vérifier** que la pression des pneus est correcte ainsi que la dimension des roues d'origine.
- ▶ **Mesurer** à l'aide d'un régllet ou d'une pige spéciale la distance entre le châssis et le sol, aux 4 points indiqués par le constructeur (en général sur les longerons dans l'axe des roues).
- ▶ **Comparer** les hauteurs trouvées avec celles prévues par le constructeur dans les mêmes conditions.

2^e méthode

Aux côtes relevées aux 4 points du châssis, on soustrait pour chacun la côte relevée entre l'axe de roue et le sol. Ce qui a pour effet d'annuler un défaut éventuel de pression des pneumatiques ou de dimension de roue. Comparer les côtes trouvées avec celles préconisées par le constructeur.

Dans tous les cas il faut suivre la méthode préconisée par le constructeur.

RÉGLER

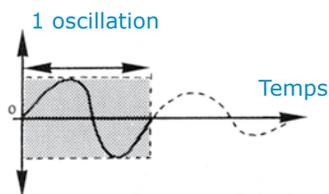
Si la différence entre les côtes trouvées et celles demandées par le constructeur dépasse la tolérance admise, il est nécessaire d'effectuer un réglage si les barres de torsions sont réglables (pour l'arrière).

Sur les autres systèmes (ressorts à lames ou hélicoïdaux), il faut remplacer les ressorts (voir fiches « remplacer un amortisseur »).

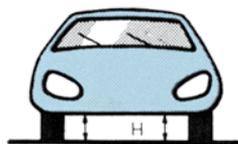
À NOTER

Pour une plus grande précision, il est conseillé de compléter le contrôle des amortisseurs à l'aide d'un appareil de contrôle à mesure électronique des oscillations (banc de suspension).

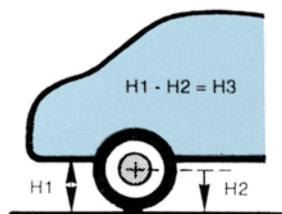
Les amortisseurs comme les ressorts se remplacent par paire.



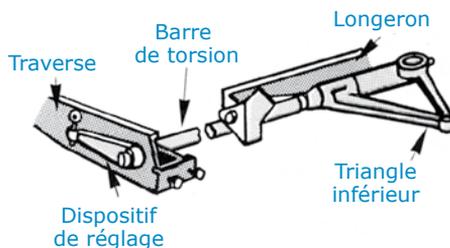
Efficacité d'un amortisseur.



H = hauteur de caisse/sol



Hauteurs de caisse.



Réglage de la barre de torsion.



REEMPLACER UN AMORTISSEUR ARRIÈRE

39

OBJECTIF

- ❑ Remplacer les amortisseurs arrière ne nécessitant pas la dépose des ressorts.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Les deux amortisseurs arrière neufs
- ❑ L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Que ce type d'amortisseur est bien extérieur au ressort.
- ▶ Les couples de serrage.
- ▶ Consulter la méthode préconisée par le constructeur, ainsi que celle fournie avec les amortisseurs de rechange.

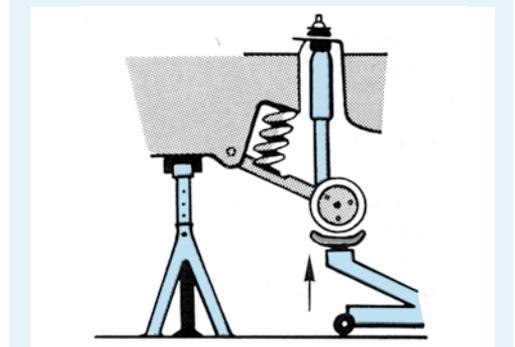
Préparer

1. **Placer** le train arrière sur chandelles.
2. **Déposer** les roues.
3. **Placer** le cric rouleur sous un bras de suspension côté moyeu afin de comprimer légèrement la suspension et débrider l'amortisseur

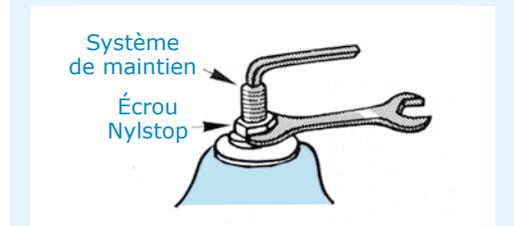
RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

1. **Ne démonter** qu'un seul côté à la fois :
 - Pour conserver un montage de référence.
 - Dans certains cas, l'essieu arrière n'est retenu à la détente que par les amortisseurs.
2. **Dévisser** l'écrou supérieur après avoir observé le système de protection (écrou « nylstop » ou le contre écrou). Placer la clé appropriée sur la tige pour l'empêcher de tourner sur elle-même. En cas de difficulté, il est possible de tenir la tige de poussée de l'amortisseur à la pince-étau sous le passage de roue. Ne jamais faire cela avec l'amortisseur neuf.
3. **Dévisser** l'axe inférieur. Déposer l'amortisseur.

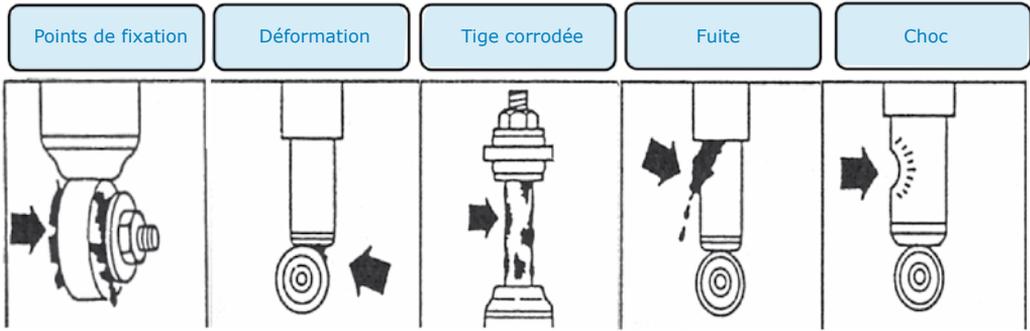


Soulever légèrement



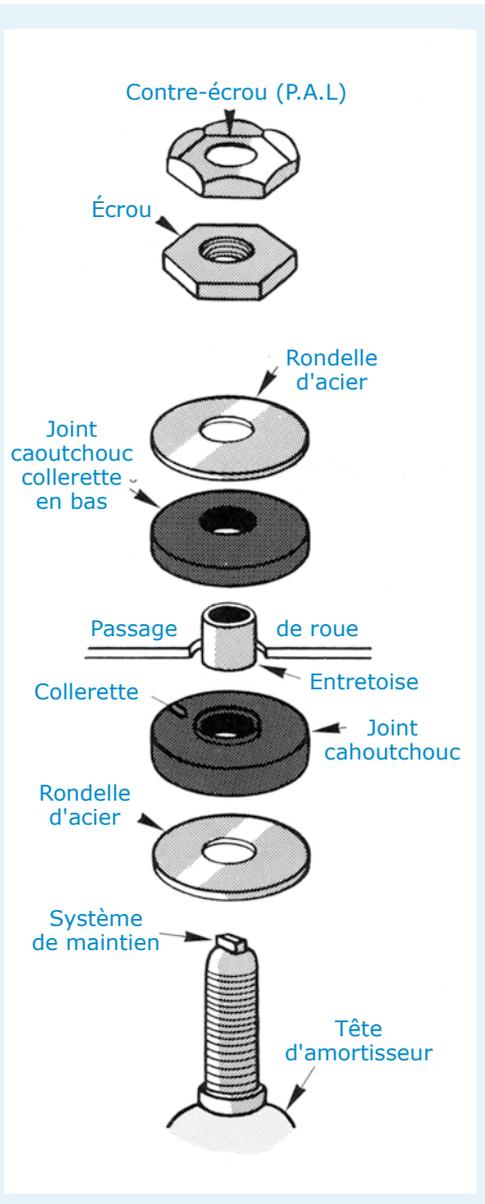
Côté tête d'amortisseur

Contrôle de l'amortisseur



Reposer

1. **Enlever** (avant la repose) toute rondelle qui aurait pu rester collée sur ou sous le passage de roue et faire éventuellement un montage à blanc des différentes rondelles en s'aidant du schéma fourni. Bien respecter l'ordre et le sens des pièces.
2. **Visser** sans bloquer l'axe du pied d'amortisseur.
3. **Placer** sur la tête : la rondelle métallique, le joint caoutchouc collerette vers le haut, l'entretoise.
4. **Faire sortir** la tige d'amortisseur et guider la tête à travers le trou de passage de roue.
5. **Placer** les rondelles supérieures dans le bon ordre et serrer l'écrou au couple. Ne jamais serrer la tige de poussée à la pince, mais utiliser la clé adaptée au système de maintien de la tige. Placer le contre-écrou si nécessaire.
6. **Serrer** l'axe inférieur au couple.
7. **Libérer** la suspension. Placer le cric sous l'autre bras et répéter l'opération.
8. **Reposer** les roues.
9. **Reposer** le véhicule au sol et serrer les roues au couple.
10. **Faire un essai** du véhicule.



À NOTER

Si des bruits persistent lors des chocs dus aux déformations de la route, vérifier les silentblochs des barres anti-roulis et les rotules de suspension (voir fiche précédente).



REEMPLACER UN AMORTISSEUR AVANT

40

OBJECTIF

- Déposer et reposer la jambe de force, comprimer le ressort de suspension et remplacer l'amortisseur en prenant les précautions nécessaires pour prévenir tout risque d'accident.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Les deux amortisseurs avant neufs
- L'outillage courant
- Un compresseur de ressort

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type de jambe de force.
- ▶ Les couples de serrage.
- ▶ Consulter la méthode préconisée par le constructeur, ainsi que celle fournie avec les amortisseurs de rechange.

Préparer

1. un cric et deux chandelles.
2. le compresseur de ressort en vérifiant que le type de griffes s'adapte bien au ressort.
3. un arrache-rotule.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

Ne démonter qu'un seul côté à la fois.

1^{er} cas : Jambe de force indépendante

- ▶ Lever le véhicule.
- ▶ Déposer la roue.
- ▶ Déposer directement la jambe de force.

2^e cas : Porte-fusée solidaire de la jambe de force

- ▶ Débloquer et déposer l'écrou de transmission.
- ▶ Arracher les rotules inférieures et de direction.
- ▶ Déposer la jambe de force.



Compresse ressort



Types de montage

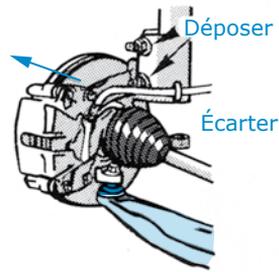
Remplacer l'amortisseur

1. **Placer** la jambe de force dans un étau (ne pas serrer par le tube d'amortisseur).
2. **Positionner** le compresseur de ressort.
3. **Contrôler** que les griffes sont toutes bien accrochées.
4. **Déposer** les coupelles supérieures dès que le ressort est libéré.
5. **Détendre** lentement le ressort.
6. **Repérer** la position du ressort dans les cuvettes et l'ordre des pièces déposées. Dans le cas de l'outil à griffes, on peut laisser en place le ressort à condition de le remonter immédiatement.
7. **Remplacer** la jambe de force ou la cartouche selon le cas.
8. **Replacer** tous les éléments dans l'ordre indiqué dans la notice et repéré au démontage :
 - tirer la tige d'amortisseur au maximum,
 - placer le cache-poussières,
 - positionner le ressort dans la cuvette inférieure,
 - placer la cuvette supérieure et toute pièce trouvée au démontage dans l'ordre et la position repérés,
 - serrer l'écrou supérieur au couple,
 - détendre lentement le compresseur de ressort,
 - vérifier la bonne mise en place,
 - déposer le compresseur de ressort.
9. **Remonter** la jambe de force dans l'ordre inverse de démontage.
10. **Faire un essai** sur route.

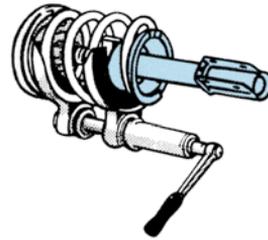
À NOTER

Lors de la dépose du ressort de la jambe de force, il est conseillé de ne pas rester en face du ressort en cas de défaillance du compresseur - ressort.

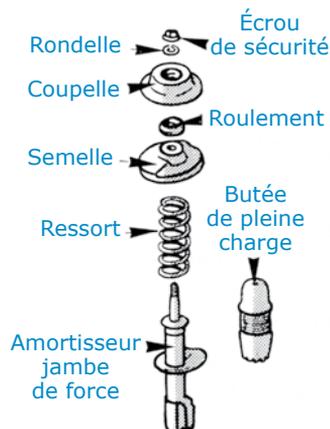
Si le système utilisé est une suspension pilotée il est nécessaire de respecter les préconisations constructeurs.



Positionner les griffes



Compresser le ressort



Déposer la coupelle supérieure et le ressort



CONTRÔLER LES PNEUMATIQUES

41

OBJECTIF

- Mettre le véhicule en conformité avec le code de la route et, en cas d'usure anormale, de diagnostiquer un défaut du train roulant.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Le code de la route
- Un manomètre de pression de gonflage

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

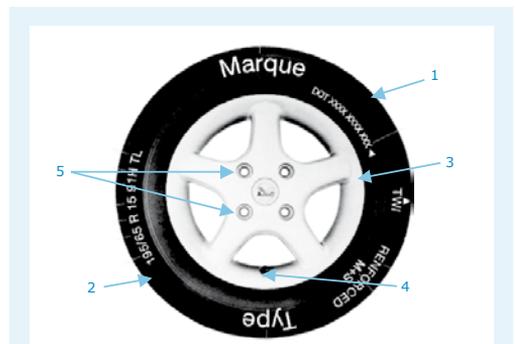
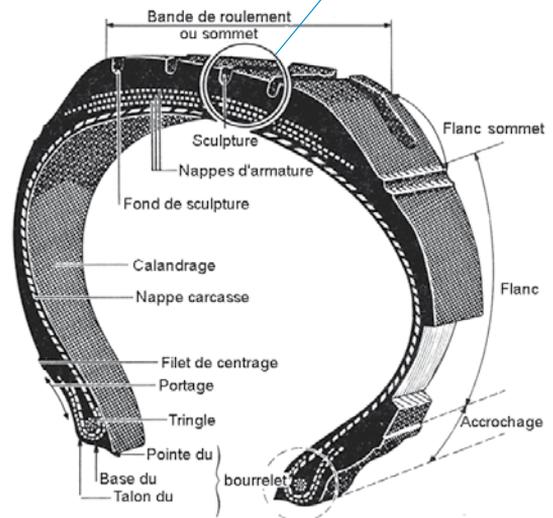
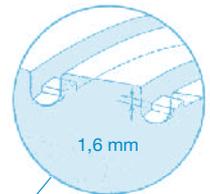
- ▶ Les dimensions du pneumatique et de la roue préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- ▶ Les pressions de gonflage préconisées.

CONTRÔLER – DIAGNOSTIQUER

Contrôler

- 1. La pression des pneumatiques :** une baisse régulière de la pression dans un pneu provient en général d'une fuite au niveau de la bande de roulement (clou, vis...). Ne pas ôter le corps étranger sans avoir repéré le trou au démontage, à l'aide d'une craie par exemple.
- 2. Examiner** les pneus sur le véhicule par train (train avant et train arrière), sans oublier la roue de secours.
- 3. Contrôler** chaque pneumatique et roue dans l'ordre suivant :
 - 1- la bande de roulement (usure, coupures, corps étrangers),
 - 2- le flanc (dimensions, coupures, craquelures),
 - 3- l'accrochage et le bord de la jante (chocs, rouille, déformation),
 - 4- la valve (présence du bouchon, cisaillement),
 - 5- la fixation de la roue (vissage, ovalisation des trous),
 - 6- l'état du capteur de surveillance électronique de pression s'il existe.

