

Chaleur - Énergie - Adhérence - Frottement

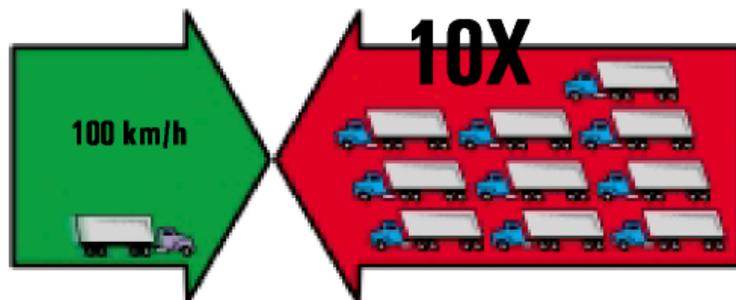
Il faut, pour qu'un véhicule puisse avancer sur une route, qu'un moteur à combustion interne convertisse son énergie calorifique en énergie mécanique. Un système de bielles, d'arbres et de pignons transmet cette énergie mécanique du moteur aux pneus des roues motrices. Enfin, l'avance du véhicule est fonction de l'adhérence des pneus à la route.

Le frottement est la force qui s'oppose au déplacement de deux surfaces qui sont en contact. Pour arrêter un véhicule, il faut exercer une force qui applique les garnitures de frein contre la surface usinée des tambours afin de créer un frottement. Ce frottement produit de la chaleur.

Le moteur convertit l'énergie calorifique en énergie mécanique, alors que les freins, à l'inverse, reconvertissent cette énergie mécanique en énergie calorifique. Le frottement entre les tambours et les garnitures de freins, tout en limitant l'énergie mécanique produite par les tambours de frein et les roues en rotation, dégage de la chaleur. Celle-ci est absorbée par les tambours métalliques qui la dissipent par dispersion dans le milieu ambiant. La quantité de chaleur que peuvent absorber les tambours de frein dépend de l'épaisseur de métal utilisé pour leur fabrication. Quand le frottement créé entre les garnitures de frein et les tambours est suffisant, les roues arrêtent leur rotation;

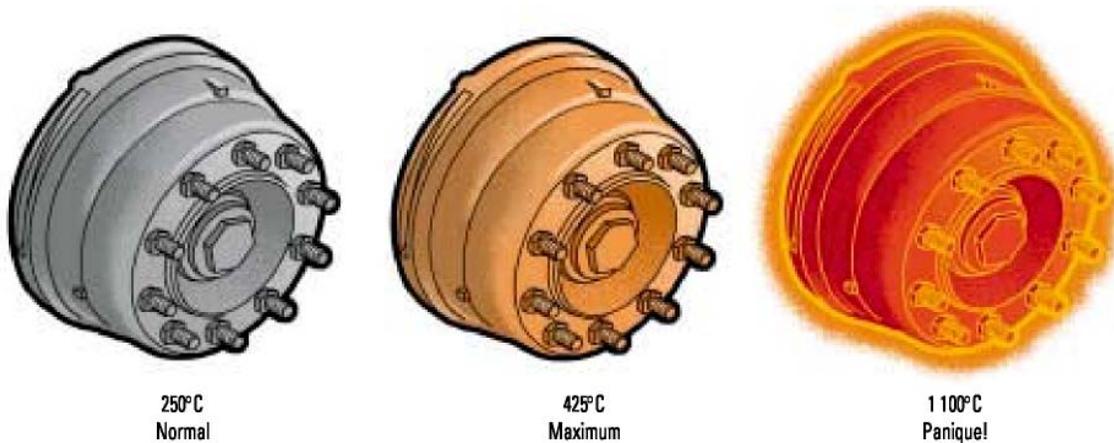
cependant, l'immobilisation totale du véhicule dépend de l'adhérence entre les pneus et la surface de la chaussée.

Un véhicule équipé d'un moteur de 200 chevaux peut accélérer de 0 à 100 km/h en une minute. Imaginons alors la puissance nécessaire pour arrêter ce même véhicule, qu'il faut par ailleurs, en cas d'urgence, pouvoir amener à l'arrêt en moins de six secondes (exactement 1/10 du temps d'accélération).



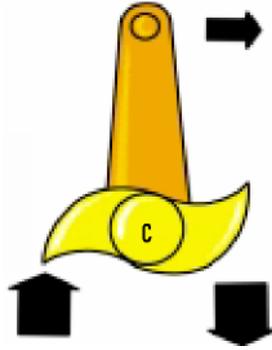
Il faudrait ainsi, pour arrêter le véhicule en un dixième du temps d'accélération, une puissance de freinage dix fois supérieure à la puissance d'accélération, soit environ 2 000 chevaux. En supposant que le véhicule ait six roues, chacune devrait alors produire 1/6 de la puissance de freinage. Dans ce cas, un mauvais réglage d'une ou deux roues imposerait un plus gros effort de freinage aux autres roues et l'on risquerait de dépasser les limites pour lesquelles elles ont été conçues. Cette utilisation excessive des freins provoquerait un développement de chaleur dépassant les capacités d'absorption et de dispersion des tambours de frein. Un tel excès de chaleur endommage éventuellement les freins et peut entraîner des pannes.

La meilleure température, pour les garnitures de frein, est de 250C et ne devrait en aucun cas dépasser 425C. Il importe de bien comprendre que la puissance qui permet l'arrêt crée un développement de chaleur qui peut détériorer les freins.



