

Organes de Roulements

Ce sujet vous est proposé par Michel Durochat, Gilbert Desplanques,
Avec l'aide de documents de formations SNCF



LES ESSIEUX

GENERALITES :

Les essieux sont les organes essentiels des dispositifs de roulement des engins moteurs ou porteurs sur rails. Ils supportent les véhicules, permettent leur déplacement, leur guidage, et transmettent les efforts de traction grâce à l'adhérence de leurs roues sur les rails.

On distingue sur un essieu :

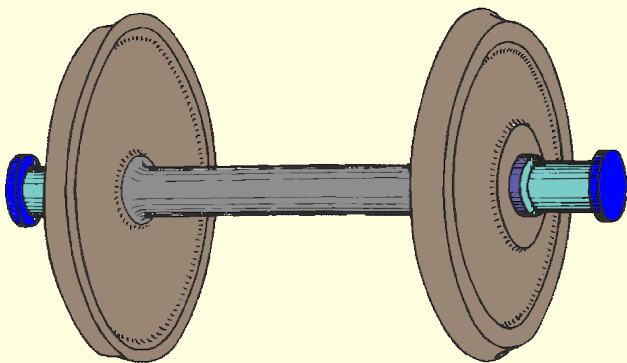
- un axe cylindrique qui supporte le poids du véhicule,
- deux roues solidaires de l'axe,
- deux bandages solidaires des roues sur les anciens modèles, maintenant les roues sont monobloc.

L'ensemble rigide formé par ces différentes parties assemblées porte le nom « d'essieu monté ».

Remarquons dès maintenant que l'axe tourne avec les roues; différence importante entre le matériel de chemins de fer et le matériel automobile pour lequel les roues tournent autour des essieux fixes. Cette disposition des essieux montés de chemins de fer s'explique par la nécessité de maintenir l'écartement des roues rigoureusement constant.

DESCRIPTION :

Examinons successivement les parties constitutives d'un essieu monté.



AXE ou ESSIEU NU :

C'est une pièce massive en acier mi-dur (acier D ou E). Elle est obtenue par forgeage. Sa résistance mécanique à la flexion et au cisaillement doit être très élevée car les efforts supportés sont importants.

On y distingue :

- Le corps de l'essieu,
Partie centrale généralement cylindrique,
- Les portées de calages,
Situées de part et d'autre du corps d'essieu, ce sont des parties cylindriques d'un diamètre supérieur à celui du corps d'essieu.

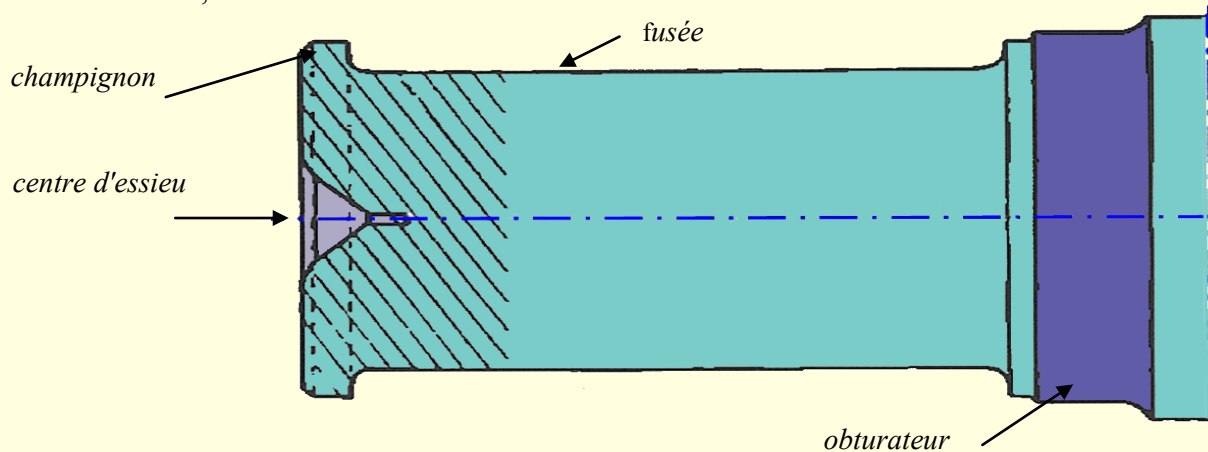
Soigneusement usinées, elles sont destinées à recevoir les roues par emmanchement à la presse.

- Les fusées :

Parties cylindriques limitées par des arrondis et très soigneusement usinées. Elles sont destinées à recevoir la charge du véhicule par l'intermédiaire des boîtes d'essieux. Leur surface doit être lisse et parfaitement cylindrique.

Sur les fusées, il y a liaison entre un organe tournant, l'essieu, et un organe fixe, le véhicule (par les boîtes d'essieux).