Témoin indicateur d'usure



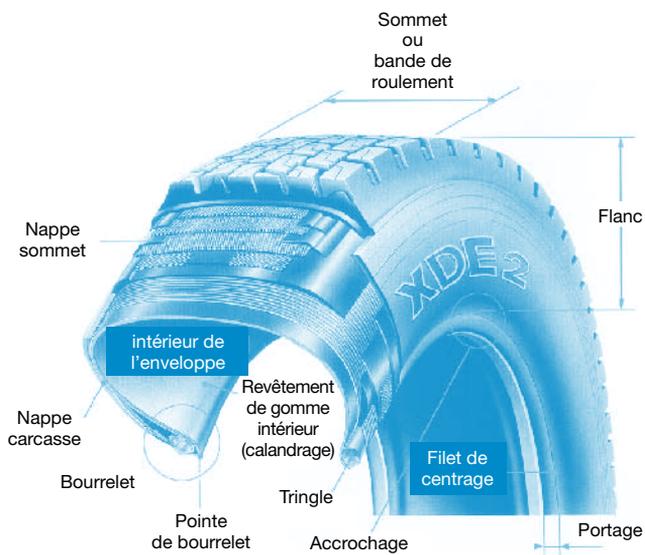
Contrôle du pneumatique

Usures prématurées des pneumatiques

			
<p>Usure du milieu de la bande de roulement :</p> <p>Cette usure est provoquée par une trop forte tension sur les flancs du pneumatique. Soit à cause d'un surgonflage, soit à cause d'un pneumatique surdimensionné par rapport à la taille de la jante.</p>	<p>Usure des bords extérieurs :</p> <p>Cette forme d'usure est due à un sous gonflage du pneumatique, ou à une surcharge du véhicule.</p>	<p>Usure croissante d'un bord à l'autre sans bavures :</p> <p>Un excès de carrossage ou de contre carrossage, une suspension affaissée, une fusée faussée ou une déformation de l'essieu, peuvent entraîner cette forme d'usure.</p>	<p>Usure croissante d'un bord à l'autre avec présence de bavures :</p> <p>Cette forme d'usure est due à un parallélisme incorrect.</p> <p>Si les bavures se sentent en tirant la main vers l'extérieur, il y a pincement. Si les bavures se sentent en poussant la main vers l'intérieur, il y a ouverture.</p>

Définir le pourcentage d'usure de chaque pneu

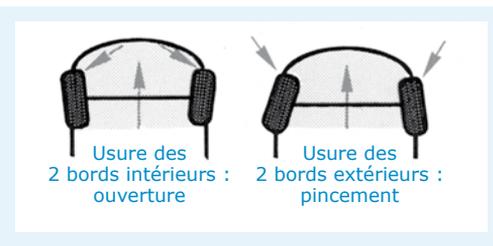
1. **Observer** la bande de roulement à l'endroit le plus usé.
2. **Pourcentage d'usure** : un pneu neuf est bien entendu usé à 0 %. Il est usé à 100 % lorsque la profondeur de la sculpture atteint 1,6 mm et que les témoins d'usure affluent.
3. On peut donc **graduer** les usures entre les deux extrêmes. Une usure est dite normale lorsque tous les points de la bande de roulement présentent le même pourcentage d'usure.



Diagnostiquer

Principales usures anormales caractéristiques :

- ▶ **Usure symétrique** de la bande de roulement sur les deux bords extérieurs : sous-gonflage fréquent qui peut s'accompagner d'un décollement de calandrage.
- ▶ **Usure asymétrique** décroissante d'une épaulement à l'autre :
 - Surface râpeuse : défaut de parallélisme (l'usure par défaut de parallélisme se répartit d'une manière égale sur les deux roues d'un même essieu).
 - Surface lisse : défaut de carrossage.
- ▶ **Usure des deux bords intérieurs** : trop d'ouverture.
- ▶ **Usure des deux bords extérieurs** : trop de pincement.
- ▶ **Usure en facettes** : défaut d'amortisseur.



À NOTER

La plupart des véhicules roulent sous-gonflés. Il est préférable d'ajouter systématiquement 0,2 bar aux pressions préconisées et 0,5 bar à l'arrière en cas de véhicule très chargé ou de traction d'une caravane.



REEMPLACER UN PNEUMATIQUE (À LA TABLE DE MONTAGE)

42

OBJECTIF

- Remplacer un pneumatique en évitant toute détérioration du bourrelet.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Une table de montage
- Deux démonte-pneus
- Un démonte obus
- Le lubrifiant spécial pneus
- Un manomètre de pression de gonflage
- Le pneu neuf

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- ▶ La pression de gonflage préconisée.

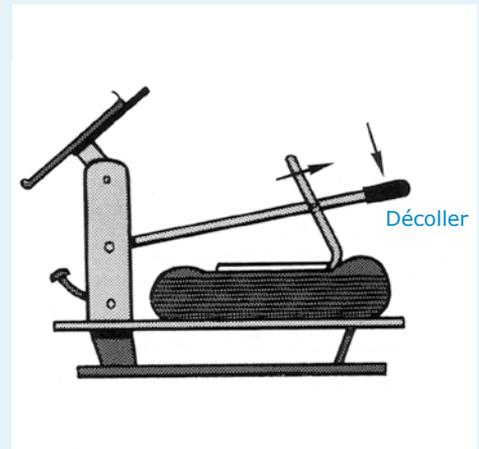
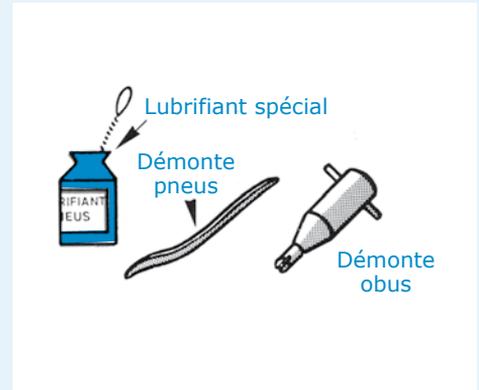
Préparer

- Il faut effectuer tous les contrôles de la fiche précédente.

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

1. **Repérer** les masses d'équilibrage sur le pneumatique chaque côté de la roue (à la craie) si on remonte le même pneumatique. Dans le cas du remplacement du pneumatique retirer les masses d'équilibrage.
2. **Déposer** l'obus à l'intérieur de la valve.
3. **Décoller** le bourrelet extérieur par des pressions successives espacées d'environ 10 cm et en évitant d'agir à l'endroit de la valve. Lubrifier au fur et à mesure. Positionner la roue sur le support, position inclinée, valve en haut.
4. **Enfoncer** le bas du bourrelet dans le creux de la jante. Utiliser les démonte-pneus côté plat, commencer près de la valve. Tout en basculant le levier, appuyer sur le flanc opposé de l'enveloppe pour placer le bourrelet en fond de gorge de jante. Engager ensuite le second levier côté plat à 10 cm environ à droite de la valve puis le basculer.



Retirer l'obus
Décoller, lubrifier extérieur

5. **Placer** le support verticalement. Dégager le côté intérieur, bas du bourrelet dans le creux de jante en utilisant les démonte-pneus côté recourbé pour venir crocheter le bord de la jante. S'assurer que le bourrelet de l'enveloppe est bien au fond de la gorge de la jante. Basculer le levier sans forcer vers l'extérieur. Engager un deuxième levier côté recourbé le long du siège de la jante, entre le bourrelet de l'enveloppe et le bord de la jante. Basculer ce levier et l'enveloppe se dégage de la jante

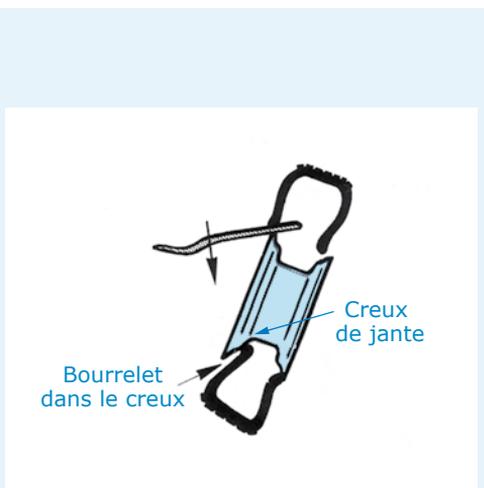
Contrôler (voir fiche précédente)

1. **Bande de roulement** : usure et profondeur des sculptures, 1,6 mm minimum.
2. **Flancs** : déchirures, coupures.
3. **Intérieur (calandrage)** : corps étrangers métalliques, déchirures, cloques.
4. **Roue** : chocs, oxydation, valve.
5. **Nettoyer** si nécessaire la jante.

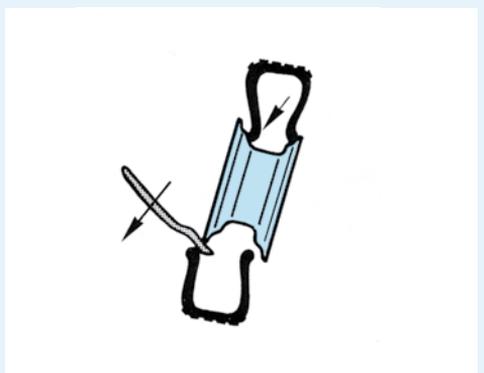
Monter

1. **Changer** la valve.
2. **Placer** la roue sur le support incliné.
3. **Repérer** le côté extérieur du pneumatique, s'il n'a pas de côté marqué ou une flèche indiquant le sens de roulage, monter à l'inscription « DOT » le côté extérieur.
4. **Lubrifier** les deux bourrelets. Engager le premier bourrelet (intérieur) à la main jusqu'à son coincement puis terminer le montage avec un levier en utilisant le côté recourbé tout en appuyant de la main gauche sur l'épaule extérieure de l'enveloppe.
5. **Remonter** le bourrelet extérieur de préférence sans outil.
6. **Enlever** la roue du support. Gonfler au dessus de la pression préconisée pour favoriser le centrage (3,5 bars).
7. **Laisser** chuter un peu la pression, mettre en place l'obus et ramener à la pression préconisée.
8. **Vérifier** l'étanchéité de l'ensemble dans un bac à eau.

Remarque : Si le même pneumatique est remonté (en cas de crevaison par exemple) et que les positions des masses d'équilibrage par rapport au flanc ont été repérées, il n'est pas nécessaire de rééquilibrer la roue.



Démontage par excentrage



À NOTER

Le démontage/montage à la machine utilise le même principe qui consiste à entrer d'un côté dans le creux de la jante pour excentrer le pneu et éviter ainsi la rupture des tringles.



REEMPLACER UN PNEUMATIQUE (À LA MACHINE À PNEUS)

43

OBJECTIF

- Remplacer un pneumatique en évitant toute détérioration du bourrelet.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Une machine à pneus
- Deux démonte-pneus
- Un démonte obus
- Le lubrifiant spécial pneus
- Un manomètre de pression de gonflage
- Le pneu neuf

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- ▶ La pression de gonflage préconisée.

Préparer

- ▶ Il faut effectuer tous les contrôles de la fiche précédente.

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

1. **Décoller** l'enveloppe d'un côté et de l'autre du pneumatique (ne pas décoller face à la valve).
2. **Poser** la roue sur le support horizontal et la maintenir par les griffes de l'appareil.
3. **Abaisser** le porte-outil jusqu'à ce que la face intérieure de l'outil vienne en contact contre le bord la jante et faire monter le bourrelet sur le guide.
4. **Pousser** l'enveloppe vers le bas de la jante du côté opposé à l'outil pour faciliter la montée du talon. Faire tourner le plateau dans le sens horaire.
5. **Répéter** l'opération sur le deuxième talon.

Contrôler

1. **Bande de roulement** : usure et profondeur des sculptures, 1,6 mm minimum.



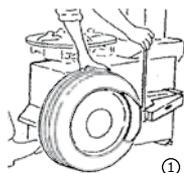
Machine à pneus

2. **Flancs** : déchirures, coupures.
3. **Intérieur (calandrage)** : corps étrangers métalliques, déchirures, cloques.
4. **Roue** : chocs, oxydation, valve.
5. **Nettoyer** si nécessaire la jante.

Monter

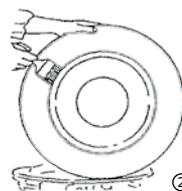
1. **Nettoyer** la jante et remplacer la valve (si pneu neuf).
2. **Repérer** le sens de montage de l'enveloppe (DOT à l'extérieur ou sens de roulage → flèche).
3. **Lubrifier** les talons de l'enveloppe.
4. **Placer** l'enveloppe sur la jante et mettre en place le porte outil comme lors du démontage de l'enveloppe.
5. **Placer** la valve 10 cm avant l'outil dans le sens horaire.
6. **Placer** le talon sous le bec de l'outil et au dessus du rouleau puis manuellement engager l'enveloppe sur la jante dans le sens horaire jusqu'à obtenir une résistance.
7. **Actionner** ensuite le plateau dans le sens horaire pour mettre en place le premier talon de l'enveloppe.
8. **Répéter** la même opération pour le deuxième talon en engageant bien le talon dans le creux de jante sinon destruction de l'enveloppe.
9. **Libérer** la jante du plateau et gonfler le pneu à la pression de 3,5 bars. Laisser chuter la pression et mettre l'obus. Gonfler le pneu à la pression préconisée.

Décollage de l'enveloppe



①

Lubrifier

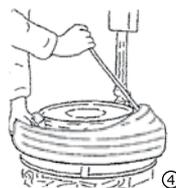


②

Démontage de l'enveloppe

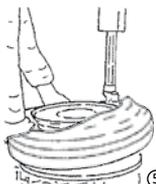


③



④

Montage de l'enveloppe



⑤



⑥

Démontage/montage à la machine

À NOTER

Il est nécessaire de bien régler la machine pour éviter toute détérioration du pneu ou de la jante.



OBJECTIF

- Compenser par des masses les balourds du pneumatique, qui ont tendance à provoquer des réactions dans la direction (vibrations) et la suspension.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une équilibreuse de roues
- Pince pour la pose – dépose masses
- Outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- ▶ La pression de gonflage préconisée pour l'avant et l'arrière.

Préparer

La roue

1. **Laver** la roue pour éliminer toute trace de boue, notamment à l'intérieur.
2. **Sécher** à l'air comprimé.
3. **Éliminer** les cailloux coincés dans les sculptures.

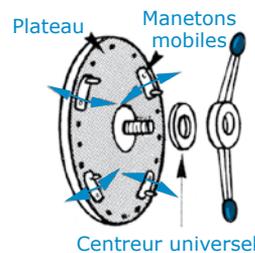
La machine

1. **Adapter** le plateau au système de fixation de la roue :

- soit c'est un **plateau universel avec manetons** :
 - Mesurer l'entre - axe des trous de fixation et positionner les manetons sur le plateau (nombre et entre - axe).
 - Il faut tout d'abord placer un maneton dans le trou 0 du plateau et l'ergot du maneton dans l'encoche zéro du disque à encoches.
 - Monter ensuite le nombre de manetons suivant le nombre de trous de fixation de la roue à équilibrer en les positionnant.
 - Serrer à la main les écrous de fixation des manetons puis bloquer à la clé.
- soit c'est un **cône de centrage par le trou central** :
 - Visser la vis de broche sur l'axe du plateau universel.
 - Positionner le ressort et le cône contre le plateau.



Équilibreuse de roues



Plateau universel



Cône de centrage

- Monter la roue sur le cône.
- Serrer la roue grâce à l'écrou de serrage rapide.

2. **Étalonner** la machine en affichant la largeur du boudin ou de la jante (à l'aide du compas), le diamètre de roue (valeur relevée sur le pneumatique) et le déport (à l'aide de la pige de déport). Appuyer sur la touche correspondante.

RÉALISER L'INTERVENTION

Principe

1. Équilibrage dynamique :

- C'est la partie du balourd se trouvant en déport par rapport à l'axe de pivotement et provoquant des oscillations.
- Il faut placer la masse sur le bord extérieur de la jante diamétralement opposé au défaut.

2. Équilibrage statique :

- C'est la partie du balourd se trouvant dans le plan de l'axe de pivotement (plan neutre).
- Il faut placer la masse sur le bord intérieur de la jante diamétralement opposé au défaut.

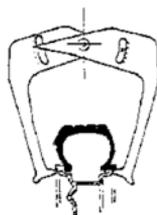
Contrôler

1. **Abaisser** le carter de protection et entraîner la roue en rotation.
2. **Lire** les valeurs indiquées en statique et en dynamique. La valeur lue à gauche donne le balourd intérieur et à droite celui de l'extérieur
3. **Équilibrer** s'il y a plus de 10 g de défaut.

Équilibrer

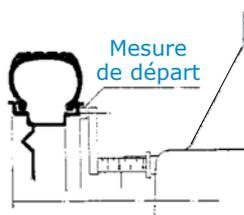
Cette procédure est un exemple. Dans tout les cas consulter la notice de l'équilibreuse utilisée.