Puissance de freinage

Les systèmes de freinage font intervenir divers dispositifs permettant de multiplier la force appliquée sur la pédale de frein. On place un levier sur un pivot ou point d'appui. Le dispositif le plus couramment employé à cet effet est le levier, dont voici un exemple simple :



Par effet pneumatique

Un autre moyen de multiplier davantage la force appliquée sur la pédale de frein est l'air comprimé. Nous savons tous comme il peut être difficile d'avancer par vent violent. L'air peut être comprimé et ainsi occuper un espace beaucoup plus restreint que ce qu'il occuperait normalement. C'est le cas de l'air enfermé dans les pneus d'un véhicule et qui en supporte le poids. Plus l'espace dans lequel l'air est comprimé est restreint, plus l'air oppose de résistance à la compression. Cette résistance crée une certaine pression dont on se sert pour obtenir la multiplication de la force.

Supposons que l'on branche un réservoir d'air comprimé à un tuyau ayant une section de 1 pouce carré; si l'on place un bouchon ayant une surface de 1 pouce carré à l'extrémité du tuyau, l'air comprimé pousse le bouchon vers l'extérieur. Il suffit d'appliquer une balance graduée contre le bouchon pour mesurer la force exercée par l'air sur le bouchon.

Effet de levier et air comprimé

Dans un système de freinage pneumatique, les tuyaux ont une section circulaire et les bouchons sont des membranes souples agissant contre des biellettes. Si une pression de 120 lb/po^2 agit sur une membrane dont la surface couvre 30 pouces carrés, il s'exerce une force totale de 3 600 livres (120×30). Cette force, appliquée à une biellette actionnant un régleur de 6 po, qui lui-même agit sur une came, produit une force totale de 21 600 lb.po de couple ($3\ 600 \times 6$), soit 1 800 lb.pi ($21\ 600$

12). Par comparaison, il faut 25-30 lb.pi de couple pour serrer une roue de voiture, ce qui donne une idée de la puissance que l'on peut obtenir en combinant effet de levier et air comprimé.

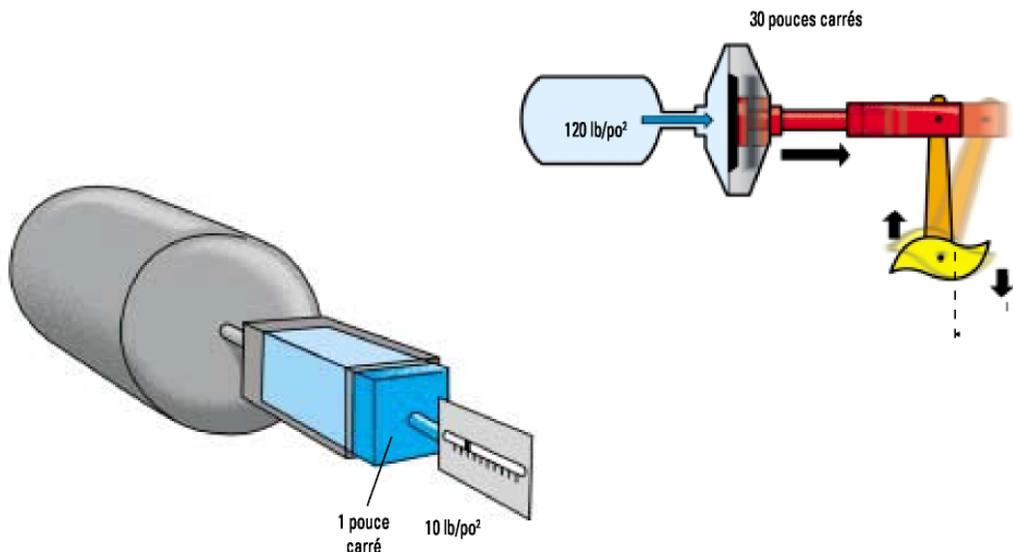
Distance d'arrêt

Trois facteurs déterminent la distance d'arrêt :

- Le délai d'intervention
- Le temps de réaction
- La distance de freinage

Délai d'intervention : Le délai d'intervention est souvent appelé « délai de réflexion ». Il s'agit du temps qui s'écoule entre le moment où le conducteur perçoit le danger et celui où il appuie sur la pédale de frein, en moyenne 3/4 de seconde.

Temps de réaction : Étant donné que l'air est facilement compressible, il faut qu'un volume relativement important d'air circule du réservoir jusqu'au cylindre récepteur avant d'exercer assez de pression pour appliquer les freins. Le temps de réaction est donc le temps qu'il faut à l'air pour circuler dans un système de freinage pneumatique en bon état (environ 4/10 de seconde).



Distance de freinage : La distance parcourue par le véhicule entre le moment où le conducteur freine et l'arrêt complet du véhicule. Cette distance dépend du frottement des garnitures, de la dissipation de chaleur par les tambours et de l'adhérence des pneus à la route.

