



GUIDE TECHNIQUE

Mécanisme de l'étrier de frein camion : arbre à came, roulements et guides

Mécanisme de l'étrier de frein à disque de poids lourd : arbre à came, roulements, ressort de rappel et groupe d'ajustement, pannes et remplacement.

Dans un atelier, l'essieu arrière d'un tracteur routier est levé et la roue tourne à la main. Un léger frottement sur le disque est normal, mais cette fois c'est différent : la roue produit un léger « clic » au même point à chaque tour. Sur un autre véhicule, le symptôme est inverse — la pédale de frein relâchée, la plaquette ne se dégage pas du disque, et après quelques kilomètres la jante devient trop chaude pour être touchée à la main. Ces deux symptômes ne proviennent pas du corps de l'étrier lui-même, mais d'un mécanisme invisible logé à l'intérieur : l'arbre à came, les roulements, le ressort de rappel et le groupe d'ajustement. Ces quatre éléments forment le mécanisme qui transforme la poussée linéaire de la chambre à frein en une force qui plaque la plaquette contre le disque. Ce guide couvre en détail ce mécanisme interne de l'étrier de frein à disque pneumatique — son fonctionnement, ses pannes et son remplacement.

Ce document a été préparé par l'équipe technique VADEN pour les systèmes de freins à disque pneumatiques des véhicules commerciaux lourds. Les valeurs indiquées ici sont des références générales ; pour les données exactes, le manuel d'entretien OE actuel correspondant au code moteur et châssis du véhicule fait foi. Dernière mise à jour : septembre 2026. La fonction et la terminologie de l'étrier de frein à disque pneumatique sont définies dans le champ d'application du règlement ECE R13 (freinage ONU) et de la norme ISO 611 (terminologie du freinage des véhicules routiers).

Qu'est-ce que le mécanisme de l'étrier ? Fonction et principe de fonctionnement

Le mécanisme de l'étrier est le dispositif interne du frein à disque pneumatique qui transforme la poussée linéaire de la chambre à frein en force de serrage de la plaquette contre le disque ; il comprend l'arbre à came (excentrique) qui assure cette transformation, les roulements qui supportent cet arbre, le ressort de rappel qui ramène le dispositif à sa position initiale au relâchement du frein, et le groupe d'ajustement qui maintient automatiquement le jeu de fonctionnement constant à mesure que la plaquette s'use. Ensemble, ces quatre éléments permettent à l'étrier de produire une force de freinage cohérente et prévisible.

La chaîne de force fonctionne ainsi : lorsque la pédale de frein est actionnée, la chambre à frein reçoit une pression d'air, et sa tige de poussée (pushrod) est reliée à un levier qui dépasse du corps de l'étrier. Ce levier transmet un mouvement de rotation à l'arbre à came situé à l'intérieur du corps de l'étrier. En tournant, le profil excentrique de l'arbre déplace linéairement vers le disque la plaque-pont (bridge) qui repose dessus. Le pont pousse les pistons de pression reliés au groupe d'ajustement ; la plaquette intérieure entre en contact avec le disque en premier, et la force de réaction qui en résulte fait coulisser le corps de l'étrier sur les goupilles de guidage, plaquant à son tour la plaquette extérieure contre le disque. Résultat : un seul mouvement de la chambre à frein serre les deux plaquettes contre le disque avec une force égale.

La deuxième fonction de ce dispositif est l'effet de levier : la géométrie du bras de came amplifie la force relativement modeste provenant de la chambre à frein avant de la transmettre à la plaquette. Sa troisième fonction est la répétabilité — le mécanisme de l'étrier doit conserver le même jeu et la même relation force-course sur des milliers d'applications de freinage ; sinon, la sensation de pédale change, le temps de réponse du frein s'allonge ou la plaquette s'use prématurément.

Comment fonctionne l'arbre à came (excentrique) ?