1. **Enlever** les anciennes masses.
2. **Entraîner** la roue en rotation.
3. **Arrêter** la roue.
4. **Repérer** les positions des masses indiquées par la machine.
5. **Balourd intérieur** : faire tourner la roue pour que les 2 extrémités des flèches, situées à gauche sur l'afficheur, soient en position opposées. Bloquer la roue et poser la masse à l'intérieur de la jante à midi.
Balourd extérieur : procéder de la même manière que précédemment avec les flèches situées à droite de l'afficheur
6. **Fixer** les masses.
7. **Après** avoir mis en place les masses d'équilibrage, **procéder** à un nouveau lancement de la roue pour vérifier l'équilibrage. L'afficheur doit indiquer 0 0.

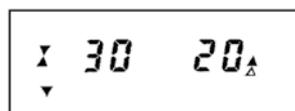


Mesure de la largeur de jante

Compas



Pige de déport



Exemple de résultat de mesure

À NOTER

Il est nécessaire de prendre les masses de la bonne valeur et adaptées au rebord de jante (jante alu...) sinon celles-ci risquent de tomber en roulage et cela va provoquer des vibrations dans le volant.

Certaines machines permettent d'équilibrer les roues sans les déposer. Elles présentent l'avantage d'équilibrer en même temps tous les éléments tournants (disques, moyeux). Mais on ne peut pas permuter une roue équilibrée ainsi sans refaire un équilibrage complet.



OBJECTIF

- ❑ Faire un pré-contrôle du train avant nécessité par un véhicule dont la tenue de route ou l'usure des pneus est anormale

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule
- ❑ Un double-mètre
- ❑ Une fiche de relevé de contrôle
- ❑ L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- ▶ La pression de gonflage préconisée.
- ▶ La voie et l'empattement du véhicule.
- ▶ La valeur en mm du parallélisme, s'il s'agit de pincement ou d'ouverture.

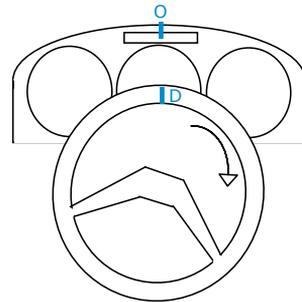
Préparer (contrôles préliminaires)

1. **Contrôler** la conformité des dimensions des pneus, l'état, la pression etc. (voir fiche 41).
2. **Contrôler** la suspension (voir fiche 38).
3. **Contrôler** les jeux :
 - dans les roulements,
 - dans les rotules,
 - dans la direction.
4. **Placer** le véhicule sur un sol plat.
5. **Oter** le frein à main.

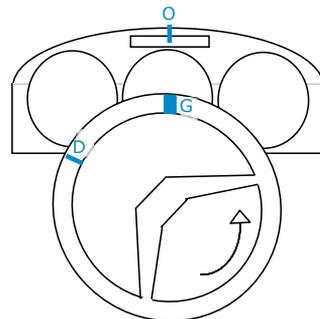
CONTRÔLER – MESURER

Contrôler le point milieu

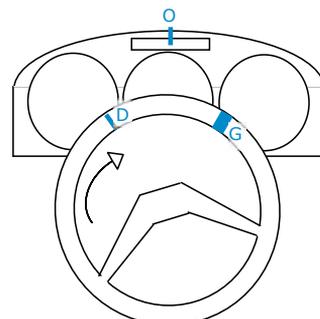
1. **Braquer** le volant à fond à droite puis braquer jusqu'en butée à gauche en comptant les tours et les fractions de tours.
2. **Diviser** le nombre trouvé par 2.
3. **Revenir** vers la droite de ce nombre, le volant doit alors se trouver en position ligne droite, les roues doivent être dans l'alignement du véhicule.



Braquer à fond à droite



Braquer à fond à gauche



Centrer les repères

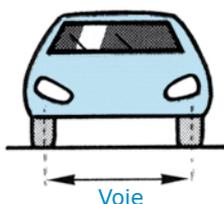
Contrôle du point milieu

4. **Déposer** le volant et **recentrer-le** sur la colonne de direction (suivre les recommandations du constructeur pour la dépose de l'airbag) si le volant n'est pas centré.

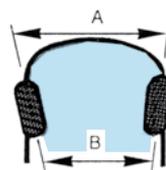
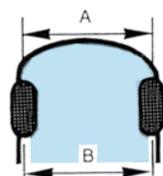
Mesurer

1. **Ne pas lever** le véhicule.
2. **Mesurer** la voie avant à l'aide d'un mètre, de l'axe du pneu gauche à l'axe du pneu droit.
3. **Faire deux mesures** : A à l'avant des roues, B à l'arrière des roues :
 - la différence des deux côtes A - B doit être égale à la valeur indiquée par le constructeur (parallélisme),
 - si la côte A est supérieure à la côte B, le parallélisme est en ouverture,
 - si la côte B est supérieure à la côte A, le parallélisme est en pincement,
 - si on trouve un pincement, alors qu'il est demandé de l'ouverture, il faudra procéder à un contrôle précis du parallélisme.
4. **Mesurer** les empattements gauche et droit du véhicule en position ligne droite.

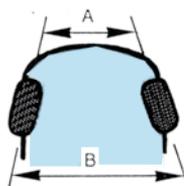
Nota : Si on constate une différence de mesure par rapport aux valeurs constructeur, il est nécessaire de procéder à un contrôle complet des trains avant et arrière à l'aide d'un appareil de mesure des trains roulants.



Mesurer la voie

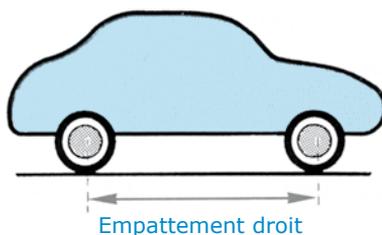


$A > B$ = ouverture



$B > A$ pincement

Mesurer le parallélisme



Mesurer l'empattement

À NOTER

Pour un contrôle complet du train avant avec l'appareil, consulter la fiche suivante.



CONTRÔLER LA GÉOMETRIE DU TRAIN AVANT

46

OBJECTIF

- Détecter les causes d'une mauvaise tenue de route, d'une usure anormale des pneumatiques.
- Contrôler les trains roulants et régler le parallélisme dans le cas, par exemple, d'un remplacement de rotule de direction.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé de contrôle
- L'outillage courant
- Un pont
- Un banc de contrôle de trains roulants

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les valeurs des angles :
 - de carrossage,
 - de chasse,
 - d'inclinaison de pivot, et les noter sur la fiche de relevé.
- ▶ Les points de réglage possibles pour le parallélisme et les angles du train avant, s'ils sont réglables.

Préparer

1. **Placer** le véhicule sur le pont et positionner – le bien centré.
2. **Effectuer** les contrôles préliminaires (voir fiche précédente).
3. **Contrôler** la position du point milieu (voir fiche précédente).
4. **Vérifier** les hauteurs sous coque (hauteurs de caisses).
5. **Effectuer** le montage des têtes de mesure et des plateaux pivotants :
 - Monter et brancher les têtes de mesure. Vérifier en tirant sur les têtes qu'elles ne peuvent pas tomber. Mettre en place les systèmes anti-chute s'ils existent. Mettre sous tension le banc de train roulant.
 - Lever le véhicule et placer les plateaux pivotants sous les roues avant. Placer des cales de rattrapage de hauteur sous les roues arrière si nécessaire ou bien libérer les plaques à billes arrière.
6. **Effectuer** la compensation du voile : À l'aide de la notice du banc de trains roulants, effectuer l'opération de compensation du voile. C'est-à-dire annuler le voile de chaque roue (quelques fois appelée, neutralisation du voile ou improprement « dévoilage »).



**Appareil de contrôle
des trains roulants**

Tableau de contrôle

Angles avant	Valeurs constructeur		Valeurs relevées		Conclusion
	Maxi	Mini	Gauche	Droite	Bon / Mauvais
Parallélisme total					
Parallélisme partiel					
Carrossage					
Chasse					
Pivot					
Angle inclus					
Angles arrière	Maxi	Mini	Gauche	Droite	Bon / Mauvais
Parallélisme total					
Parallélisme partiel					
Carrossage					
Angle de poussée					

CONTRÔLER – MESURER

1. Effectuer le diagnostic complet : A l'aide de la notice du banc de trains roulants effectuer toutes les opérations nécessaires au diagnostic complet.

Nota : Pour la mise en place du presse-pédale de frein, démarrer le moteur pour bénéficier de l'assistance de freinage. Lors des braquages, s'assurer que les têtes ne touchent pas les ailes, le pare-chocs ou une partie du pont.

2. Relever les valeurs du véhicule et noter-les dans le tableau ci-joint.

3. Rechercher les valeurs constructeur (à noter dans le tableau) et les angles réglables sur ce véhicule.

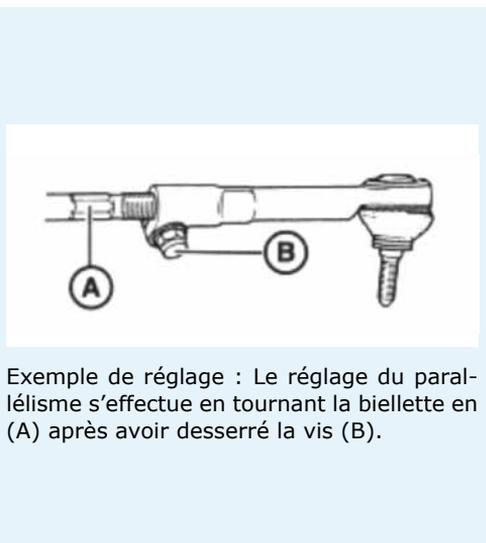
4. Effectuer la comparaison des différentes valeurs.

5. Régler le parallélisme : Positionner la direction au point milieu, placer le bloque volant et régler le parallélisme. Serrer les vis ou écrou de réglage au couple. Centrer le volant si nécessaire.

6. Contrôler tous les angles des trains.

7. Régler tous les angles réglables.

8. Ranger complètement le banc de train roulant. Retirer le bloc volant, le presse-pédale, les plateaux avant et les cales sous les roues arrière.



À NOTER

Comparer les valeurs trouvées avec celles du constructeur pour parfaire le diagnostic.

Quelque soit le banc de contrôle utilisé effectuer les mêmes opérations en respectant le même ordre chronologique. Dans tous les cas, suivre scrupuleusement la notice fournie avec le banc de contrôle.



REPLACEMENT D'UN ROULEMENT DE ROUE

47

OBJECTIF

- Contrôler et remplacer un roulement de roue en respectant les règles de sécurité
- Utiliser correctement une presse hydraulique.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un roulement neuf
- Une presse hydraulique
- Une pince à circlips
- Une guillotine
- Un arrache roulement et l'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de dépose repose du pivot.
- ▶ Les couples de serrage.

Préparer

1. **Contrôler** le bruit et le jeu des roulements des 4 roues sans aucun démontage. Pour le contrôle du jeu, placer les mains verticalement de chaque côté de la roue, puis bouger la roue pour estimer le jeu.
2. **Déposer** le pivot du côté concerné du véhicule

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

Le pivot étant déposé.

1. Extraction du moyeu du roulement :

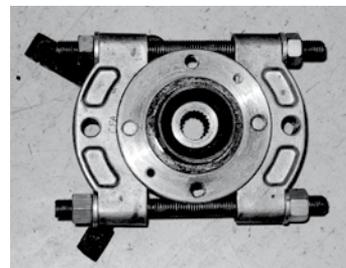
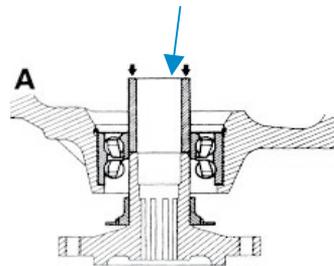
- placer la guillotine entre le pivot et le moyeu,
- immobiliser la guillotine dans la presse avec le moyeu tourné vers le bas,
- placer une tige de poussée d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur du roulement entre le vérin et le moyeu,
- pomper pour descendre le vérin et extraire le moyeu (ne pas laisser tomber le moyeu).



Guillotine

Presse hydraulique

Tige de poussée



Extraction du moyeu

2. Extraction de la bague intérieure du roulement restée sur le moyeu :

- à l'aide d'un burin fin, décoller la bague intérieure du moyeu,
- à l'aide de la guillotine et de deux vis, extraire la bague intérieure du moyeu,
- limer les bavures qui ont pu être occasionnées par le burin.

3. Extraction du roulement de roue :

- déposer le circlips de maintien du roulement sur le pivot,
- placer le pivot sur une entretoise d'un diamètre plus grand que le roulement placé sur la presse. L'entretoise doit porter sur le pivot au plus près du roulement,
- placer une tige de poussée prenant appui sur la bague intérieure du roulement,
- pomper pour descendre le vérin et extraire le roulement.

Remonter

1. Préparation des pièces :

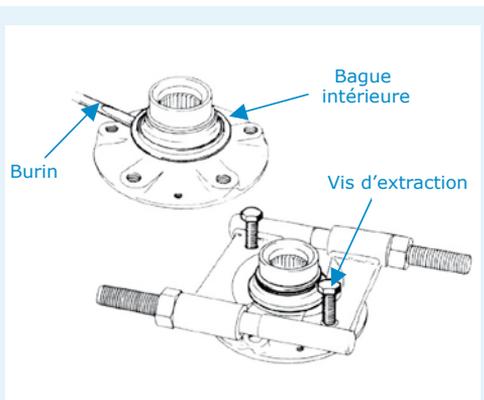
- nettoyer soigneusement toutes les pièces. Utiliser si nécessaire du papier abrasif fin pour enlever des traces de rouille,
- huiler légèrement toutes les portées du roulement,
- sortir délicatement le roulement de son emballage. Les bagues intérieures doivent restées bien en place. Si les bagues intérieures sont équipées d'une bague plastique de maintien, il faut la laisser en place.

2. Remontage du roulement sur le pivot :

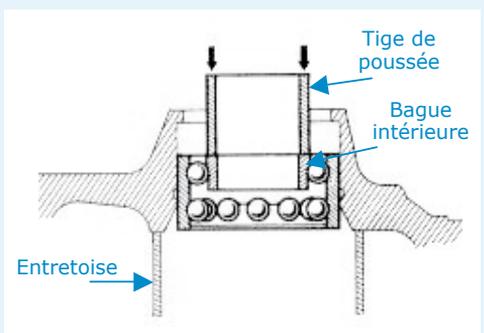
- poser le pivot sur la presse,
- utiliser une tige de poussée correspondant au diamètre extérieur du roulement,
- pomper pour descendre le vérin et emboîter le roulement. Surveiller la fin d'enfoncement du roulement (la pression de la presse augmente brutalement). Relâcher la presse,
- mettre en place un circlips neuf.

3. Remontage du moyeu sur le roulement de roue :

- placer sur la presse une entretoise creuse correspondant au diamètre de la bague intérieure du roulement,
- poser le pivot avec son roulement bien centré sur l'entretoise,
- poser le moyeu sur le roulement,
- pomper pour descendre le vérin et emboîter le moyeu. Surveiller la fin d'enfoncement du moyeu (la pression de la presse augmente brutalement). Relâcher la presse,
- vérifier la libre rotation du moyeu dans le pivot.



Extraction de la bague intérieure



Extraction du roulement de roue

À NOTER

Il est nécessaire de prendre toutes les précautions de sécurité lors de l'utilisation de la presse.

Pour identifier un bruit de roulement en roulant, il faut se mettre au point mort lorsque le véhicule est lancé et écouter le « ronronnement » caractéristique du bruit pour définir le côté concerné.



UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE

48

OBJECTIF

- Effectuer des mesures électriques au multimètre sans faire d'erreur.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Un multimètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Préparer

- ▶ Lire attentivement la notice du multimètre utilisé. Les multimètres modernes sont conçus pour permettre d'accomplir des mesures fiables en toute sécurité.
- ▶ Critères de choix d'un multimètre :
 - Précision de la mesure.
 - Étendue des mesures nécessaires.
 - Protection contre les erreurs de branchement et erreurs de calibrage.
 - Protection contre les hautes tensions.
 - Protection contre les chocs (housse caoutchouc).
 - Fréquence des mesures.