Les composants des systèmes de freinage pneumatique

Tout système de freinage pneumatique fonctionnel est composé des cinq éléments principaux suivants :

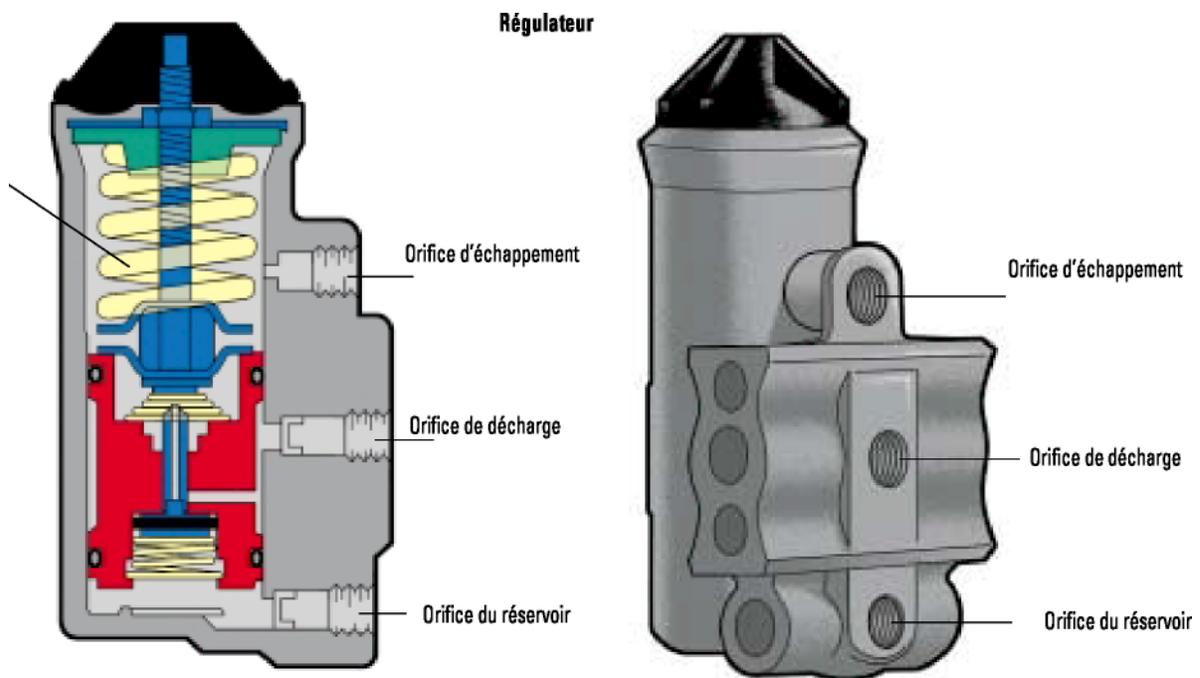
1. Un compresseur, pour comprimer l'air et munis d'un régulateur pour le contrôler.
2. Un réservoir, pour emmagasiner l'air comprimé.
3. Une commande au pied, pour régler l'arrivée d'air comprimé du réservoir au moment du freinage.
4. Des cylindres de frein et des régleurs de jeu, pour communiquer la force exercée par l'air comprimé à la timonerie mécanique.
5. Des garnitures de frein et des tambours ou rotors qui créent le frottement entraînant l'arrêt du véhicule.

Le compresseur et le régulateur

Dans un système de freinage pneumatique, la force est communiquée par l'intermédiaire de l'air comprimé qui provient d'un compresseur. Le compresseur agit par pompage de l'air dans un réservoir où l'air est emmagasiné sous pression. Le compresseur est entraîné par le moteur du véhicule par l'intermédiaire de courroies et de poulies ou par arbres et pignons.

Le compresseur est en prise directe avec le moteur, ce qui signifie qu'il tourne en même temps que le moteur. Lorsque la pression du circuit de freinage est normale, soit entre 80 lb/po^2 et 135 lb/po^2 , le cycle de pompage du compresseur peut s'interrompre. Un régulateur contrôle les pressions d'air minimale et maximale; on dit alors que le compresseur est soit en « cycle de décharge » ou en « cycle de pompage ». La plupart des compresseurs sont à deux cylindres qui ressemblent

aux cylindres d'un moteur. Lorsque la pression du système atteint son niveau maximal, soit entre 115 et 135 lb/po², le régulateur fait tourner le compresseur à vide. Le compresseur doit pouvoir élever la pression du réservoir de 50 à 90 lb/po² en trois minutes ou moins. Lorsqu'il n'y parvient pas, c'est signe que le compresseur a besoin d'entretien. Deux facteurs pourraient empêcher le compresseur d'élever la pression d'air de 50 à 90 lb/po² en trois minutes ou moins: le filtre à air pourrait être bouché, et la courroie pourrait avoir glissé. Si ces facteurs ne sont pas en cause, il pourrait s'agir d'un compresseur défectueux.