L'arbre à came est un axe en acier positionné horizontalement dans le corps de l'étrier, dont une extrémité reçoit le mouvement de rotation venant du levier de la chambre à frein. Il porte un profil excentrique ou une came décalée par rapport à son axe ; en tournant, ce profil pousse la plaque-pont et convertit ainsi le mouvement rotatif en mouvement linéaire. L'angle de rotation de l'arbre à came est limité — non pas un tour complet, mais quelques degrés suffisent à mettre la plaquette en contact avec le disque. Ce faible angle garantit à la fois une réponse rapide et un contrôle précis de la force.

Pourquoi les roulements (roulements de poussée) sont-ils nécessaires ?

Des roulements ou des douilles de glissement se trouvent aux deux extrémités de l'arbre à came ainsi que sur les surfaces où la plaque-pont coulisse dans le corps ; sur les étriers poids lourds, le roulement à aiguilles est la solution la plus courante. Le rôle des roulements est de minimiser le frottement — moins il y a de frottement, plus la force venant de la chambre à frein est transmise à la plaquette, et moins elle se dissipe en chaleur. Les roulements maintiennent également l'arbre à came centré sur son axe ; lorsqu'ils s'usent, un jeu radial apparaît sur l'arbre, ce qui fait basculer le pont et provoque une usure irrégulière de la plaquette.

À quoi sert le ressort de rappel ?

Lorsque la pédale de frein est relâchée, la pression d'air dans la chambre à frein chute, mais une force distincte est nécessaire pour ramener l'arbre à came et la plaque-pont à leur position initiale — c'est le rôle du ressort de rappel. Le ressort garantit la création d'un jeu de fonctionnement (running clearance) étroit mais mesurable entre la plaquette et le disque. Sans ce jeu, la plaquette reste en contact permanent avec le disque ; une plaquette qui traîne chauffe, augmente la consommation de carburant et s'use prématurément.

Comment fonctionne le groupe d'ajustement (mécanisme de réglage automatique) ?

La plaquette s'use très légèrement à chaque application du frein ; si cette usure n'est pas compensée, le jeu de fonctionnement augmente progressivement, la course de pédale s'allonge et la réponse du frein se retarde. Le groupe d'ajustement est un dispositif à embrayage-engrenage ou à vis sans fin (worm gear) intégré à l'arbre à came ; chaque fois que le jeu de fonctionnement dépasse la limite définie, le mécanisme avance d'un cran, fait tourner la vis de réglage et maintient constant le jeu plaquette-disque. Grâce à cet ajustement automatique, le conducteur ressent la même course de pédale et la même réponse de freinage tout au long de la vie de la plaquette ; aucun réglage manuel n'est nécessaire.

Composants du mécanisme de l'étrier et leur fonction

Composant	Fonction	Symptôme en cas d'usure
Arbre à came (excentrique)	Transmet le mouvement de rotation de la chambre à frein au pont sous forme de poussée linéaire	Usure du profil excentrique, pression de plaquette irrégulière
Roulements de poussée	Supportent l'arbre à came et le pont avec un faible frottement	Jeu radial, bruit de cliquetis/cognement, échauffement

Composant	Fonction	Symptôme en cas d'usure
Plaque-pont (bridge)	Transmet le mouvement reçu de l'arbre à came au groupe d'ajustement	Appui incliné, usure unilatérale de la plaquette
Ressort de rappel	Ramène le dispositif à sa position initiale au relâchement du frein	Plaquette qui traîne, contact léger permanent
Groupe d'ajustement	Maintient automatiquement le jeu de fonctionnement constant à mesure que la plaquette s'use	Allongement de la course de pédale, réponse de freinage retardée
Soufflets de protection / joints	Protègent l'arbre à came et le pont de la saleté, de l'humidité et du sel	Corrosion interne, grippage du mécanisme

Quelle est la différence entre le mécanisme de l'étrier et le levier de réglage du frein à tambour (slack adjuster) ?