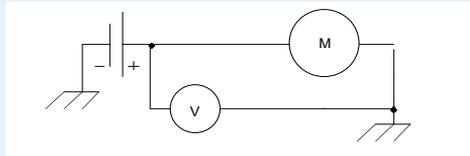
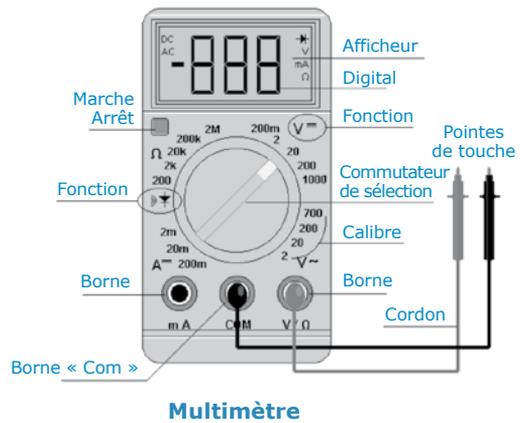
MESURER

Mesure d'une tension

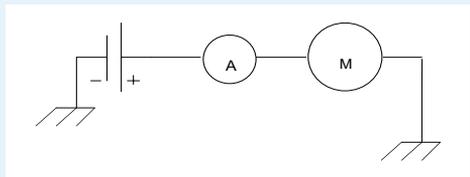
La tension représente la différence de potentiel existant entre deux points d'un circuit. Cette grandeur notée (U) s'exprime en volts (V).

1. **Sélectionner** le multimètre en position voltmètre (V continu).
2. **Sélectionner** le calibre approprié (par exemple 0 – 20 V).
3. **Brancher** l'appareil aux bornes de l'élément à mesurer en respectant la polarité : touche rouge sur de l'appareil sur l'alimentation du circuit (+) et touche noire sur la masse (-).
4. **Lire** sur l'afficheur la valeur mesurée.

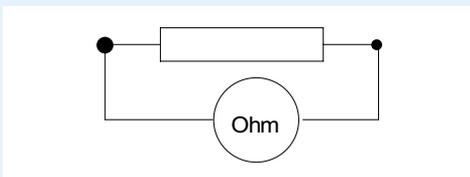
Attention : Le voltmètre se branche toujours en parallèle



Mesure d'une tension



Mesure d'une intensité



Mesure d'une résistance

Mesure d'une intensité

L'intensité est la quantité d'électricité circulant dans un circuit chaque seconde. Cette grandeur notée (I) s'exprime en ampères (A).

1. **Sélectionner** le multimètre en position ampèremètre.
2. **Sélectionner** le calibre approprié (jusqu'à 10 ampères).
3. **Mettre** le fil rouge de l'appareil sur la prise (10 ampères).
4. **Mettre** le circuit hors tension.
5. **Déconnecter** le circuit à l'entrée de l'élément à mesurer.
6. **Brancher** l'appareil aux bornes de l'élément à mesurer : touche rouge de l'appareil sur l'alimentation du circuit (+) et touche noire sur l'entrée du consommateur.
7. **Mettre** le circuit sur tension.
8. **Lire** sur l'afficheur la valeur mesurée.

Attention : L'ampèremètre se branche toujours en série.

Mesure d'une résistance

La résistance : C'est l'opposition du circuit au passage du courant. Cette grandeur notée (R) s'exprime en ohms (Ω).

1. **Sélectionner** le multimètre en position ohmmètre.
2. **Sélectionner** le calibre approprié (par exemple 0 -10 ohms).
3. **Mettre** le circuit hors tension.
4. **Déconnecter** du circuit l'élément à mesurer.
5. **Brancher** l'appareil aux bornes de l'élément à mesurer.
6. **Lire** sur l'afficheur la valeur mesurée.

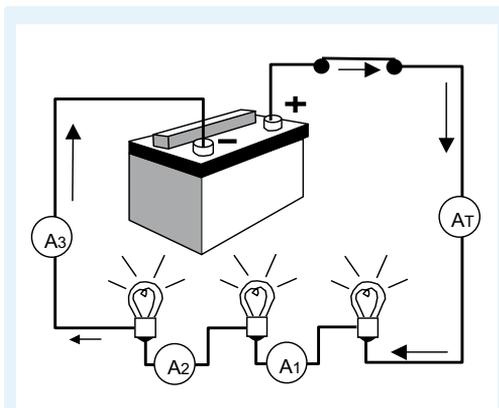
Attention : La mesure d'une résistance s'effectue circuit hors tension et le composant isolé du circuit. L'ohmmètre se branche toujours en parallèle.

La puissance

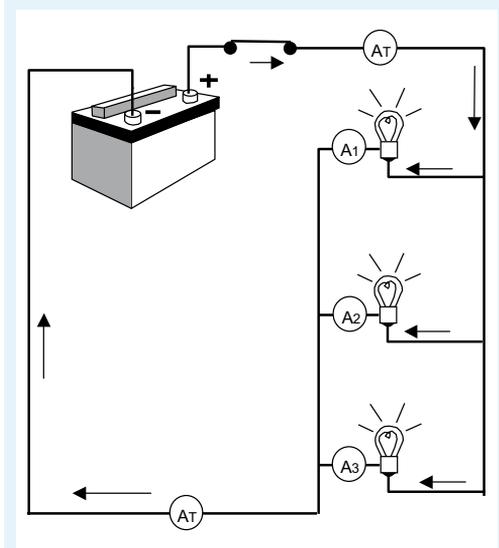
C'est la quantité d'énergie consommée par un récepteur électrique chaque seconde. Cette grandeur notée (P) s'exprime en watts (W).

Nota :

- ▶ Dans un montage série tous les récepteurs sont montés « bout à bout ».
- ▶ Dans un montage parallèle (dérivation) Le câblage se scinde autant de fois qu'il y a de récepteurs.



Montage série



Montage parallèle (dérivation)

À NOTER

Pour mesure des intensités importantes il est nécessaire d'utiliser une pince ampèremétrique. Dans ce cas là lire attentivement la notice de cet outil de mesure.

Les prix des multimètres sont relativement égaux entre les marques pour une qualité identique et des fonctions similaires.



CONTRÔLER ET CHARGER UNE BATTERIE

49

OBJECTIF

- Vérifier si la batterie est apte à recevoir le courant venant du circuit de charge et à délivrer le courant demandé par le démarreur.
- Mettre en charge une batterie.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Un voltmètre
- Une pince ampèremétrique
- Un chargeur de batterie
- Un pèse acide ou un refractomètre
- Une fiche de relevé des contrôles
- Une batterie

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ les caractéristiques de la batterie

Préparer

Il faut différencier les causes de mauvais fonctionnement d'une batterie :

- ▶ Batterie déchargée accidentellement (phares restés allumés..) : charger pendant 10 h puis refaire les contrôles.
- ▶ L'alternateur ne recharge pas correctement la batterie : contrôler la charge de l'alternateur.
- ▶ La batterie ne « prend pas » la charge (sulfatée) : charger pendant 10 h et refaire le contrôle d'aptitude au démarrage.
- ▶ Le démarreur est en court-circuit et absorbe trop d'énergie : contrôler l'intensité absorbée par le démarreur à l'aide d'une pince ampèremétrique.

MESURER – CONTRÔLER

Charger

1. **Débrancher** la batterie ou simplement la cosse négative.
2. **Vérifier** le niveau d'électrolyte (10 à 15 mm au-dessus des plaques).
3. **Laisser** les bouchons ouverts.
4. **Brancher** le chargeur en parallèle : + chargeur sur + batterie et - sur -.
5. **Régler** la tension de charge (12 V).
6. **Mettre** le chargeur sous tension.
7. **Charger** au minimum d'intensité. En général, on charge au 1/10^e de la capacité nominale de la batterie pendant 10 h.

Ex : capacité 40 Ah = 4 A pendant 10 h.

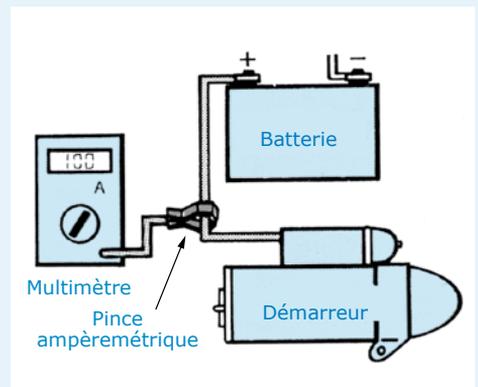


Batterie

Pèse acide



Chargeur de batterie



Contrôle de l'intensité de démarrage.

Beaucoup de chargeurs possèdent un système de régulation : en début de charge l'intensité est maximale puis diminue au fur et à mesure de la charge. Lorsque l'ampèremètre est à 0, la batterie est chargée.

Contrôler

- Nettoyer** la batterie de toute trace de gras et d'humidité.
- Contrôler** le niveau d'électrolyte : 10 à 15 mm au-dessus des plaques (eau distillée seulement).

Remarque : Au cours de la période chaude, une légère consommation d'eau est normale. En cas de consommation excessive d'eau, il faut contrôler le bon fonctionnement du circuit de charge.

- Décaper** les bornes et les cosses pour assurer un bon contact électrique. Mettre la batterie en place dans le véhicule. Mesurer au voltmètre la tension de la batterie.
- Contrôler** l'état de charge de la batterie : À l'aide du pèse acide ou du refractomètre contrôler la densité de l'électrolyte qui doit être au minimum de 1260 g/dm^3 pour une batterie chargée.

4. Tension à vide (sans le contact) :

- + de 12 V : batterie chargée.
- de 12 V : batterie déchargée.

5. Tension de démarrage :

Actionner le démarreur 5 secondes sans démarrer et lire la tension :

- + de 9,6 V : correct.
- de 9,6 V : incorrect.

6. Tension sous charge :

Démarrer le moteur et accélérer :

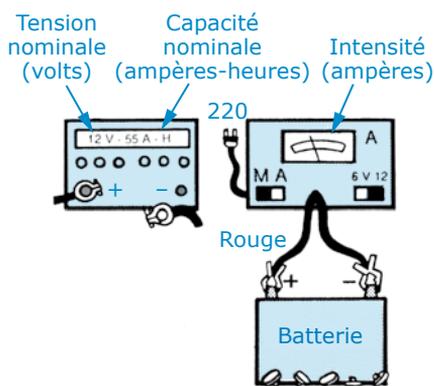
- Tension > tension à vide : correct.
- Tension < tension à vide : pas de charge.
- Tension > 14 V : voir l'alternateur (régulateur).

À NOTER

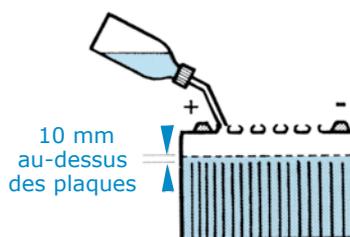
Ne pas présenter de flamme nue ni produire d'étincelle près d'une batterie qui charge (risque d'explosion). Pour les mêmes raisons, ne jamais débrancher les pinces du chargeur avant d'avoir arrêté son fonctionnement.

Une batterie inactive doit être conservée à l'abri du gel, de l'humidité, à une température voisine de 15 °C.

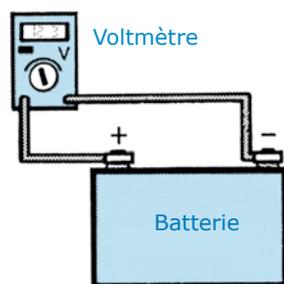
Ne pas confondre un chargeur de batterie avec un « booster » de démarrage qui permet de dépanner un véhicule provisoirement qui a une panne de batterie.



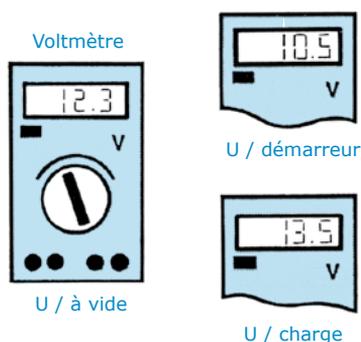
Brancher le chargeur.



Contrôler et faire le niveau



Contrôler les tensions.





OBJECTIF

- Identifier un relais et sa représentation schématique.
- Contrôler l'état du relais sur un circuit électrique

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Un multimètre
- L'outillage courant
- Un relais
- Une batterie

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le type du relais et ses caractéristiques.

Préparer

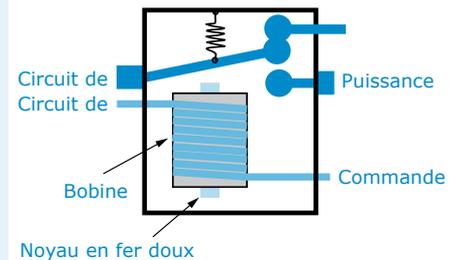
- ▶ Déposer le relais du véhicule.

MESURER – CONTRÔLER

- Vérifier** la résistance du bobinage de commande du relais. En général celui-ci fait de 60 à 100 ohms (voir les valeurs constructeurs) :
 - si la résistance est infinie alors le bobinage est coupé,
 - si la résistance est faible à nul alors le bobinage est en court-circuit.
- Vérifier** en commandant directement sur une batterie le relais :
 - si celui-ci claque alors la partie commande du relais est bonne.
- Vérifier** alors la résistance du contact de la partie puissance avec un ohmmètre, lorsque le relais est commandé :
 - si la résistance entre les bornes de la partie puissance est faible (inf à 0.5 ohm) alors le contact est bon, à correct,
 - si la résistance est supérieure à 0.5 ohm alors le contact est usé (due au charbonnage provoqué par l'intensité qui traverse les contacts) ; ce qui provoquera une chute de tension.

On peut aussi vérifier le fonctionnement du circuit du relais en simulant le fonctionnement du relais. Pour cela il suffit :

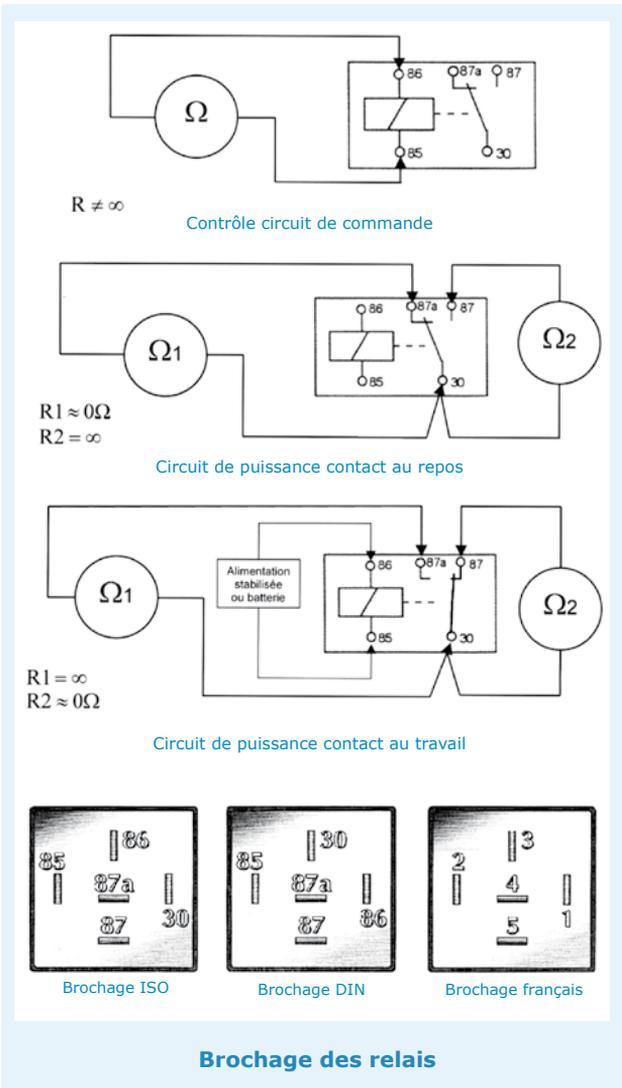
- ▶ de débrancher la connectique du relais ;



- ▶ de relier (« shunter ») les prises des deux bornes des contacts arrivant sur le relais, simulant ainsi son fonctionnement.

Si le système qui est normalement alimenté par le relais fonctionne alors il y a un problème sur la commande du relais. S'il ne fonctionne pas alors il y a un problème d'alimentation au niveau du relais ou un problème de faisceau électrique.

Attention : Il est nécessaire de suivre les précautions constructeur dans tous les cas.



À NOTER

Sur les relais possédant une diode de roue libre il faut faire attention de ne pas se tromper de sens lorsqu'on alimente en + et masse le circuit de commande pour contrôler le contact du circuit de puissance.



OBJECTIF

- Mettre le véhicule en conformité avec la réglementation du code de la route en matière d'éclairage et de signalisation.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Le manuel d'utilisation du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Le schéma de câblage électrique.
- ▶ L'emplacement de la boîte à fusible.
- ▶ L'attribution pour chaque fusible.
- ▶ La méthode de dépose d'un bloc optique ou d'un feu arrière complet.