- Les portées d'obturateurs :
Situées entre les portées de calage et les fusées, elles ont pour rôle de supporter les obturateurs qui assurent l'étanchéité des boîtes (huile ou graisse).
- Les portées de déflecteurs d'huile :
Situées entre fusées et portées d'obturateurs, ce sont deux petites portées cylindriques destinées à supporter un organe que nous verrons également par la suite (tous les essieux n'en sont pas munis).
- Les champignons (ou patères) :
Situés aux extrémités de l'essieu, leur diamètre est supérieur à celui des fusées.
- Les centres d'essieu :
Ce sont des alésages tronconiques situés aux extrémités de l'essieu (*schéma ci-dessous*). Soigneusement usinés, ces centres permettent le montage de l'essieu entre les pointes d'un tour en vue de son usinage ou de sa réfection,



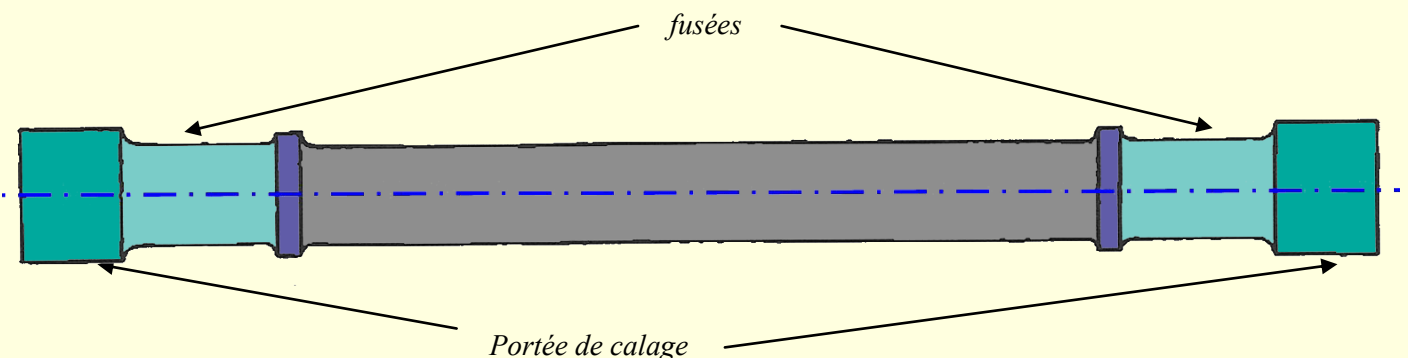
Un tel essieu constitue un seul bloc. Il est l'objet de nombreuses vérifications qui ont pour but de s'assurer de l'absence de tout défaut, superficiel ou interne, susceptible d'être une amorce de rupture ou même d'échauffement (régularité de surface des fusées).

Afin de réduire au maximum les risques d'amorces de ruptures, les raccordements entre surfaces de diamètres différents sont effectués par des congés très réguliers (pas de sillons d'usinage).

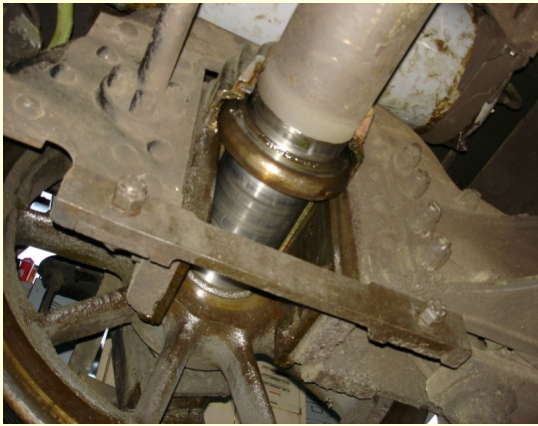
- Particularités de certains essieux :

Nous avons examiné un essieu à fusées extérieures. Il existe également sur certains engins moteurs des essieux à fusées intérieures; les portées de calage sont alors situées aux extrémités (*schéma ci-dessous*).

Essieu à fusées intérieures :



Certains essieux sont forés le long de leur axe. Cette disposition a pour but soit d'obtenir un allègement de la masse, soit de permettre une meilleure rigidité pour une section équivalente (augmentation des résistances à la déformation). Dans ce cas le diamètre de l'essieu est plus grand. A chaque extrémité un bouchon est emmanché à force afin d'obturer les trous et de permettre l'usinage des centres d'essieux.



Essieux à fusées intérieures



LES BOITES D'ESSIEUX

Les boîtes d'essieux sont les organes assurant la liaison entre les essieux et le véhicule.

Elles permettent :

- de faire supporter aux essieux en mouvement le poids du véhicule,
- d'assurer la transmission du déplacement des essieux moteurs au véhicule (l'effort moteur étant appliqué aux essieux).

La liaison s'effectue sur les fusées des essieux qui peuvent être internes ou externes.

Il existe plusieurs types de boîtes d'essieux :

- boîte à tampon graisseur,
- boîte à palette paiseuse,
- boîte à rouleau, la plus répandue actuellement.

Une boîte d'essieu (à tampon graisseur, à palette paiseuse) se compose essentiellement :

- d'un coussinet,
- d'un corps de boîte,
- d'un dispositif de graissage,
- d'un obturateur.