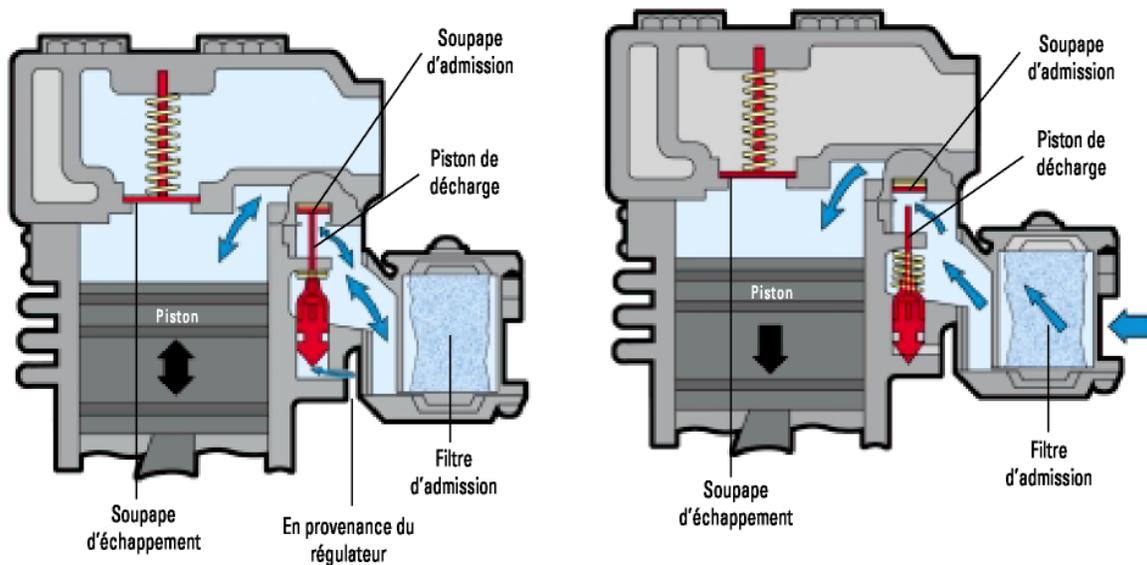


Pour faire tourner le compresseur à vide, le régulateur dirige la pression d'air dans les soupapes d'admission du compresseur et les maintient ouvertes, ce qui permet à l'air de circuler dans les deux sens entre les deux cylindres, au lieu d'être comprimé. Lorsque la pression baisse, le régulateur laisse les soupapes d'admission se fermer, ce qui réactive le cycle de pompage du compresseur. Le régulateur doit activer le cycle de pompage du compresseur avant que la pression tombe à 80 lb/po². C'est pendant le cycle de décharge que le compresseur peut refroidir.

Il est essentiel que l'air circulant dans un circuit de freinage pneumatique soit aussi propre que possible. C'est pourquoi l'air admis dans le compresseur doit d'abord passer par un filtre, lequel retient les particules de poussière. Le filtre à air doit être nettoyé périodiquement car l'encrassement du filtre diminue le débit d'air admis dans le compresseur, réduisant ainsi son efficacité. Sur certains véhicules, l'orifice d'admission du compresseur est relié à la tuyauterie d'admission et reçoit de l'air nettoyé par le filtre à air du moteur.

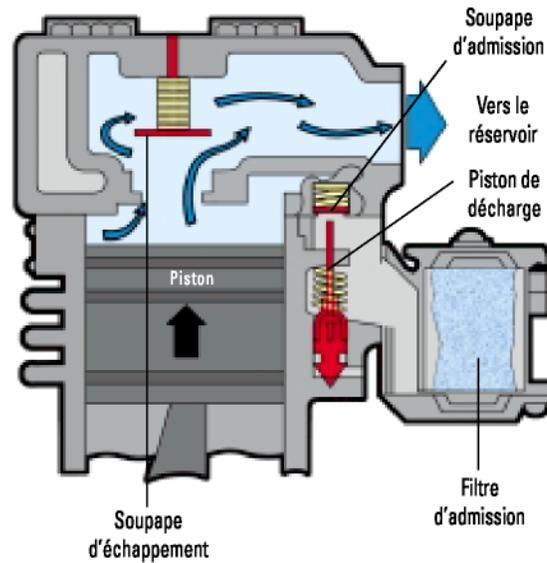
Le compresseur à piston fonctionne selon le même principe que le moteur à combustion interne, c'est-à-dire selon un cycle d'admission et de compression.

Course d'admission : le piston qui descend dans le cylindre provoque la création d'une pression inférieure à la pression atmosphérique ambiante. Ceci entraîne l'admission de l'air dans le cylindre par la soupape d'admission.



Course de compression: le piston, en remontant dans le cylindre, comprime l'air qui y est enfermé. La pression dans le cylindre augmente puisque l'air ne peut pas s'échapper par la soupape d'admission (fermée par l'air comprimé); lorsque le piston s'approche du point le plus élevé de sa course, l'air comprimé

s'échappe par la soupape d'échappement et s'écoule dans la canalisation reliée au réservoir.



En général, le compresseur est lubrifié par le circuit de graissage du moteur, mais certains modèles sont dotés d'un système de graissage automatique dont il faut régulièrement vérifier le niveau.

Les réservoirs

Les réservoirs sont conçus pour emmagasiner l'air comprimé. Le nombre et la taille des réservoirs à installer sur un véhicule dépendent du nombre et de la taille des cylindres de frein, ainsi que des dimensions du frein de stationnement. La plupart des véhicules ont plusieurs réservoirs, ce qui permet au système d'emmagasiner un grand volume d'air. Le réservoir le plus près du compresseur est appelé réservoir d'alimentation ou réservoir humide, alors que les autres qui sont plus éloignés du compresseur sont appelés réservoirs primaire et secondaire ou réservoirs secs.