CONTRÔLER

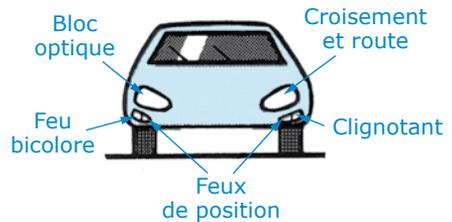
L'éclairage

1. **Les feux de position** : 2 à l'avant, 2 à l'arrière. Puissance des lampes 5 watts.
2. **Les feux de croisement et de route** : lampe halogène H4 2 filaments 55/60 watts. Lorsqu'un des filaments est grillé, la lampe est à remplacer.
3. **Éclairage de plaque arrière** : une ou plusieurs lampes de 5W.
4. **Feux de brouillard** : à l'arrière 21 W et à l'avant 55 W.

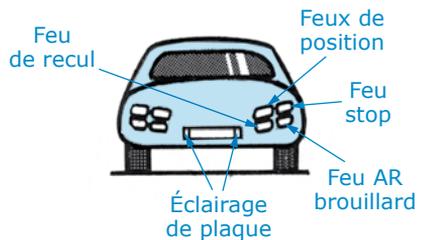
La signalisation

1. **Les feux stop** : Laisser l'éclairage en feux de position. Il faut en général mettre le contact. Appuyer sur la pédale de freins, les 3 feux stop doivent éclairer nettement plus fortement que les feux de position (position 5 W, stop 21 W ou/et leds).
2. **Les clignotants** : Actionner l'inverseur de clignotant à gauche, puis à droite, le répéteur de tableau de bord doit clignoter, sinon une des lampes AV ou AR est en cause. S'il y a une erreur de puissance de lampe, le rythme de clignotant sera modifié (puissance des lampes 21 W).
3. **Les feux de marche arrière** : Il faut mettre le contact. Passé la marche arrière, le ou les feux de marche arrière doivent s'allumer (puissance des lampes 21 W).

Essayer tous les accessoires selon les options du véhicule (longue portée, antibrouillard...).



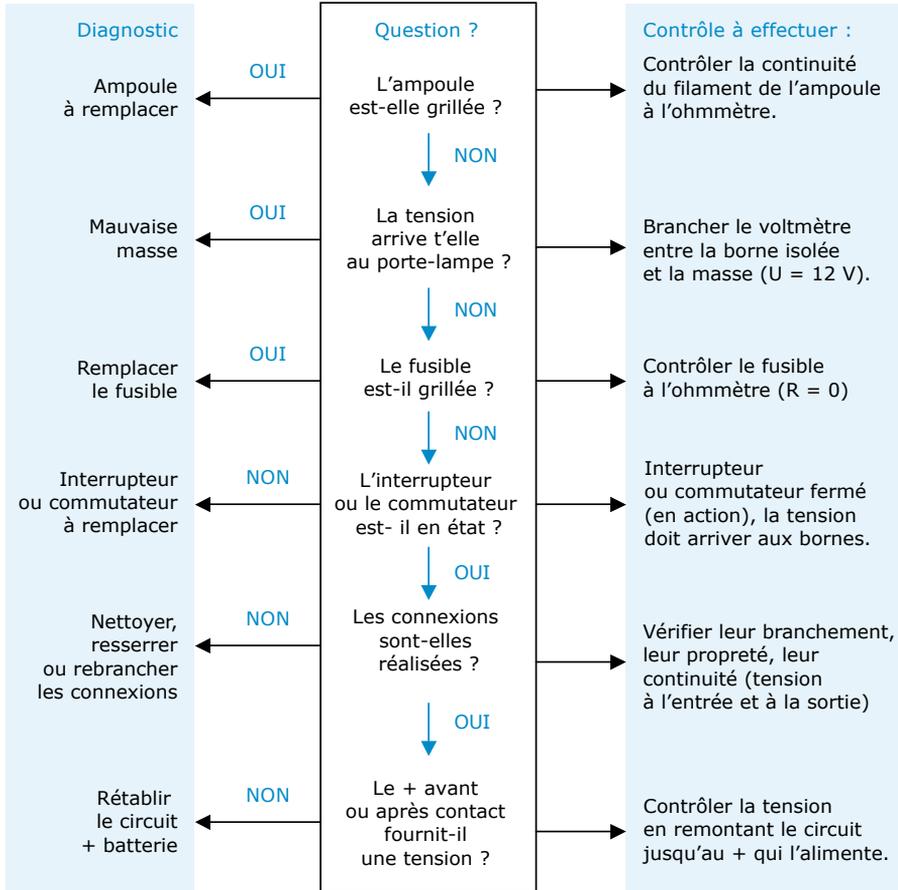
Contrôle de l'éclairage



Contrôle de la signalisation

DIAGNOSTIQUER

Une lampe ne fonctionne pas :



Contrôle de l'ampoule

À NOTER

Le réglage des phares est traité dans la fiche suivante.
Attention à ne pas mettre les doigts sur une ampoule halogène.
Les lampes à décharge (lampe au xénon) en utilisation normale sont prévues pour la durée de vie du véhicule (sauf en cas de choc).



RÉGLER LES PHARES

52

OBJECTIF

- ❑ Limiter la hauteur du faisceau des feux de croisement et centrer la direction des feux de route.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule.
- ❑ Un appareil de contrôle des phares (régloscope) et sa notice.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

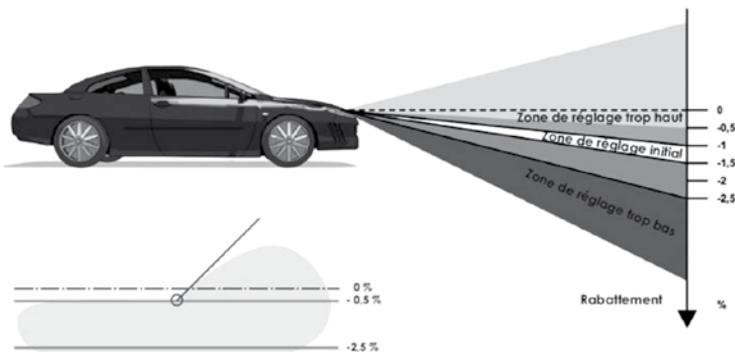
Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de remplacement d'une lampe.
- ▶ La position des vis ou molettes de réglage des phares.
- ▶ Les conditions de contrôle.

Préparer

1. **Nettoyer** les vitres des phares.
2. **Vérifier** les impacts dus aux gravillons, l'état des paraboles et les fixations de l'optique.
3. **Vérifier** le fonctionnement de l'ensemble du système d'éclairage et de signalisation (voir fiche précédente) et particulièrement des feux :
 - de position,
 - de route,
 - de croisement.

Vérifier la conformité des ampoules et remplacer les ampoules défectueuses si nécessaire.



Zone de rabatement de faisceau

4. **Placer** le véhicule et le régloscope sur une aire plane.
5. **Vider** le véhicule, s'il est chargé.
6. **Placer** les commandes d'abaissement des phares en cas de charge en position 0 (non chargé).
7. **Aligner** l'appareil dans l'axe du véhicule.
8. **Régler** la position de l'appareil en hauteur et en longueur.
9. **Prendre connaissance** de la notice de l'appareil.

CONTRÔLER – RÉGLER

1. **Placer** la commande des phares en position croisement.
2. **Placer** la molette du rabattement de faisceau à la valeur indiquée sur le véhicule.
3. **Contrôler** la position supérieure du faisceau :
 - hauteur,
 - horizontalité et déport de la partie relevée.
4. **Régler** en hauteur et en direction pour amener le faisceau dans la position du schéma ci-contre. Si le réglage est impossible, vérifier la position de la lampe dans l'optique.
 - vérifier sur le graphique du luxmètre l'horizontalité,
 - vérifier sur le secteur croisement du luxmètre la limite tolérable.
5. **Placer** le commutateur en position route. Si le réglage croisement a été parfaitement réalisé, le point le plus lumineux du faisceau doit être centré sur la cellule photoélectrique de l'appareil. Sinon, régler en direction seulement.
6. **Revenir** en position croisement.
7. **Appuyer** sur le bouton du luxmètre (si l'appareil en est muni) et parfaire le réglage hauteur.
8. **Revenir** en position route.
9. **Lire** sur le luxmètre et parfaire le réglage en direction.
10. **Répéter** l'opération à l'autre phare.

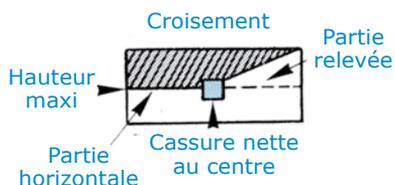
Nota : Si l'intensité lumineuse est trop faible, remplacer la lampe de phare. Remplacer l'optique complètement si la parabole est ternie ou la vitre fissurée ou cassée.

À NOTER

Laisser refroidir les lampes halogènes avant de les déposer (3200 °C). Ne pas toucher le verre avec les doigts.

La réglementation oblige les véhicules équipés de projecteurs avec des lampes à décharge (lampe au xénon) à posséder des dispositifs :

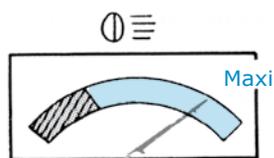
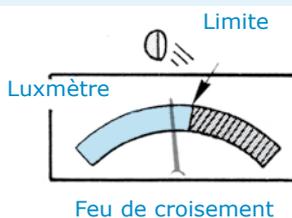
- de correction d'assiette automatique,
- de lave-phares.



Route



Régler en hauteur et en direction



Régler en direction



Lampe à décharge



REEMPLACER LE DÉMARREUR ET L'ALTERNATEUR

53

OBJECTIF

- ❑ Éviter tout risque de court – circuit lors du remplacement d'éléments électriques et rétablir les branchements correctement.
- ❑ Régler la tension de la courroie.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule.
- ❑ L'outillage courant.
- ❑ Une clé dynamométrique.
- ❑ Un contrôleur de tension de courroie.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ La méthode de remplacement du démarreur.
- ▶ La méthode de remplacement de l'alternateur.
- ▶ La procédure de la tension de la courroie.

Préparer

Pour le démarreur et l'alternateur :

1. **Débrancher** la cosse négative de la batterie.
2. **Repérer** l'emplacement des connexions électrique (la couleur des fils, la forme des cosses...).
3. **Déconnecter** toutes les connexions (connecteurs ou fils seul).
4. **Vérifier** l'état des connecteurs ou des cosses (propreté, sertissage du fil).

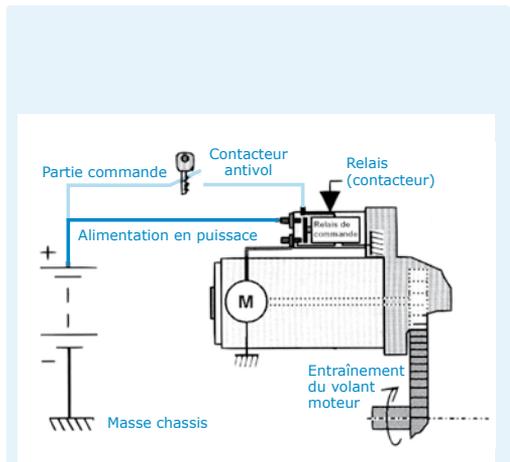
RÉALISER L'INTERVENTION

Dépose du démarreur

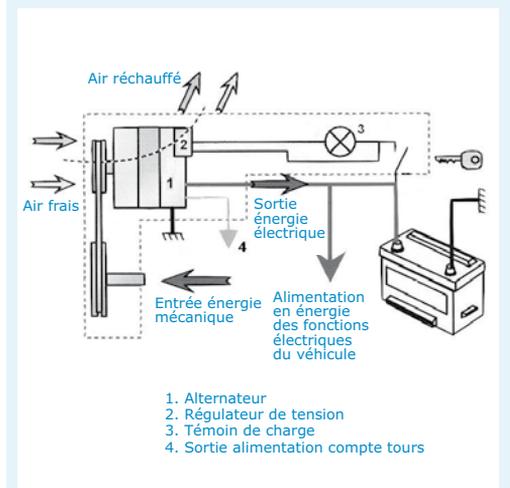
1. **Déconnecter** les fils et les connecteurs après repérage.
2. **Dévisser** les vis de fixation.
3. **Déposer** le démarreur.
4. **Contrôler, réparer ou changer** le démarreur.

Repose du démarreur

1. **Reposer** le démarreur. Visser les vis de fixation tout en maintenant le démarreur dans son logement dans la cloche d'embrayage.
2. **Connecter** le câble positif venant de la batterie, le fil de commande du démarreur et les éventuels autres fils trouvés au démontage.



Branchement du démarreur



1. Alternateur
2. Régulateur de tension
3. Témoin de charge
4. Sortie alimentation compte tours

Branchement de l'alternateur

3. **Rebrancher** la batterie et essayer. Le moteur doit être entraîné à une vitesse de rotation supérieure à 150 tours/min.

Dépose de l'alternateur

1. **Effectuer** les opérations indiquées au paragraphe « préparer ».
2. **Débloquer** et desserrer sans dévisser complètement :
 - l'axe de pivotement,
 - la vis du galet tendeur.
3. **Détendre** la courroie et la déposer.
4. **Enlever** la vis du galet tendeur et l'axe d'alternateur.
5. **Déposer** l'alternateur.

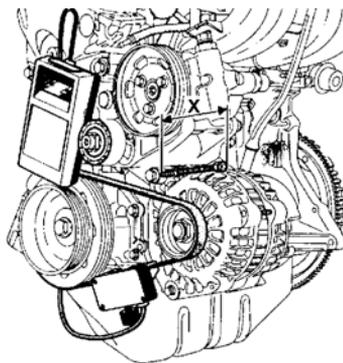
Repose de l'alternateur

1. **Vérifier** l'état de l'alternateur ainsi que sa conformité. Mettre en place l'alternateur.
2. **Remonter** l'axe de pivotement et la vis du galet tendeur sans serrer.
2. **Vérifier** l'état de la courroie, la remplacer par une courroie neuve identique si nécessaire.
3. **Placer** la courroie et la vis du galet tendeur.
5. **Pour** effectuer la tension de la courroie, **respecter** la procédure ci-après. Lorsque la tension est correcte, serrer la vis du galet tendeur et l'axe.
6. **Connecter** les fils selon les repères pris au démontage.
7. **Brancher** la cosse négative de la batterie.
8. **Démarrer** le moteur.
9. **Contrôler** la charge de l'alternateur : le voyant du tableau de bord doit s'éteindre. En cas de doute, voir la fiche « contrôler et charger une batterie » ainsi que la suivante.

Tension de la courroie

1. **Mettre en place** le contrôleur de tension sur le bon brin de la courroie (voir doc. constructeur).
2. **Pivoter** l'alternateur pour tendre la courroie et obtenir la valeur de tension indiquée par le constructeur.
3. **Serrer** au couple la vis du galet du tendeur ainsi que l'axe de pivotement de l'alternateur.
4. **Déposer** le contrôleur de tension.
5. **Faire tourner** le moteur de deux tours pour répartir la tension de la courroie.
6. **Replacer** le contrôleur de tension et vérifier la valeur.
7. **Rectifier** la tension de la courroie si nécessaire.

Remarque : Si le système du galet tendeur est automatique il ne faut pas tenir compte de cette procédure. Il faut suivre alors les préconisations constructeurs.



Réglage de la tension

À NOTER

Les circuits de charge et de démarrage ne sont pas protégés par des fusibles (trop fortes intensités), un court-circuit peut donc avoir des conséquences graves (fusion des fils, incendies).



CONTRÔLER LE CIRCUIT DE CHARGE

54

OBJECTIF

- Contrôler, sans les déposer, le bon fonctionnement de l'alternateur et de son régulateur en cas de décharge ou surcharge anormale de la batterie.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule.
- Une fiche de relevé des contrôles.
- Un multimètre.
- Une pince ampèremétrique avec sa notice.
- Ou un contrôleur de circuit de charge.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les références de l'alternateur et leur concordance avec celles données par le constructeur.
- ▶ La tension nominale et la tension maximale.
- ▶ L'intensité en fonction du régime moteur (si indiquée).

Préparer

- ▶ Le multimètre et la pince ampèremétrique.
- ▶ Contrôler :
 - l'état et la tension de la courroie d'alternateur,
 - l'état de la connectique (propreté, serrage des cosses, cosses de batterie...).
- ▶ Vérifier le niveau d'électrolyte (voir fiche 49).
- ▶ Vérifier l'état de charge de la batterie et relever sa tension à vide (moteur arrêté) et comparer à la valeur de référence.