COUSSINET :

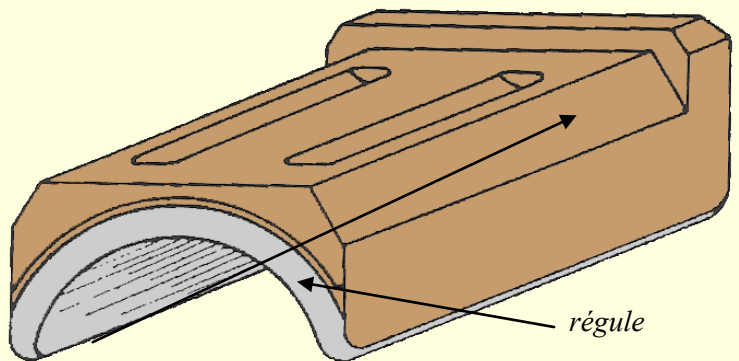
Le coussinet transmet la charge à la fusée sur laquelle il repose. C'est une pièce généralement en bronze dont la face intérieure concave est garnie d'une couche adhérente de métal anti-friction (régule).

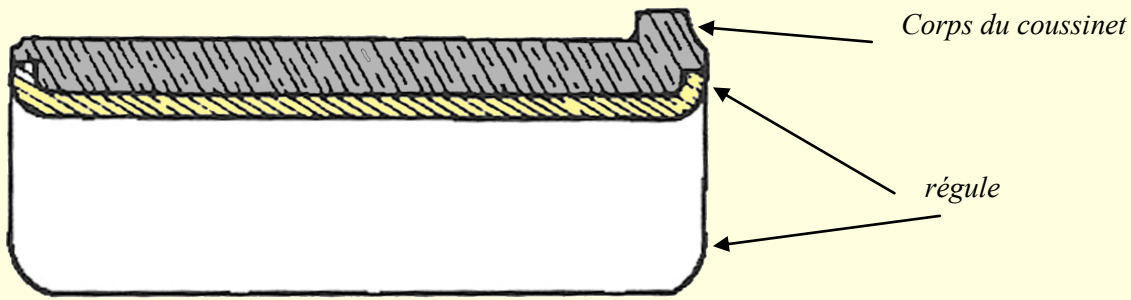
Le régule est un métal « blanc », assez mou, à bas point de fusion, dont l'aspect naturel rappelle l'étain. Il est souvent peint, afin de lui donner l'apparence de la patine d'un objet en bronze, parfois doré ou argenté par électrolyse.

Il est plus fragile que le bronze. La percussion d'un objet en régule donne un son plus mat que celle d'un objet en bronze.

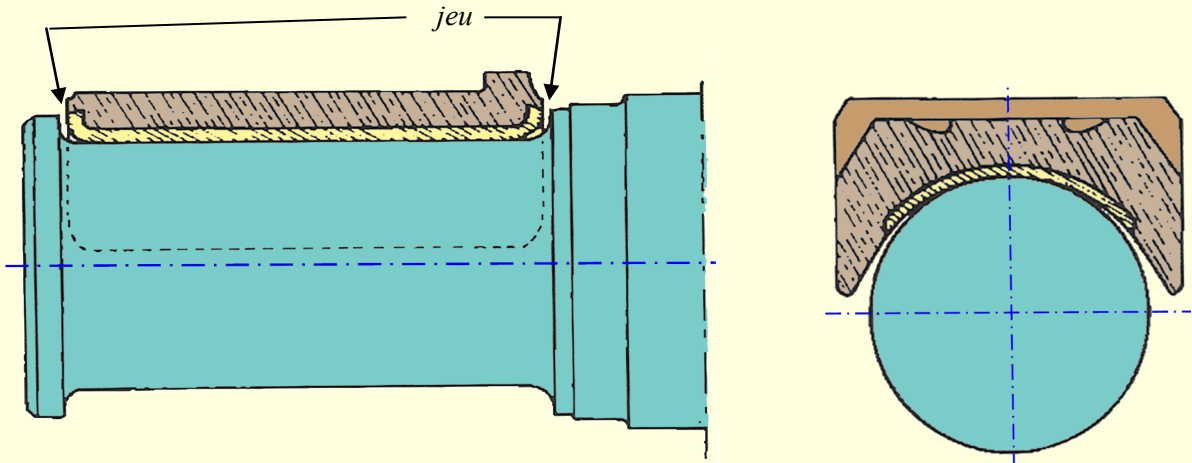
Le régule a été largement utilisé comme pièce d'usure sur des paliers en bronze utilisés dans les boîtes d'essieux lubrifiées par du coton imbibé d'huile dans lesquels les paliers supportent les essieux. Le manque de lubrification et l'usure du régule provoque une « boîte chaude » et peut entraîner des dégâts au matériel et à l'infrastructure en cas de déraillement.

Les extrémités, ou joues de coussinet, sont également garnies de régule afin d'éviter tout contact du bronze sur les congés de la fusée.





Cette pièce doit être résistante à la compression, aux chocs, et assurer sur la fusée une portée réduisant au minimum le frottement de glissement. La répartition de la charge doit- être régulière tout le long de la fusée.