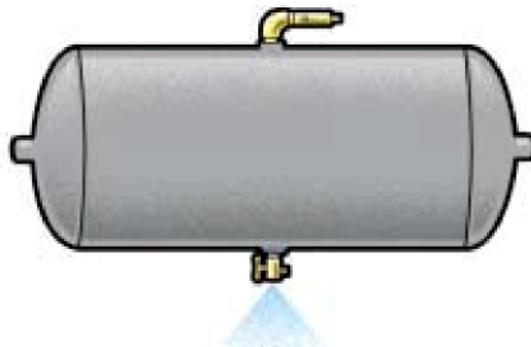
Lorsqu'il est comprimé, l'air s'échauffe, pour se refroidir ensuite dans le réservoir et former de la condensation. C'est d'ailleurs dans ce réservoir que se forme la plus grande partie de la condensation provenant de l'humidité de l'air d'arrivée.

Si l'huile qui s'échappe par les segments de piston du compresseur se mélange avec l'humidité, il se forme un dépôt dans le fond du réservoir.

L'accumulation de ce dépôt (eau et huile) risque de pénétrer dans le circuit de freinage; or l'eau empêche le bon fonctionnement des soupapes et des autres pièces mobiles et peut geler en hiver, entraînant alors la défaillance des soupapes ou des cylindres de frein. Les réservoirs sont également munis de robinets de vidange qui permettent d'éliminer la condensation et les dépôts qui pourraient s'être formés. Si vous constatez la présence d'un dépôt pendant la vidange de votre système, faites inspecter ce dernier par un mécanicien. Pour empêcher l'accumulation d'eau, les réservoirs devraient être vidangés une fois par jour, et même plus souvent si les conditions l'exigent. Il faut d'abord faire la vidange du réservoir humide situé sur le tracteur. L'évacuation de l'air comprimé entraîne aussi celle de l'humidité accumulée dans le réservoir.

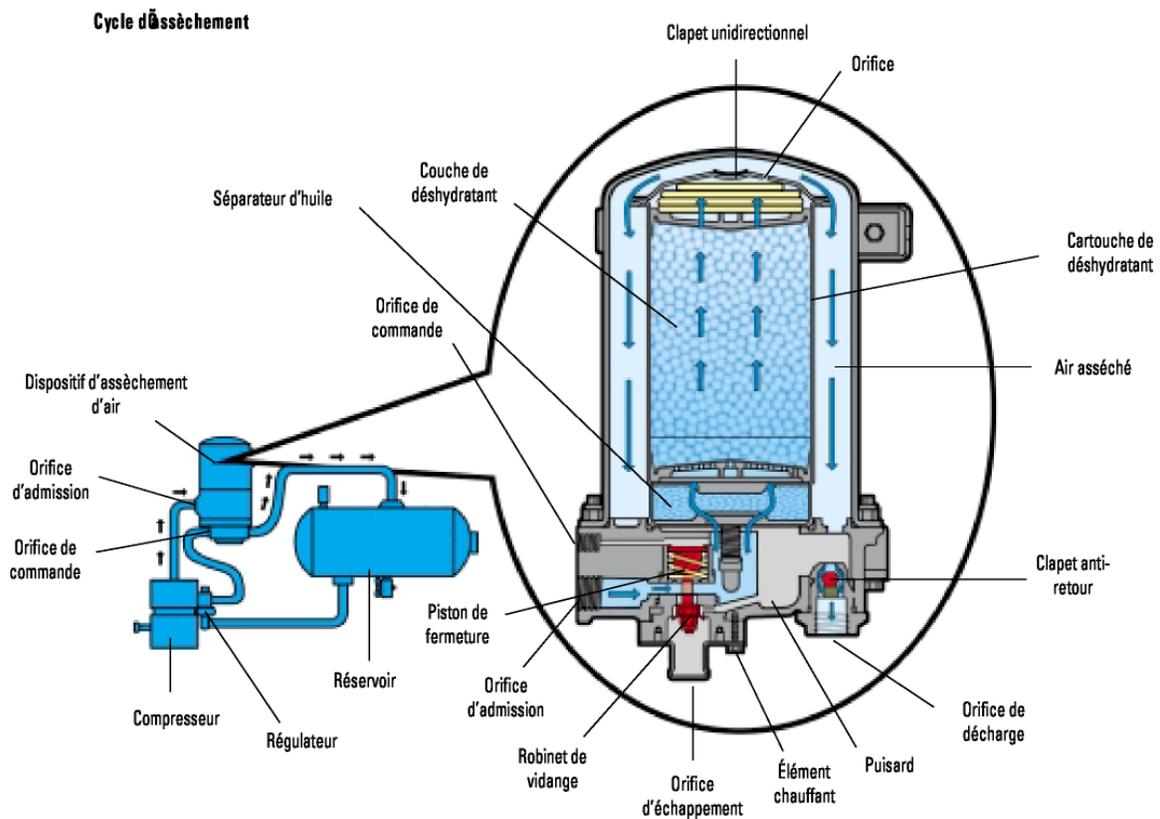
Certains réservoirs se composent de plusieurs compartiments; dans ce cas, chaque compartiment est doté de son propre robinet de vidange. Il faut purger ces robinets un à un. La pratique qui consiste à ouvrir partiellement le robinet pour évacuer une petite quantité d'air n'évacue pas l'humidité! Il est imprudent de croire que le fait d'avoir vidangé le réservoir humide ou de disposer d'un dispositif d'assèchement de l'air permet d'ignorer les autres réservoirs de l'unité motrice, des remorques ou des diabolos. Tous les réservoirs doivent être purgés à fond chaque jour.