CONTRÔLER – MESURER

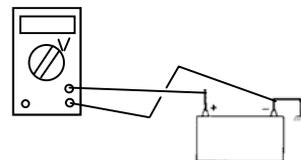
Contrôler le courant de fuite

Moteur arrêté, contact coupé, aucun consommateur en fonctionnement :

1. **Placer** la pince ampèremétrique sur le câble + ou - de la batterie (attention au sens de la pince). Étalonner la pince ampèremétrique.
2. **Brancher** la pince ampèremétrique sur le multimètre comme indiquée dans la notice.
3. **Constater** s'il y a passage de courant. Dans ce cas une valeur s'affiche.



Alternateur



Contrôle de la tension de la batterie

Contrôler les tensions

Contrôle de la tension régulée sans consommateur

1. **Brancher** le voltmètre sur les bornes + et - de la batterie.
2. **Relever** la tension (U) de la batterie et la noter.
3. **Mettre en route** le moteur.
4. **Accélérer** progressivement et noter les valeurs de U trouvées. La valeur de référence est comprise entre 13,5 V et 14,8 V :
 - si U reste égal à la valeur moteur arrêté, l'alternateur ne charge pas,
 - si U dépasse U maximal (plus de 15 V), le régulateur ne fonctionne pas.

Contrôle de la tension régulée avec plusieurs consommateurs

1. **Placer** un voltmètre aux bornes de la batterie.
2. **Mettre en marche** le moteur avec plusieurs consommateurs (phares, dégivrage arrière, ventilation, essuie-glace...).
3. **Accélérer** progressivement et relever la tension lorsqu'elle se stabilise.
4. **Comparer** la valeur trouvée à la valeur de référence. La valeur de référence est comprise entre 13,5 V et 14,8 V.

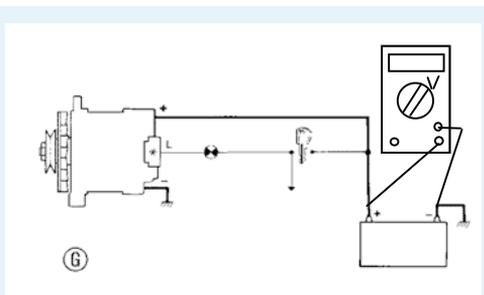
Contrôle de l'intensité débitée par l'alternateur

1. **Placer** la pince ampèremétrique sur le fil + reliant l'alternateur à la batterie.
2. **Mettre en marche** le moteur avec plusieurs consommateurs (phares, dégivrage arrière, ventilation, essuie-glace...).
3. **Accélérer** à 2000 tr/min et relever l'intensité.
4. **Comparer** la valeur trouvée à la valeur de référence. La valeur de référence est de minimum 30 A à 2000 tr/mn.

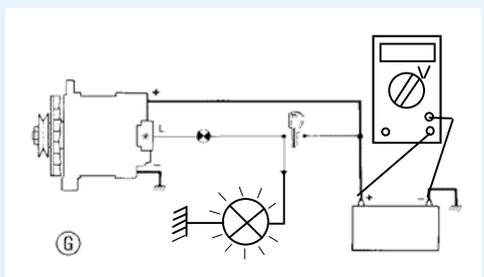
À NOTER

Ne jamais débrancher la batterie lorsque le moteur tourne. On effectue tous les branchements avec le moteur arrêté.

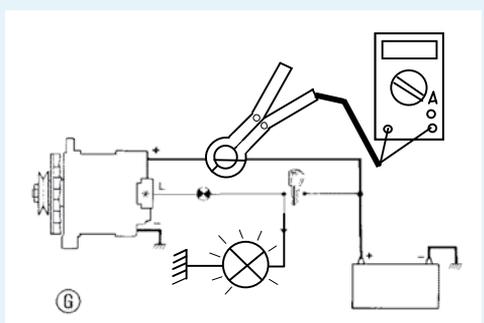
Le contrôle du circuit de charge peut se faire à l'aide d'un appareil électronique de tests du circuit de charge (sans le multimètre et sans la pince ampèremétrique).



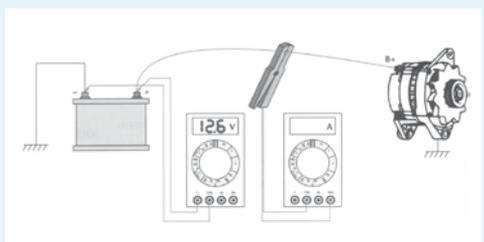
Contrôle de la tension régulée



Contrôle de la tension régulée



Contrôle de l'intensité débitée



Mesure de la tension régulée et de l'intensité débitée en simultané



CONTRÔLER LE CIRCUIT DE DÉMARRAGE

55

OBJECTIF

- Diagnostiquer et contrôler un circuit de démarrage en respectant les règles de sécurité.

MATERIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NECESSAIRES

- La revue technique du véhicule.
- Une fiche de relevé des contrôles.
- Un multimètre.
- Une pince ampèremétrique avec sa notice.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Les références du démarreur et leur concordance avec celles données par le constructeur.
- ▶ La tension à vide de la batterie et la tension de démarrage.
- ▶ L'intensité absorbée par le démarreur.

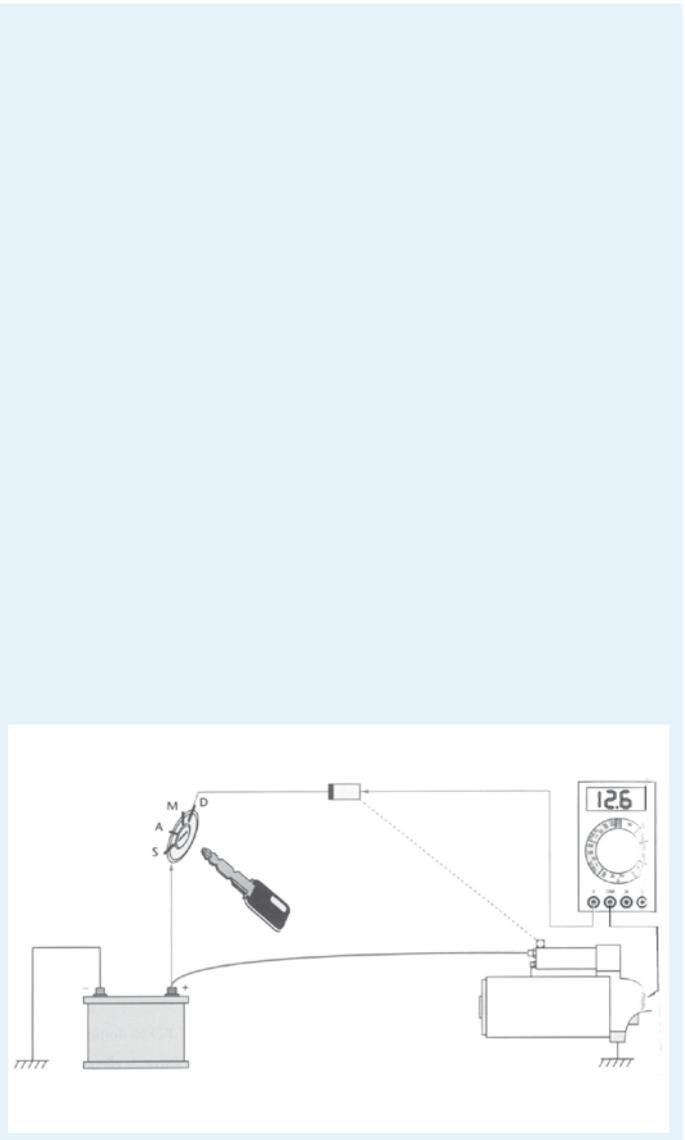
Préparer

- ▶ Le multimètre et la pince ampèremétrique
- ▶ Contrôler :
 - Si le moteur est entraîné assez rapidement pour démarrer.
 - Si le démarreur ne fait pas de bruit anormal.
- ▶ Vérifier le niveau d'électrolyte (voir fiche 49).
- ▶ Vérifier l'état de charge de la batterie (déconnecter le système d'allumage et d'injection) et relever sa tension à vide (moteur arrêté), la tension au démarrage et comparer aux valeurs de référence.

CONTRÔLER – MESURER

Contrôle du circuit de commande

Débrancher le fil d'excitation du solénoïde : Lorsqu'on actionne le démarreur, on doit trouver une tension d'environ 12 V entre la borne de la batterie et le fil débranché.

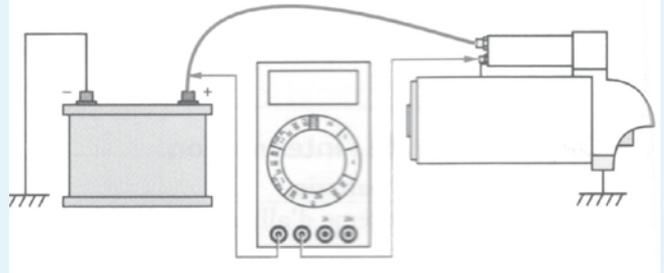


Contrôle du câblage

Pour déceler une résistance anormale, on recherche les chutes de tension, il est donc nécessaire de déconnecter l'allumage et l'injection lorsque l'on actionne le démarreur.

1. Contrôle du fil d'alimentation du démarreur

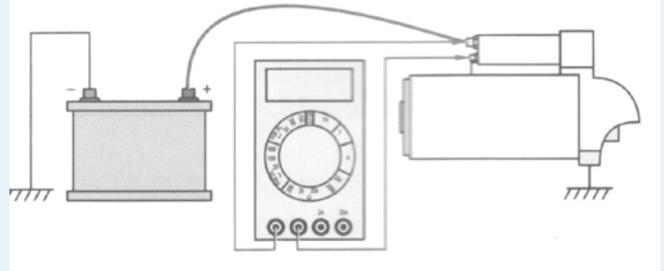
La chute de tension admise est d'environ 0,5 V.



Contrôle du fil d'alimentation

2. Contrôle de relais de commande (solénoïde)

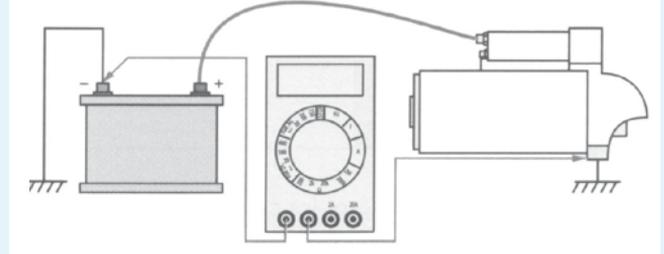
La chute de tension admise est d'environ 0,8 V.



Contrôle du relais de commande

3. Contrôle de la liaison avec la masse

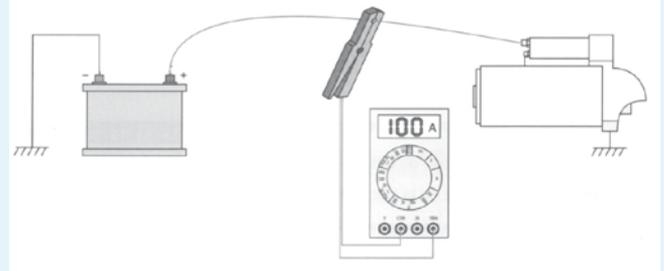
La chute de tension admise est d'environ 0,1 V.



Contrôle de la liaison avec la masse

4. Contrôle de la consommation du démarreur (intensité absorbée)

Placer une pince ampèremétrique autour du câble d'alimentation du démarreur. La valeur théorique est d'environ 80 A.



Contrôle de la consommation

À NOTER

Ne jamais débrancher la batterie lorsque le moteur tourne. On effectue tous les branchements avec le moteur arrêté.



OBJECTIF

- Détecter l'origine des défauts lorsque le démarreur se lance dans le vide, est bruyant ou tourne trop lentement en absorbant trop d'énergie.
- Contrôler l'état général du démarreur après avoir effectué les contrôles de la fiche « contrôler le circuit de démarrage ».

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule.
- Une fiche de relevé des contrôles.
- Un multimètre.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

Les références du démarreur et les comparer avec celles du démarreur à réviser (graver sur le corps du démarreur).

Préparer

1. **Déposer** le démarreur.
2. **Essayer** le démarreur sur batterie en le branchant ; le lanceur doit s'avancer et le moteur tourner à la bonne vitesse. La roue libre doit agir.

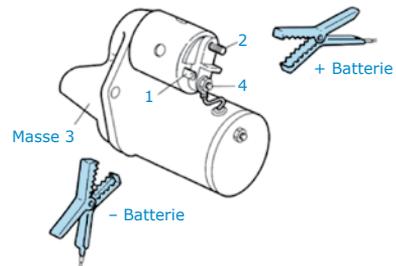
RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

1. **Déconnecter** le câble d'alimentation des inducteurs.
2. **Déposer** la vis et le système de freinage arrière.
3. **Déposer** le flasque arrière et récupérer les rondelles de calage.
4. **Dégager** le corps du démarreur.
5. **Chasser** l'axe de la fourchette (si elle en est munie).
6. **Dévisser** et sortir le solénoïde. Retirer la fourchette en notant son sens.
7. **Déposer** l'induit muni du lanceur.
8. **Chasser** la bague, retirer le jonc ou les deux demi-joncs, sortir la bague et le lanceur si le lanceur est à déposer.

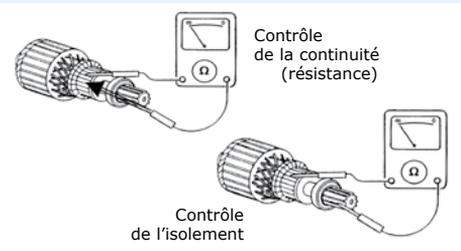
Contrôler mécaniquement

1. L'entrefer entre la carcasse de l'induit et les masses polaires (traces de frottement).
2. Le non-contact des bobinages de l'induit avec ceux de l'inducteur.

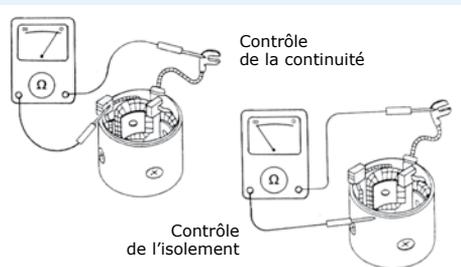


- 1° La pince - sur le nez du démarreur
- 2° La pince + sur la borne 1 :
→ Le contacteur doit claquer et le lanceur avancer.
- 3° La pince + sur la borne 4 :
→ Le moteur électrique doit tourner.
- 4° La pince + sur les bornes 1 et 2 à la fois :
→ Le lanceur doit avancer et le moteur tourner

Test sur démarreur déposé



Contrôle de l'induit



Contrôle des inducteurs

3. Le faux-ronde du collecteur (0,05 mm maximum). Dégager l'isolant entre les lames à l'aide d'un morceau de lame de scie à métaux dont la voie a été meulée.
4. La roue libre, qui doit tourner librement dans un sens et résister au couple dans l'autre.
5. Les bagues des flasques avant et arrière en replaçant les extrémités de l'arbre d'induit dans leur logement.
6. L'état des balais : coulissement, usure. L'état des ressorts : force pressante.
7. Visuellement l'état : des soudures, des lames sur collecteur, des bobinages (dénudés), des tendeurs non isolés.

Contrôler électriquement

1. L'induit :

- Continuité : Brancher un ohmmètre sur deux bagues du collecteur, il doit y avoir continuité, et l'appareil doit indiquer la valeur de la résistance de l'induit donné par le constructeur.
- Isolement : Brancher l'ohmmètre entre le collecteur et le corps de l'induit.

L'appareil doit indiquer une résistance infinie.

Si l'ohmmètre indique une valeur de résistance, il y a court circuit entre le collecteur et la masse. Changer le rotor.

2. Les inducteurs :

- Continuité : brancher l'ohmmètre entre le balai et l'arrivée du courant dans les enroulements; il doit indiquer la résistance donnée par le constructeur.
- Isolement : brancher l'ohmmètre entre les balais et le corps, l'appareil doit indiquer une valeur infinie sinon il y a court-circuit.

3. **Le solénoïde** : En activant son bobinage d'appel, le noyau doit se déplacer avec une légère aide.

4. Le flasque ou porte-balais :

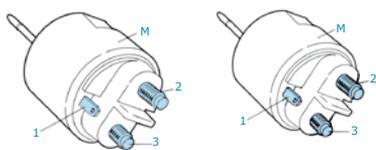
- Positif : isolement.
- Négatif : continuité.

5. Le lanceur :

- Contrôle des dents et de la roue libre.
- S'assurer que le pignon tourne dans le même sens que le démarreur. Il ne doit pas tourner en sens inverse.