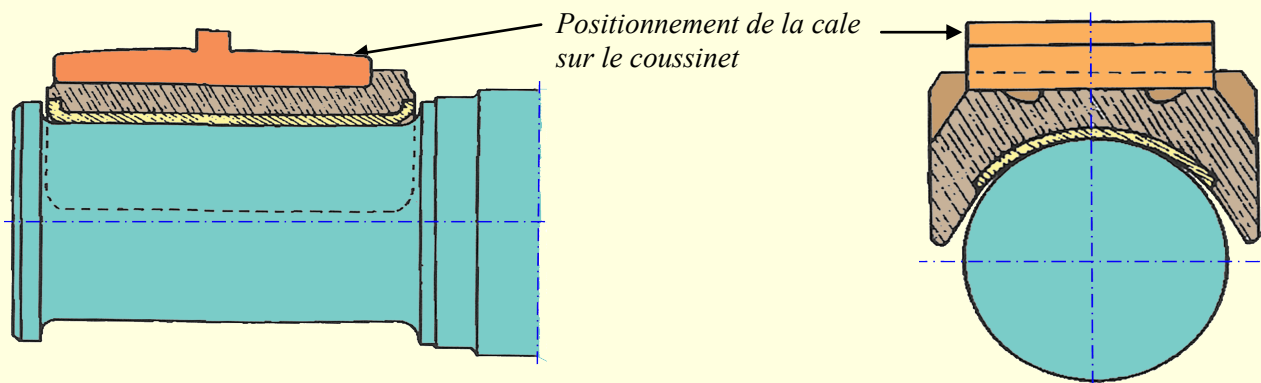
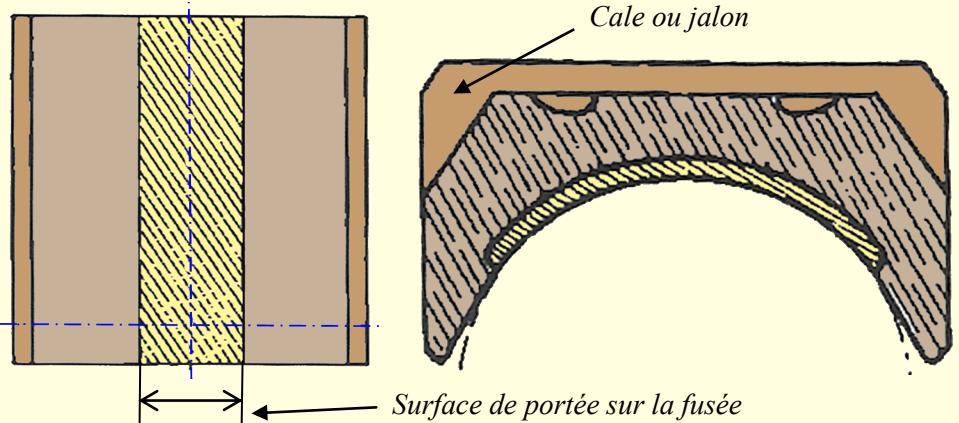


Dans le sens longitudinal un certain jeu est laissé au montage entre coussinet et extrémités de la fusée afin de permettre de légers déplacements.

L'alésage du coussinet est effectué à un diamètre légèrement supérieur à celui de la fusée. Ceci afin de permettre de faciliter l'introduction de l'huile de graissage dans la partie active et d'éviter le coincement du coussinet sur la fusée.

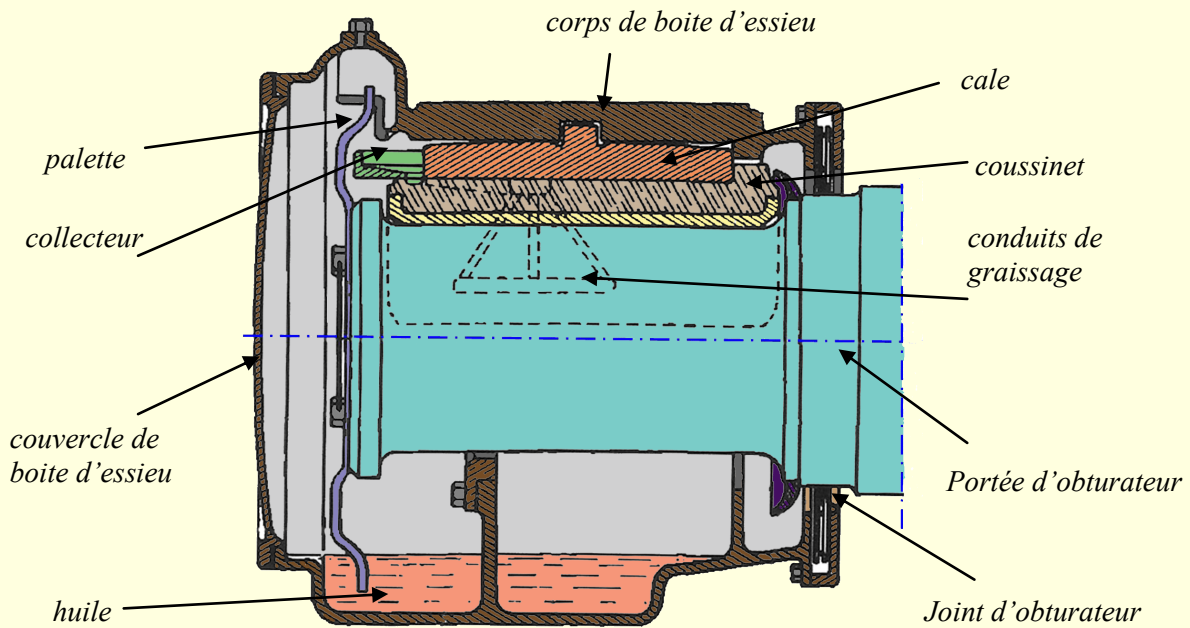
L'ajustage du coussinet a pour but de réaliser une certaine surface de portée sur la fusée.