Sur le frein à tambour, l'ajustement automatique se fait par un levier et un dispositif de tambour séparés, externes (slack adjuster) ; la tige de poussée de la chambre à frein actionne ce levier de l'extérieur, et le levier est visible à l'œil nu. Sur le frein à disque, en revanche, le mécanisme d'ajustement est un système fermé à engrenage-embayage intégré à l'arbre à came, à l'intérieur du corps de l'étrier — invisible de l'extérieur et impossible à observer directement sans démonter l'étrier. Cette différence change aussi la méthode de diagnostic : sur le tambour, l'angle de course du levier se contrôle visuellement ou par mesure, tandis que sur le disque, le diagnostic se fait indirectement, via la course de la pédale de frein, le jeu ressenti en faisant tourner la roue à la main et la mesure de l'épaisseur de la plaquette.

Le mécanisme de l'étrier fait directement partie de la chaîne de force de freinage. Une défaillance de l'arbre à came, des roulements ou du groupe d'ajustement fait qu'une roue freine moins ou plus tard que les autres, augmentant le risque de tirage d'un côté ou de dérapage du véhicule. Dès qu'une vibration, un bruit de cliquetis ou une plaquette qui traîne est constaté, le véhicule doit être contrôlé rapidement.

Normes et lectures complémentaires

Ce sujet est régi par les règles d'équipement des véhicules industriels à freinage pneumatique. Aux États-Unis, la norme fédérale des freins à air **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** définit les réservoirs, la protection et les temps qu'un système conforme doit offrir, et l'Europe applique les limites équivalentes du Règlement n° 13 de la CEE-ONU (UNECE). Pour plus de détails, voir le guide de référence illustré sur airbrakecompressor.com. Vérifiez toujours les valeurs précises au regard de la réglementation en vigueur et des données d'entretien du constructeur.

En France, l'obligation de maintenir le système de freinage en bon état de fonctionnement relève du Code de la route, et sa vérification passe par le contrôle technique périodique : les véhicules de transport de marchandises dont le PTAC dépasse 3,5 tonnes sont contrôlés une fois par an, le freinage figurant parmi les points de contrôle (**Service-Public / Entreprendre**). Le cadre réglementaire applicable aux véhicules lourds est publié par le **ministère chargé des Transports**.

Comment reconnaître une défaillance du mécanisme de l'étrier ?

Une défaillance du mécanisme de l'étrier est souvent confondue avec un simple remplacement de plaquettes, car le premier symptôme apparaît généralement sur la plaquette elle-même — usure irrégulière, frottement persistant ou grincement. Mais si le même symptôme se répète après le remplacement de la plaquette, le problème vient du mécanisme lui-même. Voici les principaux symptômes rencontrés sur le terrain et leurs méthodes de contrôle :

Symptômes de défaillance du mécanisme de l'étrier et méthode de contrôle

Symptôme	Cause probable	Contrôle / vérification
Le disque/la jante chauffe excessivement après le freinage, la plaquette traîne	Ressort de rappel cassé ou affaibli, ou groupe d'ajustement trop avancé	Faire tourner la roue à la main pour sentir un frottement permanent, contrôler le ressort visuellement
Bruit rythmique de cliquetis/cognement pendant le freinage ou la rotation de la roue	Usure et jeu radial dans les roulements de l'arbre à came	Saisir le pont à la main sans démonter l'étrier et contrôler le jeu radial
La pédale de frein durcit ou sa course s'allonge avec le temps	Le groupe d'ajustement ne suit pas l'usure de la plaquette, mécanisme grippé	Mesurer le jeu de fonctionnement plaquette-disque, tester la liberté de mouvement du mécanisme d'ajustement
Le véhicule tire d'un côté au freinage	Le mécanisme de l'un des deux étriers d'un essieu produit moins de force que l'autre	Comparer la trace de pression de la plaquette et l'homogénéité de couleur des deux étriers du même essieu
Jeu visible sur la plaque-pont, boulons de guidage desserrés	Le jeu sur l'axe du pont a augmenté à cause de l'usure des roulements	Pousser le pont à la main et contrôler l'ampleur du jeu libre
La plaquette s'use de façon irrégulière, un bord nettement plus fin que l'autre	L'arbre à came ou le pont se déplace de travers, usure asymétrique des roulements	Comparer l'épaisseur de la plaquette aux deux extrémités avec un micromètre ou un pied à coulisse
Aucun bruit/sensation d'avancement du mécanisme d'ajustement	Groupe d'ajustement rouillé ou encrassé, resté bloqué	Faire tourner le mécanisme d'ajustement à la main avec l'outil adapté et contrôler la résistance et le déclic