Certains réservoirs possèdent des robinets de vidange automatiques, aussi appelés soupapes cracheuses. Ces soupapes évacueront automatiquement l'humidité du réservoir selon le besoin. Il faut, toutefois, les vérifier quotidiennement et les vidanger périodiquement afin d'assurer le bon fonctionnement du mécanisme.



Le dispositif d'assèchement de l'air

On peut installer un dispositif d'assèchement de l'air entre le compresseur et le réservoir humide pour évacuer l'humidité de l'air comprimé. Certains sont remplis d'un déshydratant très efficace et munis d'un filtre à huile, alors que d'autres sont vides et dotés de déflecteurs conçus pour séparer l'humidité de l'air. Dans les deux cas, on utilise la pression de l'air pour purger ou évacuer les contaminants accumulés dans le déshydratant. Le robinet de purge est muni d'un élément chauffant qui empêche l'humidité de geler lorsqu'il fait froid. Le câblage de l'élément chauffant doit faire l'objet d'une inspection pour vérifier si certains fils sont lâches ou mal raccordés. Les réservoirs sont également munis d'une soupape de sûreté.

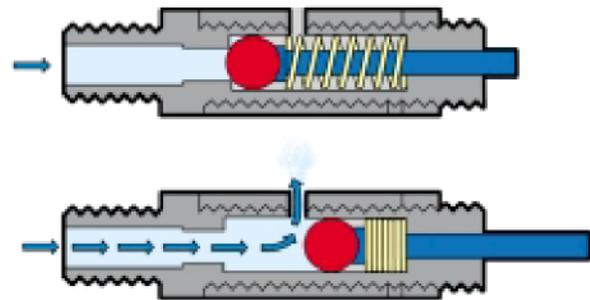


La soupape de sûreté.

Si le régulateur était en panne et ne parvenait pas à « décharger » le compresseur, la soupape de sûreté protégerait les réservoirs de la surpression et de l'explosion. Cette soupape comprend une bille à ressort qui permet à l'air de décharger la pression du réservoir dans l'atmosphère. C'est la force du ressort qui détermine le réglage de la pression de la soupape. En général, les soupapes de sûreté sont réglées à 150 lb/po². Lorsque la pression du système s'élève à environ 150 lb/po², cette soupape expulse la bille hors de son siège, ce qui permet à la pression de s'échapper par l'orifice d'échappement du boîtier du ressort. Lorsque la pression du réservoir a suffisamment diminué (environ 135 lb/po²), le ressort ramène la bille sur son siège, enfermant ainsi la pression du réservoir. Les soupapes de sûreté ne sont pas toutes dotées de dispositifs de déverrouillage.

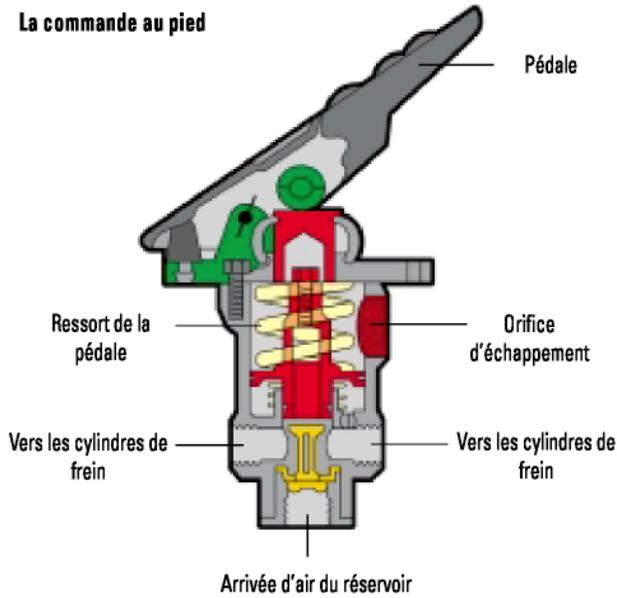
La soupape de sûreté

Une soupape qui déleste de la pression indique que le régulateur ou le compresseur doivent être révisés ou réparés, ce qui doit être fait par un mécanicien certifié.



La commande au pied

La commande au pied permet au conducteur d'actionner les freins. La quantité d'air comprimé que l'on envoie dans le circuit de freinage est fonction de la course imprimée à la pédale; cependant, la puissance maximale obtenue au freinage correspond à la pression d'air qui se trouve dans le réservoir. Pour desserrer les freins, il suffit de relâcher la pédale.

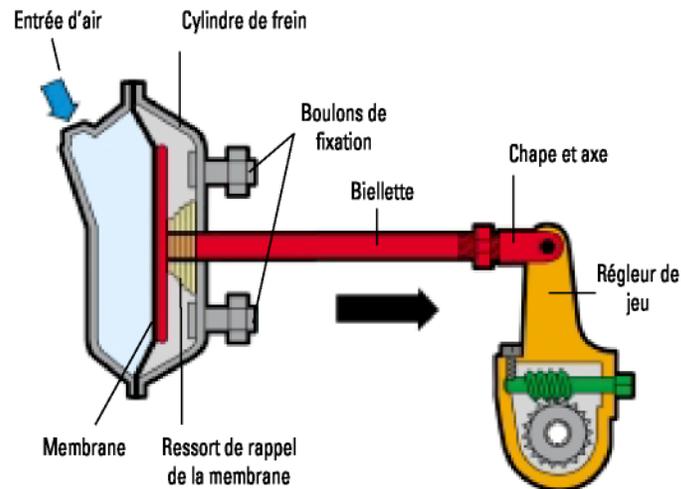


Lorsque le conducteur appuie sur les freins en enfonçant partiellement la pédale, la commande au pied maintient automatiquement le niveau de pression créé sans que le conducteur ne soit obligé d'ajuster la pression de son pied sur la pédale.