Très souvent, la charge verticale appliquée sur le coussinet lui est transmise par l'intermédiaire d'une cale à jalon (ou tiroir de calage), en acier.



CORPS DE BOÎTE :

Le corps de boîte est une pièce creuse en acier moulé qui entoure la fusée et le coussinet.



Coupe d'une boîte d'essieu à palette puiseuse

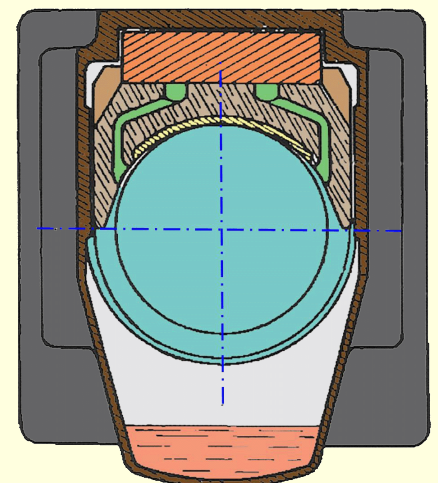
Il repose par sa partie supérieure sur la cale du coussinet. La charge que la fusée doit supporter est appliquée sur le corps de boîte par l'intermédiaire des ressorts de suspension.

Le corps de boîte est ouvert vers l'intérieur afin de permettre le passage de l'essieu jusqu'au niveau de la portée d'obturateur. Un jeu assez important est laissé entre les deux parties afin de permettre des déplacements relatifs au montage. Vers l'extérieur il est fermé par un couvercle étanche fixé par vis avec interposition d'un joint.

A l'intérieur du corps de boîte un alvéole destiné à recevoir le talon de la cale du coussinet est pratiqué dans la partie supérieure (partie renforcée). La partie inférieure constitue un réservoir d'huile de graissage; elle est munie d'un « bouclier » en cupro-alliage qui prévient tout soulèvement exagéré de la boîte en cas de choc important (accostage).

La cale de coussinet est légèrement bombée à sa partie supérieure afin de permettre au corps de boîte de rester horizontal en cas de légère oscillation de la fusée (soulèvement d'une roue).

Les parois latérales du corps de boîte emprisonnent le coussinet et le maintiennent à la partie supérieure de la fusée.



Coupe transversale de la boîte d'essieu.

NOTA : Pour les essieux à fusées intérieures qui équipent certaines locomotives (2D2 par exemple), le corps de boîte doit être en deux parties afin de pouvoir être assemblé autour de la fusée. Ces deux parties sont assemblées par boulons.

DISPOSITIF DE GRAISSAGE :

La partie extérieure du corps de boîte (côté couvercle) est évasée afin de permettre la rotation d'une palette puiseuse fixée sur le champignon de la fusée (schéma ci-dessus).

En marche, cette palette, en passant dans le réservoir d'huile entraîne une partie du lubrifiant qu'elle projette vers le haut. Cette huile coule le long des parois supérieures de la boîte et est recueillie par le collecteur (prolongement de la cale à talon). De là elle coule sur la fusée par des conduits pratiqués dans le coussinet.

Elle aboutit sur la fusée de part et d'autre de la portée du coussinet.

La boîte d'essieu qui vient d'être décrite est une boîte du type «Athermos ». Dans un autre type (boîtes Dia-thermix), la palette est remplacée par un disque puits. Celui-ci entraîne l'huile par adhérence et la monte à la partie supérieure où un collecteur la recueille. L'huile coule ensuite sur la fusée par les conduits du coussinet.

Il est à remarquer que dans ces deux systèmes de graissage, plus la vitesse de rotation de l'essieu est grande, plus il est apporté d'huile sur le coussinet. Le graissage est proportionnel à la vitesse, ce qui est évidemment souhaitable.

Afin qu'une partie de l'huile projetée ou remontée ne se dirige vers la partie arrière de la boîte, l'essieu est muni d'un disque déflecteur d'huile. L'huile qui vient à son contact est projetée par force centrifuge vers l'intérieur de la boîte grâce au profil du disque; elle est ainsi ramenée vers la partie à graisser.

OBTURATEUR :

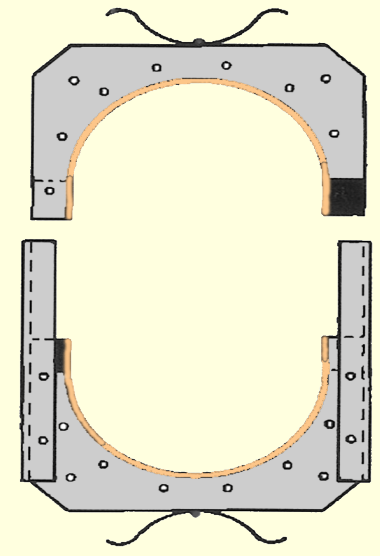
Nous avons vu que l'ouverture circulaire pratiquée dans le corps de boîte pour permettre le passage de la fusée d'essieu a un diamètre supérieur au diamètre de l'essieu. Ceci s'explique par la nécessité de soulever la boîte au démontage, afin de pouvoir sortir le coussinet par-dessus le champignon.