Comment contrôler le jeu dans le mécanisme de l'étrier ?

Le contrôle commence roue au sol : le frein de stationnement est relâché, la roue est tournée à la main et l'on recherche un frottement léger et régulier sur tout le tour. Une résistance nettement accrue en un point, ou une sensation de « clic » périodique, indique un défaut dans les roulements de l'arbre à came ou sur la surface d'appui du pont. La deuxième étape est le contrôle manuel de la plaque-pont ; une légère force latérale est appliquée sur le pont à travers le soufflet de protection ou étrier ouvert, et un jeu perceptible indique que le jeu des roulements a augmenté.

La troisième étape est la mesure du jeu de fonctionnement plaquette-disque ; cette mesure indique si le groupe d'ajustement remplit sa fonction. Si le jeu dépasse la plage définie par le véhicule, cela signifie que le mécanisme d'ajustement n'avance pas — généralement à cause de la corrosion, de l'encrassement ou de l'usure de l'engrenage. Si le jeu est absent ou si la plaquette reste en contact léger permanent, il faut rechercher un ressort de rappel défaillant ou une avance excessive du mécanisme d'ajustement. Dans les deux cas, le diagnostic final n'est confirmé qu'après démontage de l'étrier et inspection visuelle du mécanisme.

Le frottement ressenti à la roue ne vient pas toujours du mécanisme ; pour vérifier séparément si l'étrier coulisse encore librement sur son support, consultez le guide [axe, bague et vis d'étrier](#).

Avant de remplacer un étrier jugé « défectueux », contrôlez impérativement le ressort de rappel et la liberté du mécanisme d'ajustement. Pour une part importante des étriers remplacés sur le terrain, le vrai problème est un simple ressort ou un engrenage d'ajustement rouillé ; même si l'étrier complet est remplacé, la cause profonde reste inconnue et le même symptôme peut se reproduire sur un autre essieu.

Comment remplacer le mécanisme de l'étrier ? Étape par étape

- 1 Garez le véhicule sur un sol plat et stable, serrez le frein de stationnement, placez des cales sous les roues et coupez le moteur.
- 2 Purgez la pression d'air de l'essieu concerné conformément aux instructions du système ; ne desserrez jamais un raccord de chambre à frein ou de conduite d'air avant d'avoir évacué la pression.
- 3 Déposez la roue, retirez les plaquettes et séparez l'étrier de son support (carrier) ; suspendez l'étrier pour éviter toute tension sur les flexibles et les câbles.
- 4 Détachez la chambre à frein de l'étrier et posez le corps de l'étrier sur l'établi.
- 5 Retirez les soufflets de protection et les joints ; sortez avec précaution la plaque-pont et le groupe d'ajustement du corps.
- 6 Sortez l'arbre à came avec ses roulements du corps ; veillez, pendant la dépose, à ne pas perdre les aiguilles ou les billes des roulements.
- 7 Nettoyez les surfaces internes du corps, le logement de l'arbre à came et les surfaces de glissement du pont ; éliminez l'ancienne graisse et les poussières d'usure, puis contrôlez visuellement les traces d'usure sur le profil excentrique et les surfaces de portée.
- 8 Lubrifiez le kit de réparation neuf — comprenant l'arbre à came, les roulements, le ressort de rappel et le groupe d'ajustement — avec la graisse de montage résistante aux hautes températures spécifiée par le fabricant.
- 9 Remontez les éléments dans l'ordre inverse de la dépose : arbre à came, roulements, plaque-pont, groupe d'ajustement, ressort de rappel, puis soufflets de protection et joints.