Le relâchement de la pédale permet à l'air du circuit de s'échapper dans l'atmosphère par les orifices d'échappement. Étant donné que dans les systèmes pneumatiques, les pédales sont à ressort, elles ne produisent pas le même effort au pied que celles des circuits hydrauliques.

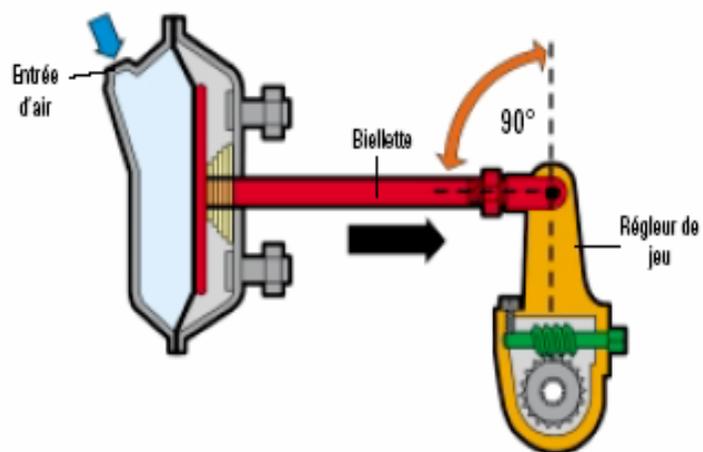
Les cylindres de frein, les régleurs de jeu et les garnitures de frein.

Le cylindre de frein est un logement circulaire partagé au milieu par une membrane souple. La pression de l'air contre la membrane l'éloigne de la pression, ce qui entraîne la bielle vers l'extérieur et contre le régleur de jeu. La force exercée par ce mouvement dépend de la pression de l'air et de la taille de la membrane. Toute fuite dans la membrane laisse l'air s'échapper, ce qui rend le cylindre de frein moins efficace. Si la membrane est complètement déchirée, les freins ne fonctionnent plus.



Les cylindres de frein avant sont généralement plus petits que les cylindres de frein arrière parce que les essieux avant supportent des poids moins importants que les essieux arrière. Le cylindre de frein est d'habitude logé sur l'essieu, à proximité de la roue à freiner. L'air comprimé qui arrive par l'orifice d'admission exerce une pression contre la membrane et la bielle. Celle-ci est fixée à un levier en bras de manivelle, appelé régleur de jeu, au moyen d'une chape et d'un axe. Le déplacement longitudinal de la bielle sous l'effet de la pression exercée dans le cylindre de frein est transformé en mouvement rotatif de l'arbre à cames qui commande les mâchoires et les cames en S. La membrane et la bielle reprennent la position de repos sous l'effet du ressort de rappel logé dans le cylindre de frein lorsque l'air comprimé est évacué.

Comme son nom l'indique, le régleur de jeu permet aussi de réduire le débattement qui se crée dans la timonerie, entre la bielle et les mâchoires de frein. Cette défaillance est provoquée par l'usure des garnitures de frein. Si les régleurs ne sont pas convenablement ajustés



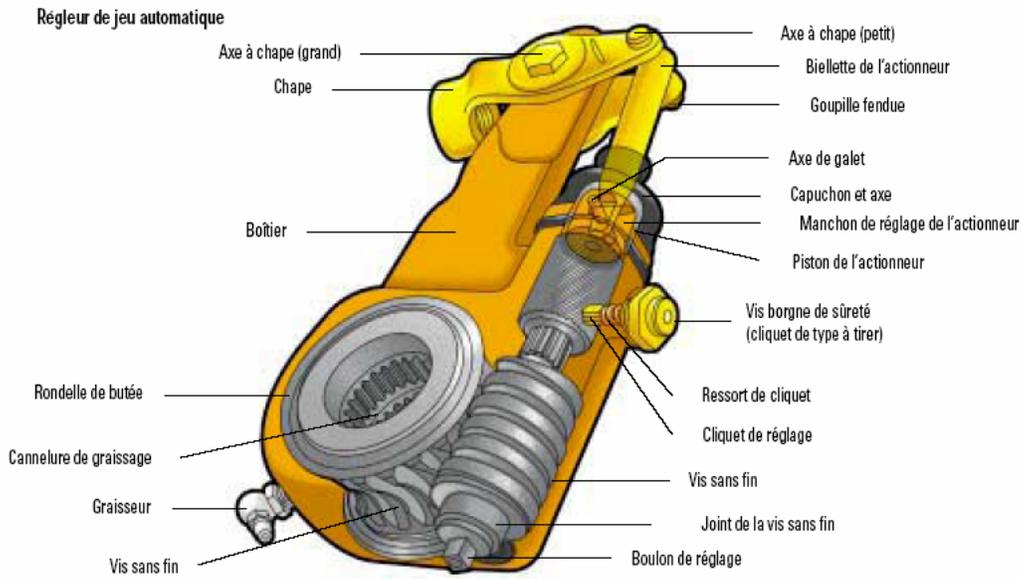
dans les limites établies, il y a risque de détérioration du rendement des freins et d'augmentation du temps de réaction. Ainsi, si le jeu devient excessif, la

membrane risque de toucher le fond du cylindre, ce qui peut se traduire par une perte complète du freinage sur la roue en question.