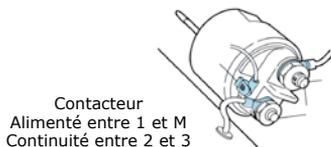
Remonter

1. **Remplacer** les balais si c'est nécessaire.
2. **Graisser** légèrement l'arbre côté lanceur.
3. **Remonter** dans l'ordre inverse du démontage en respectant :
 - le sens de la fourchette et du solénoïde,
 - l'alignement nez, carcasse, flasque arrière en respectant les détrompeurs.
4. **Remonter** le frein d'induit. Assurer le bon contact des balais sur le collecteur.

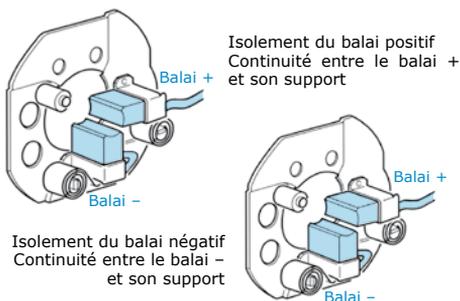


Bobinage de maintien
Continuité entre 1 et M

Bobinage d'appel
Continuité entre 1 et 3



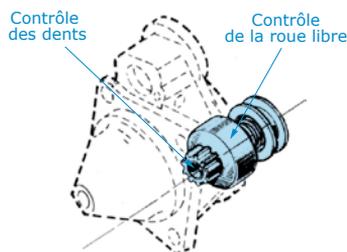
Contrôle du solénoïde



Isolement du balai positif
Continuité entre le balai +
et son support

Isolement du balai négatif
Continuité entre le balai -
et son support

Contrôle des portes-balais



Contrôle du lanceur

À NOTER

Les essais en dynamique du démarreur s'effectuent sur un banc d'essai de démarreurs. A défaut, essayer à nouveau le démarreur sur la batterie avant le remontage.

Actuellement la réfection d'un démarreur se fait très rarement. Avant de réviser un démarreur, il faut voir s'il existe un nécessaire de réparation pour ce démarreur. Parfois le coût d'un démarreur en échange standard revient moins cher que la réfection complète du démarreur.



RÉVISER UN ALTERNATEUR

57

OBJECTIF

- Détecter l'origine du défaut en contrôlant chacun des éléments, si l'alternateur ne débite pas ou débite insuffisamment après les contrôles de la fiche « contrôler le circuit de charge ».

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule.
- Une fiche de relevé des contrôles.
- Un multimètre.
- Un fer à souder.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ Identifier l'alternateur et comparer ses références avec celles proposées dans la revue technique.
- ▶ Noter les valeurs des résistances :
 - du rotor (inducteur),
 - du stator (induit).

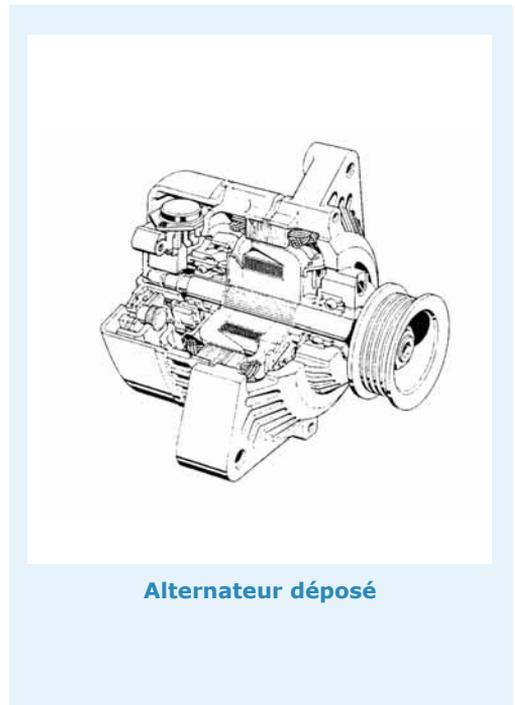
Préparer

1. **Déposer** l'alternateur.
2. **Contrôler** la libre rotation du rotor.
3. **Détecter** les bruits de roulement éventuel.

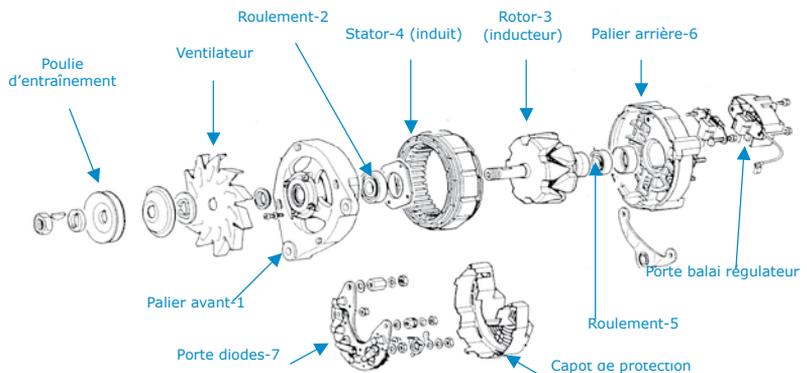
RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

1. **Déposer** la poulie, le ventilateur et le radiateur.
2. **Déposer** le régulateur porte-balais.
3. **Déposer** les tirants et déposer le palier arrière (6). Sur certains modèles, il faut d'abord dessouder les diodes (7) et repérer les fils.
4. **Dessouder** les fils. Interposer une pince sur la queue des diodes afin d'éviter de les détériorer par échauffement. Déposer le rotor et le stator (4).
5. **Chasser** le roulement (2) du palier avant (1).
6. **Extraire** de l'arbre de rotor (3) le roulement arrière (5) à l'aide d'un petit arrache-moyeu.



Alternateur déposé



Contrôler mécaniquement

1. **Faire tourner** les roulements à la main pour constater leur état.
2. **Vérifier** les frottements éventuels entre rotor et cages feuilletées du stator.
3. **Contrôler** l'état des bagues lisses. Les polir avec une toile émeri usée.
4. **Mesurer** la longueur des balais, leur bon coulissement dans les porte-balais et l'action des ressorts.

Contrôler électriquement

1. Le rotor :

- Continuité : Brancher un ohmmètre sur les deux bagues, il doit y avoir continuité, et l'appareil doit indiquer la valeur de la résistance du rotor donné par le constructeur (entre 5 et 12 ohms).
- Isolement : Brancher l'ohmmètre entre une des deux bagues et l'arbre.

L'appareil doit indiquer une résistance infinie.

Si l'ohmmètre indique une valeur de résistance, il y a court circuit entre l'enroulement et la masse. Changer le rotor.

2. Le stator :

- Continuité : brancher l'ohmmètre entre deux sorties du stator, puis les autres ; il doit indiquer la résistance donnée par le constructeur (entre 0,1 et 0,7 ohm).
- Isolement : brancher l'ohmmètre entre un fil du stator et l'armature, l'appareil doit indiquer une valeur infinie sinon il y a court circuit.

3. Le pont de diodes :

Les diodes négatives :

- Placer une touche de l'ohmmètre sur le support des diodes et l'autre successivement sur chacune des tiges de sortie.
- Inverser les touches de l'ohmmètre et répéter l'opération. Un sens doit donner zéro (0) pour chacune et l'autre sens l'infini (I).

Les diodes positives : Effectuer les mêmes contrôles, les résultats doivent être inversés.

4. **Porte-balai** : Contrôler l'isolement du porte-balai négatif (à la masse) et la continuité du porte-balai positif (isolé).

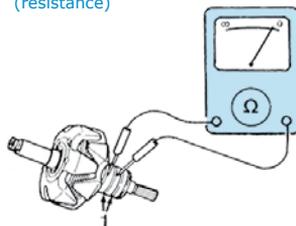
5. **Contrôle du régulateur** : Le contrôle du régulateur se fera sur le moteur.

Brancher un voltmètre aux bornes de la batterie, accélérer le moteur, la tension lue sur le voltmètre doit se stabiliser aux alentours de 14.5 Volts.

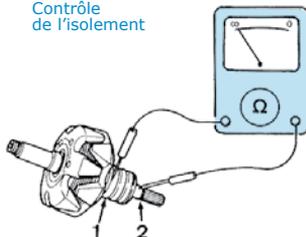
Remonter

1. **Remplacer** toutes les pièces usées.
2. **Remonter** tous les éléments en sens inverse du démontage.

Contrôle de la continuité (résistance)

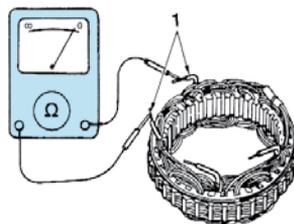


Contrôle de l'isolement

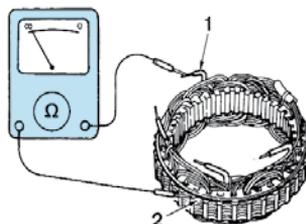


Contrôle du rotor

Contrôle de la continuité (résistance)



Contrôle de l'isolement



Contrôle du stator

À NOTER

Les essais électriques en dynamique d'un alternateur s'effectuent sur un banc spécial de contrôle des alternateurs et régulateurs.

Actuellement la réfection d'un alternateur se fait très rarement. Avant de réviser un alternateur, il faut voir s'il existe un nécessaire de réparation pour cet alternateur. Parfois le coût d'un alternateur en échange standard revient moins cher que la réfection complète.



CONTRÔLER ET RECHARGER UNE CLIMATISATION

58

OBJECTIF

- ❑ Intervenir sur les éléments de la climatisation en respectant les consignes de sécurité.
- ❑ Relever les températures et pressions de fonctionnement sur les différents éléments.
- ❑ Recharger le circuit de climatisation.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule.
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles.
- ❑ Un thermomètre infrarouge.
- ❑ Une station de charge avec sa notice.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- ▶ L'emplacement des différents éléments du circuit de climatisation.
- ▶ Les raccords de service du circuit.
- ▶ Les pressions de fonctionnement.
- ▶ Les données constructeur en fonction du type et de l'année du véhicule (quantité de gaz et d'huile).

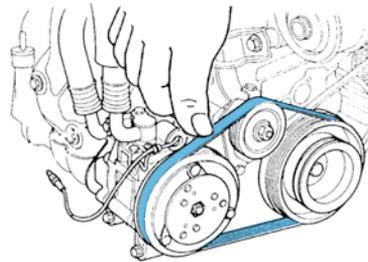
Préparer

Contrôle et opérations préliminaires :

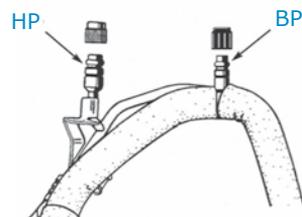
- ▶ Vérifier la tension et l'état de la courroie de l'embrayage électromagnétique du compresseur.
- ▶ Vérifier les différents niveaux et mettre en route le véhicule.
- ▶ Moteur chaud.
- ▶ Actionner l'interrupteur de mise en route de la climatisation à plusieurs reprises, et écouter le claquement de l'embrayage électromagnétique du compresseur.
- ▶ Fermer le véhicule et les ouvrants.
- ▶ Ouvrir les bouches d'aération centrales et fermer toutes les autres.
- ▶ Sélectionner le mode recyclage.
- ▶ Sélectionner la température minimum.
- ▶ Sélectionner la sortie d'air vers les bouches centrales.
- ▶ Laisser l'installation de réfrigération en fonctionnement 10 à 15 minutes avant de noter les différents relevés.
- ▶ Introduire la sonde d'un thermomètre dans l'une des deux bouches centrales.
- ▶ Sélectionner une vitesse des pulseurs d'environ 40 à 50 %.
- ▶ Augmenter le régime moteur d'environ 1500 à 2000 tr/min.
- ▶ Lire une température de sortie évaporateur d'environ 5 °C.



Station de climatisation



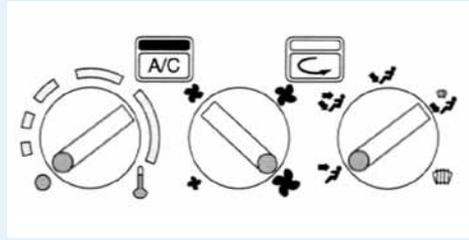
Contrôle de la tension de la courroie



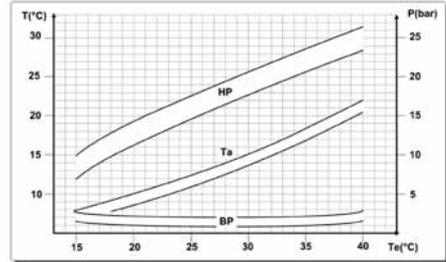
Identifier les raccords BP et HP

CONTRÔLER – MESURER

1. **Mettre** le véhicule dans les conditions d'essais du constructeur (voir ci-dessus).
2. **Brancher** les manomètres aux raccords de service du circuit.
3. **Noter** la température de l'air extérieur.
4. **Noter** la température de soufflage de l'air vers l'habitacle (aérateurs centraux) et les pressions BP et HP.
5. **Comparer** les relevés avec les données du constructeur et faire un diagnostic si nécessaire.
6. **Raccorder** la station de climatisation au véhicule.
7. **Vous** vous apprêtez à **réaliser le contrôle** de l'efficacité du système de climatisation, pour cela quelques conditions sont nécessaires :
 - moteur chaud,
 - sélection du « froid maxi »,
 - vitesse soufflerie maximum,
 - sélection sortie soufflerie frontale,
 - régime moteur lors des mesures = 2000 tr/min.
8. **Effectuer** les mesures.
9. **Si** toutes les mesures sont correctes, **faire une recharge** du circuit de climatisation à l'aide de la station de climatisation (voir notice de la station).



Commande de climatisation



Courbe d'efficacité du système

Les principales pannes

DÉFAUT CONSTATÉ	CAUSES
Manque de froid	Ventilation habitacle défaillante. Filtres d'entrées d'air colmaté. Détendeur défaillant. Embrayage du compresseur défaillant. Manque de fluide. Trop de fluide. Lignes électriques défaillantes. Circuit frigorifique obstrué. Pressostats défaillants. Thermostat défaillant. Ventilation condenseur défaillante. Condenseur encrassé. Chauffage défaillant. Présence d'air dans le circuit frigorifique. Présence d'humidité dans le circuit frigorifique. Trop d'huile dans le circuit frigorifique.

À NOTER

Pour toutes interventions sur un élément du circuit de climatisation, il est nécessaire de vider le circuit à l'aide de la station de climatisation.
Lors de la recharge du circuit de climatisation il est préférable d'utiliser le programme automatique de la station de climatisation.
Sur certains véhicules il n'y a qu'un seul raccord de service pour le remplissage du fluide frigorigène.



CONSIGNES DE SÉCURITÉ (SYSTÈME DE CLIMATISATION)

59

OBJECTIF

- ❑ Intervenir sur les éléments de la climatisation en respectant les consignes de sécurité.
- ❑ Recharger le circuit de climatisation.

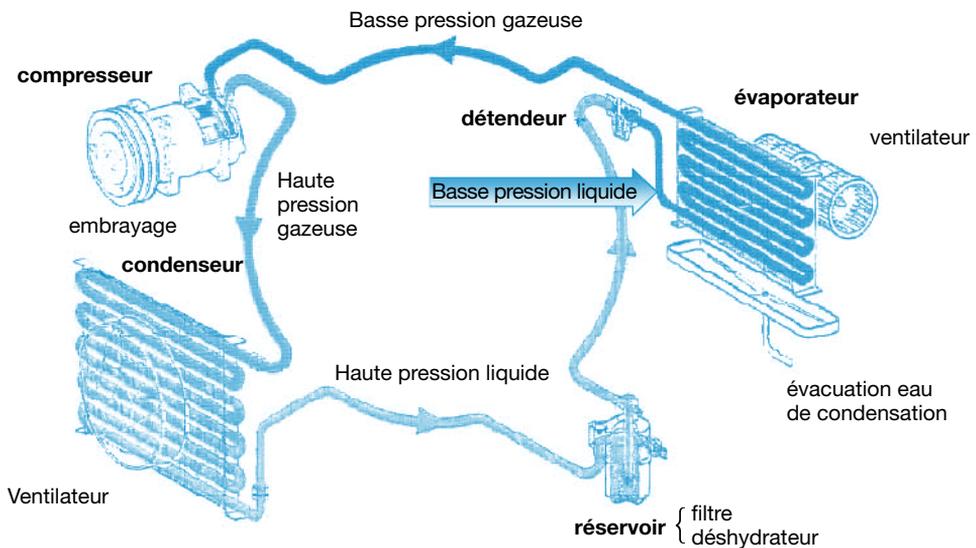
MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ❑ La revue technique du véhicule.
- ❑ Une fiche de relevé des contrôles.
- ❑ Un thermomètre infrarouge.
- ❑ Une station de charge avec sa notice.