- 10 Positionnez l'étrier sur son support, graissez les goupilles de guidage, serrez les boulons en croix et par paliers ; **les valeurs de couple doivent être prises dans le manuel d'entretien OE actuel du véhicule.**
- 11 Raccordez la chambre à frein, installez les plaquettes, montez la roue, rétablissez la pression d'air et actionnez plusieurs fois la pédale de frein pour vérifier que le groupe d'ajustement règle automatiquement le jeu de fonctionnement et que la roue tourne librement.

Points de vigilance : erreurs fréquentes

- **Vouloir remplacer les roulements un par un :** le mécanisme de l'étrier est conçu comme un kit ; remplacer une seule pièce crée un décalage de dimensions et de tolérances.
- **Installer une plaquette neuve sans réinitialiser le mécanisme d'ajustement :** le jeu de fonctionnement n'est plus correct, et la pédale semble soit trop dure, soit trop molle lors des premières utilisations.
- **Utiliser un type de graisse inadapté :** une graisse non résistante aux hautes températures fond ou coule rapidement ; le roulement se retrouve sans lubrification et s'use vite.
- **Réutiliser le soufflet de protection ou le joint :** un soufflet déchiré ou durci laisse entrer l'humidité et la saleté, accélérant la corrosion à l'intérieur du mécanisme.
- **Serrer les boulons de guidage au couple final en une seule fois :** sans serrage en croix et par paliers, le pont s'installe de travers et la plaquette s'use de façon irrégulière.
- **Forcer la mise en place de l'arbre à came au marteau :** le choc déforme durablement le profil excentrique et le logement des roulements ; l'arbre doit toujours être positionné à la main ou avec l'outil adapté.
- **Choisir la pièce par marque :** le bon kit de réparation se sélectionne d'après le numéro de référence OE inscrit sur l'étrier et le code moteur/châssis du véhicule, pas d'après un nom de marque.
- **Commencer le démontage sans avoir évacué la pression :** l'ouverture incontrôlée d'un composant sous air ou sous tension de ressort peut provoquer des blessures graves.

Valeurs techniques et points de contrôle

Le tableau ci-dessous résume les principaux points contrôlés sur le terrain dans le mécanisme de l'étrier et leurs plages de référence générales. Les valeurs varient selon le fabricant du véhicule, le modèle d'étrier et le système ; **la valeur exacte doit toujours être prise dans le manuel d'entretien OE actuel du véhicule.**

Points de contrôle du mécanisme de l'étrier (référence générale)

Point de contrôle	Référence générale	Signification d'un écart
Jeu de fonctionnement plaquette-disque	Intervalle étroit, sans frottement perceptible, une fois le frein relâché (la valeur OE fait foi)	Trop grand : course de pédale allongée ; absent ou trop faible : frottement permanent

Point de contrôle	Référence générale	Signification d'un écart
Jeu radial de l'arbre à came	Trop faible pour être perceptible à la main (la tolérance OE fait foi)	Un jeu perceptible indique une usure des roulements
Comportement d'avancement du groupe d'ajustement	Petite avance progressive à chaque application du frein, lorsque nécessaire	Absence d'avance : mécanisme grippé ou bloqué
Tension du ressort de rappel	Force suffisante pour ramener complètement le pont et l'arbre à came à leur position initiale	Si elle est faible, la plaquette reste en contact avec le disque
Couple des goupilles de guidage / boulons du pont	Valeur définie dans le manuel d'entretien OE du véhicule, serrage en croix et par paliers	Trop faible : desserrage et vibrations ; trop élevé : déformation du corps
Type de graisse de montage	Graisse spéciale approuvée par le fabricant, résistante à la haute température et à l'eau	Une graisse inadaptée sèche ou coule prématurément
Intégrité du soufflet de protection / joint	Sans déchirure, parfaitement en place	Une déchirure laisse entrer saleté et humidité, la corrosion interne commence
Symétrie d'usure de la plaquette	Épaisseur proche entre les deux plaquettes et entre les deux extrémités de chaque plaquette	Un écart important indique un fonctionnement de travers ou déséquilibré du mécanisme