Mais ce jeu est une ouverture par laquelle des poussières pourraient s'introduire dans la boîte. On conçoit aisément quelle serait la gravité d'un tel inconvénient, les poussières abrasives pouvant rayer la fusée et amener grippage et chauffage.

Afin de masquer l'ouverture on a muni les boîtes d'un obturateur (*schéma ci-dessous*).

L'obturateur est constitué par deux demi-rondelles garnies de cuir, de fibre ou de feutre. Des guides permettent l'assemblage de ces deux parties. Les demi-rondelles viennent s'appliquer sur la portée d'obturateur de l'essieu. L'application doit être régulière sur tout le pourtour de la portée mais ne doit pas entraîner d'échauffement ni d'usure.

L'obturateur est placé dans un logement situé à l'extrémité intérieure du corps de boîte, (*schéma ci-dessous coupe de la boîte*) et constitué par un double fond. Les deux demi-rondelles sont munies de petits ressorts qui, prenant appui dans le corps de boîte, maintiennent les garnitures de cuir sur la portée de l'essieu.



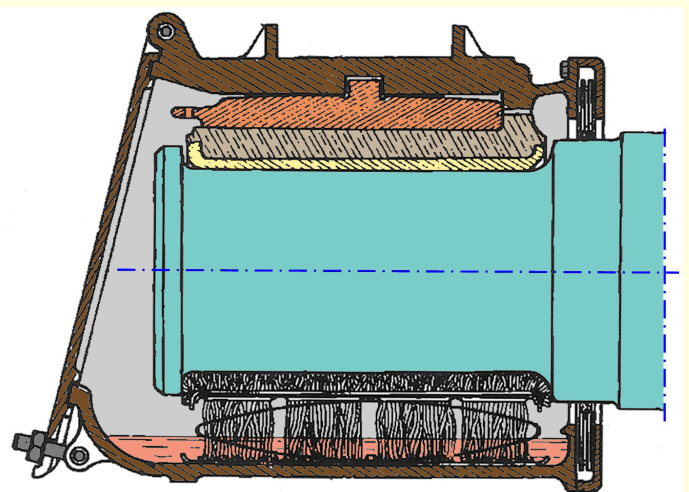
GRAISSAGE PAR TAMPON :

Les deux systèmes de graissage que nous avons examinés (palette et disque) sont des systèmes mécaniques. Un autre système assure le graissage par capillarité :

Un tampon graisseur en laine est logé dans la partie inférieure du corps de boîte (*schéma ci-contre*).

Ce tampon est constitué par des brins de laine assemblés sur un bâti. Un ressort à lame l'applique sur la partie inférieure de la fusée. Des mèches de laine trempent dans l'huile située à la partie inférieure du corps de boîte. L'huile est amenée sur la fusée par capillarité.

Comme il n'y a pas de projections d'huile, le déflecteur d'huile n'est pas nécessaire dans ces boîtes. Il n'y a pas non plus de bouclier.



Boîte de type graissage par tampon

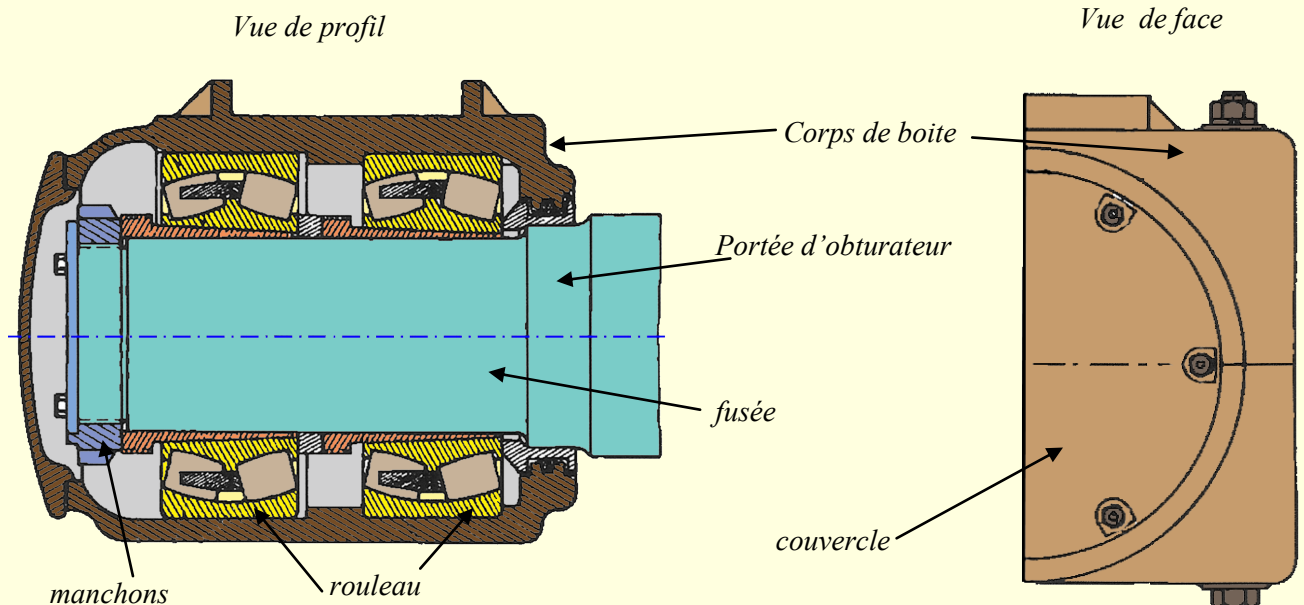
Dans un autre type de boîte le graissage de la fusée par tampon est complété à la partie supérieure par un dispositif de graissage des joues latérales de coussinet.