CONSIGNES GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ

L'intervention sur un système de climatisation doit être effectuée par du personnel qualifié et seulement après avoir bien lu les instructions pour l'utilisation :

- ▶ **Toujours porter** des gants et lunettes protectrices.
- ▶ **Ne pas fumer** près du véhicule pendant les opérations.
- ▶ **Ne jamais regarder** les raccords lors de l'installation de la station de climatisation, ou un élément suite au remontage et à la mise en route du système.
- ▶ **L'appareil doit être utilisé** dans un endroit bien aéré.



Circuit de climatisation

- ▶ **Contrôler** le type de réfrigérant utilisé dans le système (R134a ou R12 sur véhicule ancien) avant d'effectuer toute opération.
- ▶ **S'assurer** que la clé de contact de véhicule soit déconnectée quand le moteur ne tourne pas.
- ▶ **Éviter d'inhaler** les vapeurs concentrées des réfrigérants, même pendant une période très courte, car cela pourrait provoquer une perte de conscience ou pire une mort soudaine.
- ▶ Le réfrigérant R134a n'est pas inflammable, mais si ses vapeurs sont exposées à des flammes ou à des surfaces rouges, il peut s'avérer une décomposition thermique générant des substances acides. Éviter donc de telles situations.

Remarque : Il n'existe pas de preuves scientifiques sur les risques éventuels du contact direct sur la peau avec le gaz R134a. Toutefois, en considération du point d'ébullition très bas du R134a, il est fortement recommandé de porter des gants ou des lunettes protectrices pour éviter le contact avec la peau, particulièrement pour les yeux (le liquide oculaire pourrait geler).

À NOTER

Attention : Il est actuellement demandé une attestation de capacité pour intervenir sur les systèmes de climatisation et pour manipuler des fluides frigorigènes.

Fluides frigorigènes

Désignation	R12	R134a
Classification	CFC ChloroFluoro- Carbone	HFC HydroFluoro- Carbone
Applications	Interdit à la vente	Circuit d'origine ou circuit R12 reconverti au R134a

Désignation	R413a	R416a
Classification	HFC HydroFluoro- Carbone	HCFC HydroChloro- FluoroCarbone
Applications	Circuit R12 reconverti au R413a	Circuit R12 reconverti au R416a

Les dangers du fluide frigorigène pour l'environnement

Fluides frigorigènes	Observations
R12 (CFC)	Participe à la destruction de la couche d'ozone et à l'augmentation de l'effet de serre.
R134a (HFC)	Participe à l'augmentation de l'effet de serre.
R744 (CO2)	Participe à l'augmentation de l'effet de serre.
R413a (HFC)	Participe à l'augmentation de l'effet de serre.
R416a (HCFC)	Participe à la destruction de la couche d'ozone et à l'augmentation de l'effet de serre.



UTILISATION DU PIED À COULISSE ET DU MICROMÈTRE (MÉTROLOGIE)

60

OBJECTIF

- Utiliser le pied à coulisse (calibre à coulisse) et le micromètre correctement.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Un pied à coulisse.
- Un micromètre.

DÉFINIR

Lire attentivement la notice du matériel de métrologie utilisé.

- ▶ Le **pied à coulisse** est une règle rigide graduée en millimètres et portant un bec fixe. Sur cette règle glisse un coulisseau muni d'un vernier et d'un bec mobile. Le coulisseau possède à sa partie supérieure une vis de pression qui permet l'immobilisation sur la règle et un lardon qui permet le réglage du jeu.
- ▶ Le **micromètre** est un appareil en forme de U qui a une précision au 100^{e} (0,01mm). La règle est graduée en 2 graduations décalées en mm. Le tambour quant à lui est divisé en 50 parties égales (cas d'un micromètre au 100^{e} de mm). La touche mobile peut être verrouillée à l'aide du dispositif de verrouillage.

MESURER

Mesurer avec un pied à coulisse

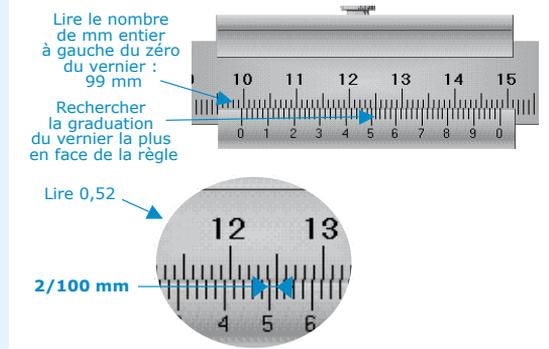
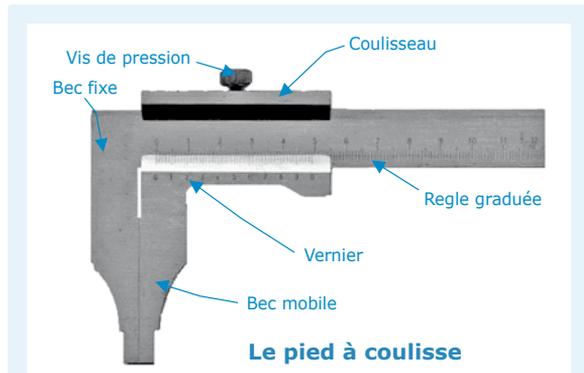
1. **Lire** sur la règle le nombre de mm entiers situés à gauche du 0 du vernier (côte nominale).
2. **Rechercher** sur le vernier une graduation qui correspond à une graduation de la règle.

Le **vernier** peut être divisé en 50 graduations (pied à coulisse au 50^{e} de mm), en 20 graduations (pied à coulisse au 20^{e} de mm), etc.

Chaque **écart** de graduation sur le coulisseau vaut 0,02 mm ou $2/100$ mm (pied à coulisse au 50^{e} de mm), et 0,05 mm ou $5/100$ mm (pied à coulisse au 20^{e} de mm).

3. **Compter** le nombre de graduations situées entre le 0 du vernier et la graduation trouvée.
4. **Donner** la valeur en mm.

Attention : pour la mesure des dimensions intérieures, ne pas oublier d'ajouter l'épaisseur des becs du pied à coulisse c'est à dire 2 fois 5 mm soit 10 mm.



Exemple de lecture avec un vernier au 50^{e} mm. Rajouter $99 + 0,52 = 99,52$ mm

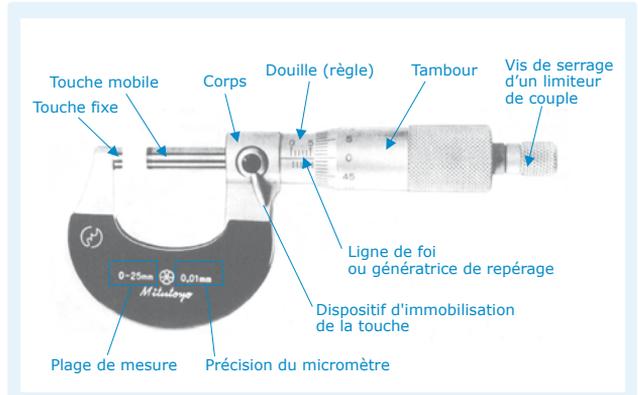
Mesurer avec un micromètre

1. **Lire** le nombre de mm entier situé à gauche de la tranche du tambour.
2. **Lire** le $\frac{1}{2}$ mm (si la graduation est visible) situé entre le dernier mm entier et la tranche du tambour.
Lorsque le tambour tourne de 1 tour, la touche mobile se déplace de 0,5 mm (cas d'un micromètre au 100^{e} de mm).
3. **Lire** le nombre de 1/100 de mm sur le tambour.
4. **Additionner** les trois valeurs précédentes et donner la cote en mm.

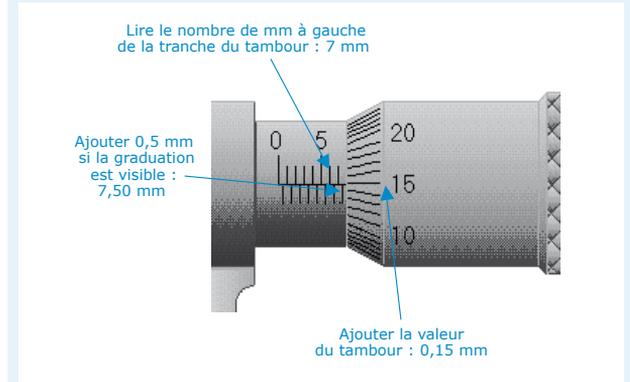
Remarque : La vis de serrage possède un limiteur de couple afin de ne pas « écraser » la pièce à mesurer qui donnerait une lecture fausse. Avant utilisation, il convient de vérifier la propreté des becs et l'étalement, en mettant les becs mobile et fixe en contact à l'aide de la vis de serrage. Certains micromètres possèdent une ouverture minimale de 25 mm ou plus, il convient d'insérer une cale étalon entre les deux becs afin de vérifier la mise à zéro.

À NOTER

Les instruments de métrologie sont très fragiles, il convient donc de les manipuler avec précautions.



Le micromètre



Exemple de lecture avec un vernier au 100^{e} de mm
Ajouter les valeurs : $7,50 + 0,15 = 7,65$ mm



UTILISATION DU COMPARETEUR (MÉTROLOGIE)

61

OBJECTIF

□ Utiliser le comparateur correctement.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

□ Un comparateur.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Lire attentivement la notice du matériel de métrologie utilisé.

Le comparateur est constitué d'un cadran mobile divisé en 100 parties égales, d'une aiguille et d'une pointe de touche. Un déplacement de la pointe de touche de 1 millimètre correspond à un tour d'aiguille. Il permet de comparer une surface de référence (marbre) à la surface de la pièce à contrôler au 100^e de mm.

MESURER

Mesurer avec un comparateur

1. **Veiller** à la propreté de toutes les surfaces de contact participant à la mesure.
2. Le socle du comparateur est posé sur le marbre. **Régler** la position du comparateur en s'assurant :
 - que la touche est bien en contact avec la pièce,
 - que le socle n'est pas trop éloigné de la pièce à contrôler.
3. **Placer** la touche le plus perpendiculairement possible à la surface du marbre.
4. **Lever** la touche puis placer la pièce sous le palpeur. Abaisser le palpeur en l'accompagnant.
5. **Mettre** le cadran à 0. On déplace le comparateur sur la surface du marbre et on observe le déplacement de l'aiguille sur le cadran :
 - l'aiguille ne se déplace pas, la pièce est donc plane sur cet axe,
 - l'aiguille se déplace, la pièce a donc une pente. Le sens de déplacement du socle et de l'aiguille donnera le sens de la pente,

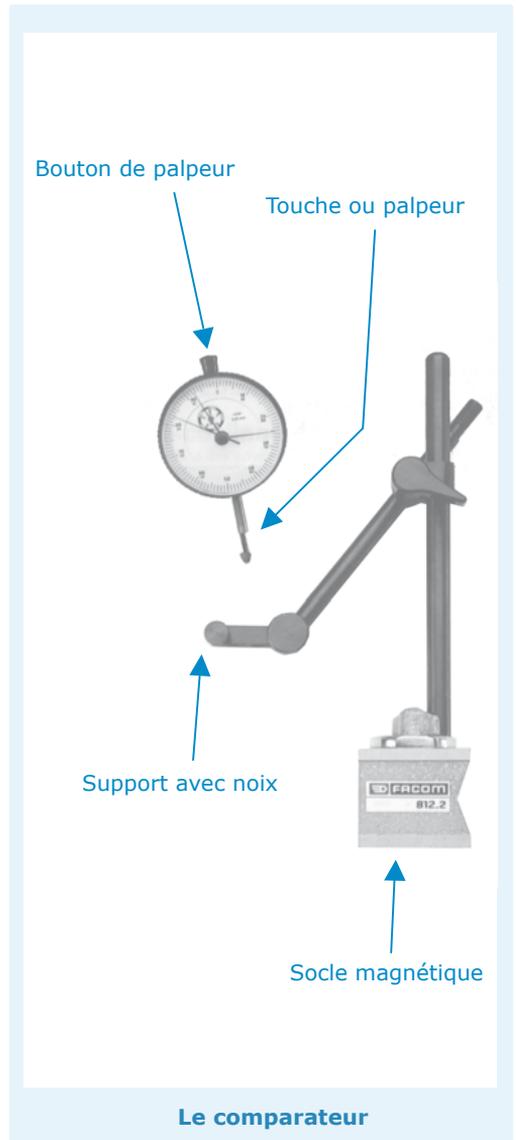
Bouton de palpeur

Touche ou palpeur

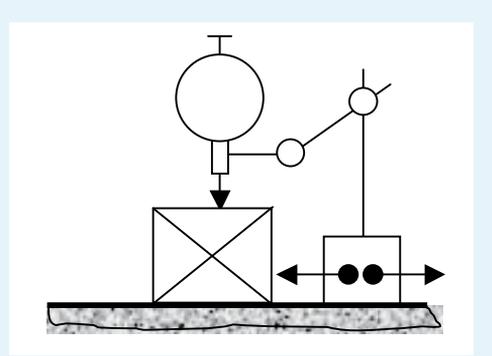
Support avec noix

Socle magnétique

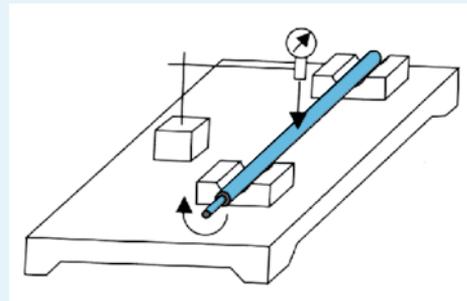
Le comparateur



- dans le cas d'une surface cylindrique On fait tourner la pièce dans les vés de centrage. On observe le déplacement de l'aiguille sur le cadran et comme précédemment il nous renseignera sur la rectitude de l'arbre.



Surface plane



Surface cylindrique

Exemples de mesure

À NOTER

Les instruments de métrologie sont très fragiles, il convient donc de les manipuler avec précautions.



DÉCHETS DANGEREUX		
DÉCHETS	STOCKAGE	DESTINATION
Huile de vidange	Cuve à huile usagée	Régénération - Incinération en cimenterie (valorisation énergétique : utilisation comme combustible)
Liquide de refroidissement et Lave glace	Fût spécifique « liquide de refroidissement »	- Régénération ou incinération pour production d'énergie
Liquide de frein	Fût spécifique « liquide de frein »	- Régénération ou incinération pour production d'énergie
Aérosols	Container « bombes et solvants »	Recyclage du métal après récupération et destruction des gaz.
Chiffons	- Les chiffons gras, souillés : container « emballages gras »	- Lavage et recyclage - Incinération
Boues et séparateur d'hydrocarbure	Fût spécifique	- Incinération - Traitement physico-chimique
Liquide frigorigène	Bouteille de gaz spécifique (climatisation)	Réemploi
Carburant	Fût spécifique	Réutilisation
Batterie	Container « batteries »	Broyage : - Recyclage du plomb - Incinération des plastiques - Traitement de l'électrolyte
Emballages souillés	Container « emballages gras »	Broyage et incinération
Filtres à huile Filtre à gazole Filtre à essence	Fût spécifique « filtres à huile »	Broyage, centrifugation et pressage : - Huiles : régénération ou incinération - Papier : incinération - Métal : valorisation matière
Pots catalytiques	Container spécifique pour les pots catalytiques	- Récupération des métaux précieux (or, argent, platine...) - Recyclage des céramiques - Valorisation de l'acier
Absorbant de sol sale ou poussière de balayage	Fût « absorbant de sol »	Régénération ou incinération
DÉCHETS NON DANGEREUX		
DÉCHETS	STOCKAGE	DESTINATION
Pièces métalliques	Container « métaux »	Tri chez le ferrailleur puis broyage et valorisation
Plastiques et caoutchoucs	Container « métaux »	Valorisation matière ou incinération
Pneus	Aire de stockage des pneus	- Rechapage - Valorisation matière - Incinération
Déchets d'équipement électriques et électroniques	Container « métaux »	Recyclage et/ou élimination par des filières spécialisées
Métaux non ferreux	Container « métaux »	Valorisation matière
Papiers et cartons	Container « emballages propres »	Réutilisation comme matière première dans la fabrication de cartons ou de papiers
Pare brise et vitrages	Container « métaux »	Valorisation matière sous forme de calcin

VALORISATION (réutilisation des déchets comme matière première) = RECYCLAGE