Les composants du mécanisme de l'étrier font partie de la chaîne de sécurité du freinage. Le choix de l'arbre à came, du jeu de roulements, du ressort de rappel et du groupe d'ajustement doit correspondre exactement à la référence OE du constructeur du véhicule. Un arbre à came de géométrie différente ou un ressort de raideur différente perturbe la pression de plaquette et l'ajustement automatique, même si l'étrier semble fonctionner normalement à l'œil.

Entretien et durée de vie du mécanisme de l'étrier

Le facteur le plus déterminant pour la durée de vie du mécanisme de l'étrier est l'intégrité des soufflets de protection et des joints. Lors de l'entretien périodique, il faut contrôler visuellement les soufflets pour détecter déchirures, durcissement ou mauvais positionnement, et remplacer ceux qui sont encrassés ; car l'humidité et le sel qui pénètrent dans le mécanisme font rapidement corroder l'arbre à came et les roulements. À chaque remplacement de plaquettes, il faut également contrôler la liberté du groupe d'ajustement et la tension du ressort de rappel — ces deux composants ne se remplacent pas aussi souvent que la plaquette, mais doivent être contrôlés aussi souvent qu'elle.

Le lavage à haute pression représente un risque particulier pour le mécanisme de l'étrier. Lorsque le jet d'eau est dirigé directement sur le soufflet de protection ou la zone du pont, de l'eau peut s'infiltrer par le bord du soufflet ; cette infiltration n'est pas visible immédiatement, elle se manifeste des jours plus tard sous forme de corrosion et de grippage. Pour les flottes exploitées en hiver sur des routes salées et humides, le contrôle visuel et manuel périodique du mécanisme

de l'étrier sans démontage — jeu du pont, résistance du mécanisme d'ajustement, tension du ressort — reste le moyen le plus économique de détecter une défaillance avant une panne sur la route.

Il est recommandé aux gestionnaires de flotte d'ajouter le contrôle du mécanisme de l'étrier au plan d'entretien périodique, en complément de la mesure d'épaisseur des plaquettes. Même lorsque la plaquette est encore au-dessus de la valeur limite, un grippage du groupe d'ajustement ou une usure précoce des roulements peut déjà avoir commencé ; détecter ces signes précoces réduit considérablement le risque de plaquette qui traîne soudainement ou de perte de freinage unilatérale sur la route.

Composants du mécanisme de l'étrier VADEN ORIGINAL

VADEN ORIGINAL fabrique, selon les dimensions et tolérances OE, l'arbre à came, le jeu de roulements, le ressort de rappel, le groupe d'ajustement et les kits de réparation complets associés pour les étriers de frein à disque pneumatique des véhicules commerciaux lourds. La gamme couvre les types de corps d'étrier et les géométries de fixation les plus répandus dans les applications camion, tracteur routier, autobus et remorque.

Pour trouver le bon kit de réparation, utilisez **le numéro de référence OE inscrit sur le corps de l'étrier et le code moteur/châssis du véhicule** plutôt que la marque et le modèle du véhicule ; cela élimine tout risque d'erreur d'appariement. Le mécanisme de l'étrier est le dernier maillon de la chaîne du système de freinage pneumatique, qui commence par le séchage de l'air venant du compresseur, et c'est celui où la force de freinage est effectivement produite ; si un maillon précédent de cette chaîne (dessiccateur d'air, valve relais, chambre à frein) présente un problème, la performance du freinage en est affectée même si le mécanisme de l'étrier est en parfait état. La bibliothèque de guides techniques VADEN propose des guides distincts de panne, de remplacement et d'entretien pour le compresseur d'air, le dessiccateur d'air, la valve relais, la chambre à frein, le capteur ABS et la plaquette de frein.