De l'huile contenue dans un petit réservoir est conduite par capillarité et siphonage vers les joues de coussinet grâce à une mèche en laine et des canaux pratiqués dans le corps de boîte, la cale et le coussinet.

BOITES A ROULEAUX :

Dans les boîtes à rouleaux le coussinet est supprimé. Le glissement est remplacé par le roulement de rouleaux.

Sur la fusée dépourvue de champignon, deux roulements à rouleaux sont calés au moyen de manchons coniques enfoncés à force par un gros écrou. L'écrou se visse sur un prolongement fileté de la fusée.



Les manchons sont fendus. Ils s'appliquent fortement sur la fusée et sur les bagues intérieures des roulements qui sont ainsi rendues solidaires de la fusée. Deux vis et une barrette fixées en bout de la fusée empêchent l'écrou de se desserrer.

Les bagues extérieures des roulements sont serrées dans le corps de boîte en deux parties assemblées par boulons.

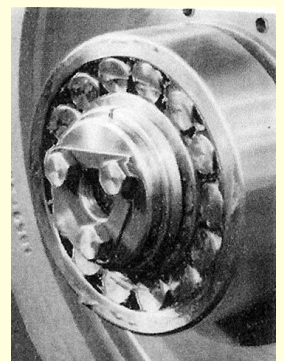
La boîte est fermée à la partie avant par un couvercle fixé par vis avec interposition d'un joint. Le graissage est effectué par de la graisse consistante, le corps de boîte en est rempli.

A la partie arrière un obturateur en feutre empêche les entrées de poussières et les pertes de graisse. Il frotte sur une portée d'obturateur amovible calée à chaud sur l'essieu. L'obturateur est en forme de chicane, ce qui a pour effet d'augmenter son étanchéité.

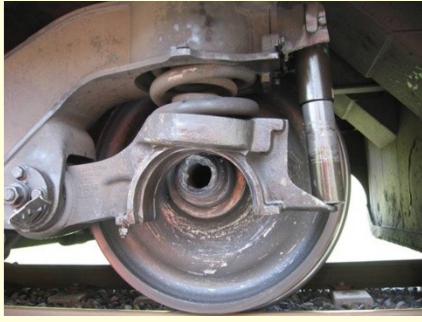
Les roulements sont le plus souvent du type «à rotule». Cette disposition leur permet de tourner normalement, même si un léger décalage des bagues extérieures par rapport aux bagues intérieures se produit au montage.

Les boîtes à rouleaux ont pour principal avantage de diminuer considérablement la résistance à l'avancement en raison de la substitution du frottement de roulement au frottement de glissement.

Roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux :



De plus, l'usure des fusées est supprimée, les roulements s'usent très peu et le graissage nécessite beaucoup moins d'entretien que les autres boîtes pour lesquelles il est nécessaire de rétablir fréquemment le niveau de l'huile.



Exemple de rupture de fusée sur TGV Duplex (à noter l'essieu creux pour obtenir un gain de masse).



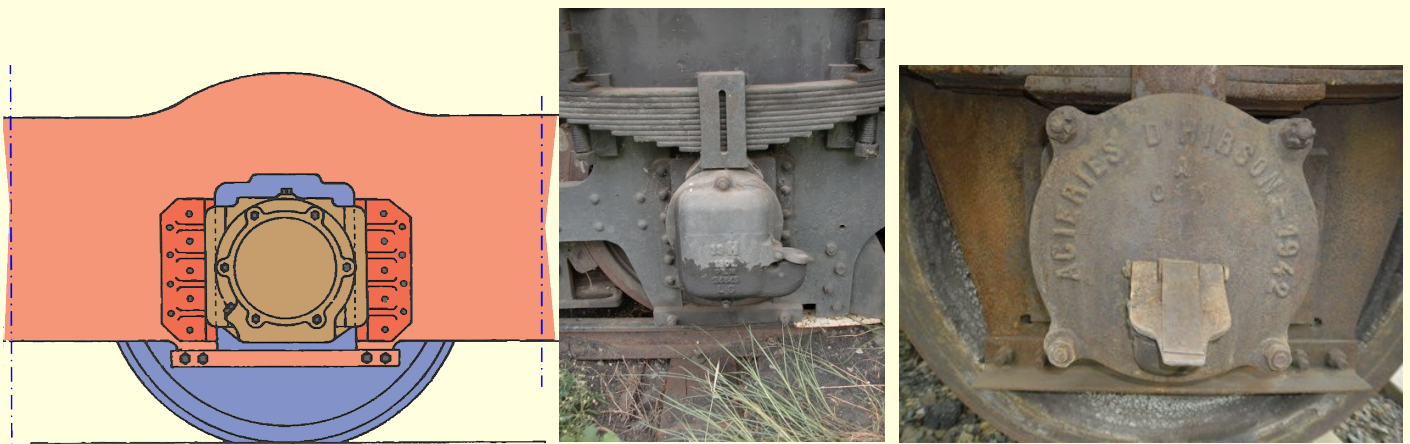
Rupture de fusées, boîtes d'essieux à bain d'huile à gauche, boîte à rouleau à droite avec roues monobloc.

GUIDAGE DES BOITES D'ESSIEUX

La liaison horizontale entre boîtes d'essieux et châssis de bogie ne peut être fixe puisqu'il y a suspension élastique verticale du châssis sur ses essieux. Afin de permettre des mouvements verticaux du châssis par rapport aux boîtes, celles-ci sont guidées de diverses manières :

- Guidage par glissières :

Des échancrures sont pratiquées dans les longerons du châssis afin de permettre le passage des boîtes. Les côtés verticaux de ces échancrures sont munis de glissières entre lesquelles coulisce la boîte d'essieu. Un certain jeu est laissé dans cet assemblage afin d'éviter tout coincement. Les échancrures du châssis sont fermées à leur partie inférieure par des entretoises amovibles.



- Guidage par bielles :

Les boîtes d'essieux sont munies d'oreilles disposées suivant un diamètre oblique. Elles sont reliées au châssis de bogie par des bielles articulées d'une part sur les oreilles de boîte, d'autre part sur des chapes solidaires du châssis.

Ces bielles rendent les boîtes solidaires du châssis dans le sens horizontal, mais leur permettent des déplacements verticaux.

Leurs articulations sont munies de silentbloks (*page suivante*) en caoutchouc visibles.

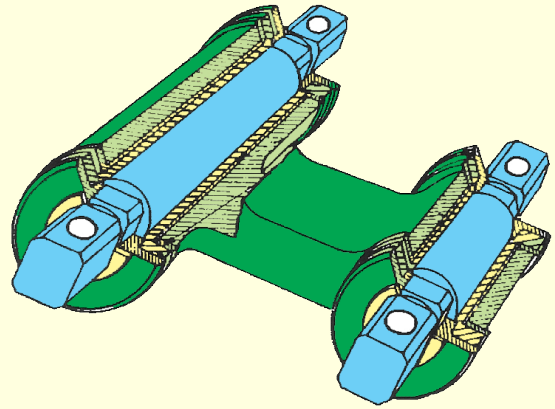
Ces silentbloks absorbent les vibrations et permettent un certain déplacement latéral des boîtes par rapport au châssis.

BIELLE DE LIAISON :

On désigne généralement sous le nom de silentbloc des pièces en caoutchouc de formes diverses interposées dans les dispositifs de liaison mécanique travaillant à la compression, à l'extension ou à la torsion.

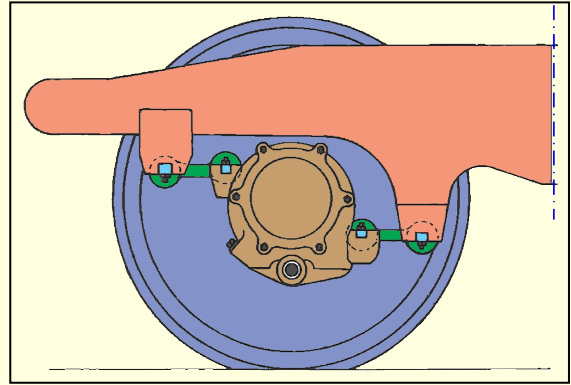
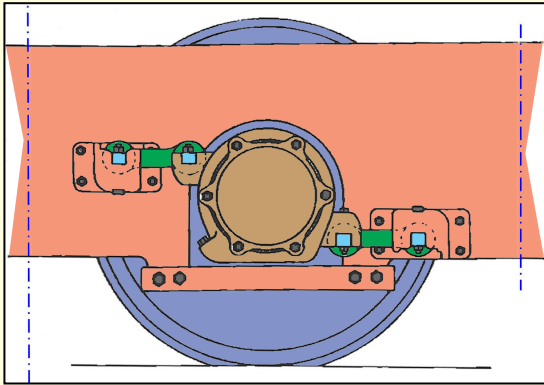
Le schéma ci-contre donne l'exemple simple d'une bague à silentbloc, ou bague élastique, destinée à assurer une liaison sur un axe.

Les extrémités des axes de bielle sont à section carrée et sont percées afin de permettre leur fixation par vis.



Dans le montage représenté par le premier schéma, la boîte est placée dans une échancrure du châssis de bogie (sans toutefois être en contact avec les parois de l'échancrure). Il s'agit d'un châssis en tôle épaisse.

Le schéma suivant représente un montage différent sur châssis en tôle emboutie. Il n'y a pas d'échancrures dans le châssis.



Boîte d'essieu à bras latéraux :

La charge est transmise par les ressorts à boudins.

A leur partie inférieure les tiges de suspension sont reliées au châssis directement par une chape et un axe, soit par l'intermédiaire d'un balancier qui relie deux tiges voisines, comme on peut le distinguer qui montre l'ensemble de la suspension primaire d'un bogie.