Les systèmes d'aujourd'hui sont dotés de régleurs de jeu automatiques qui se règlent automatiquement de façon à compenser, dans la plupart des cas, l'usure des garnitures de frein et à maintenir ainsi le jeu adéquat entre les garnitures et le tambour. Il faut régulièrement examiner les régleurs automatiques pour vérifier le réglage. Il existe plusieurs marques et modèles de régleurs de jeu automatiques sur le marché. Certains régleurs sont sensibles à la course de la biellette alors que d'autres contrôlent plutôt le débattement entre le tambour et les mâchoires du frein.

Dans le premier cas, le régleur ajustera la course lorsqu'elle dépasse les normes adéquates. Dans le deuxième cas, le régleur maintiendra un niveau de jeu adéquat entre le tambour et les mâchoires du frein. Certains modèles de régleurs de jeu peuvent diminuer ou augmenter le jeu lorsqu'il y a sur réglage du frein. Même si le véhicule est équipé de régleurs de jeu automatiques, il ne faut pas tenir pour acquis que les freins demeureront toujours bien réglés.

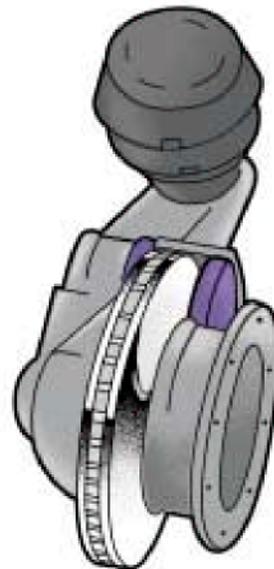
Un tel système n'est jamais à l'épreuve de toute défaillance. Il existe un nombre de facteurs qui pourraient empêcher le régleur de jeu de maintenir un jeu adéquat. Il pourrait s'agir d'une mauvaise installation, d'un entretien inadéquat, d'une fixation déformée, de coussinets d'arbre à cames usés ou de biellettes pliées. Même une inspection visuelle inadéquate pourrait entraîner des défaillances qui ne sont pas reliées au fonctionnement du régleur de jeu. Il se peut que le régleur de jeu n'arrive pas à maintenir le réglage du frein, surtout si ce dernier a fonctionné pendant une longue période de temps. Les deux problèmes les plus fréquents sont l'usure excessive précoce et la contamination interne.



Les freins à disque

Les freins à disque pneumatiques utilisés sur les camions fonctionnent selon le même principe que les freins à disque de voiture. L'air comprimé exerce une pression sur le cylindre de frein et le régleur de jeu, ce qui actionne les freins. Au lieu du système à came ou à commande conique des freins à tambour classiques des gros camions, c'est une « vis de commande » qui est utilisée et qui agit comme une vis de serrage, de façon à ce que les garnitures répartissent également la force des deux côtés du disque ou du rotor. Certains modèles de freins à disque possèdent un régleur automatique incorporé. Pour ceux qui nécessitent un réglage manuel, les normes de réglage sont différentes de celles des systèmes de freinage classiques à came en S. Il faut toujours vérifier les spécifications du fabricant avant de procéder au réglage. Certains freins à disque sont munis d'un système de freinage de stationnement à ressort monté sur le cylindre du frein de service.

Les freins à disque

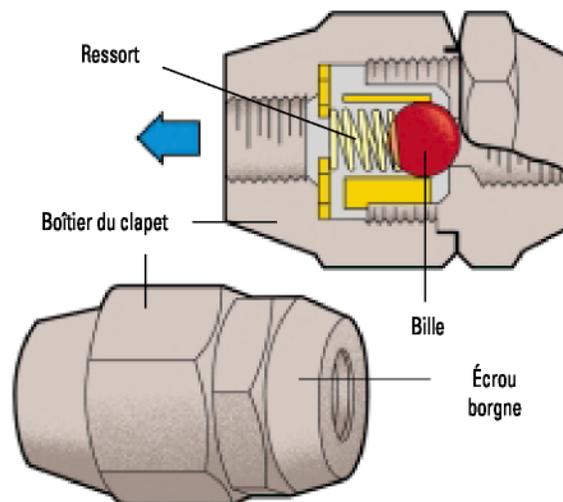


Systeme à circuit simple

Le compresseur pompe l'air et l'envoie dans le réservoir humide, qui est protégé des surpressions par une soupape de sûreté. Le régulateur surveille la pression du réservoir. L'air comprimé du réservoir parvient à la commande au pied par l'orifice situé au bas de la commande. Dès que le conducteur enfonce la commande au pied, l'air comprimé s'écoule vers les cylindres de frein avant et arrière du véhicule. Le déplacement des biellettes entraîne celui des régleurs de jeu, ce qui provoque la rotation des cames en S qui appuient les mâchoires contre le tambour. Le frottement ainsi créé entraîne l'arrêt du véhicule. Lorsque le conducteur relâche la pédale de la commande au pied, l'air qui se trouve dans le cylindre de frein est évacué par cette commande, ce qui provoque le desserrage des freins.

Clapets unidirectionnels

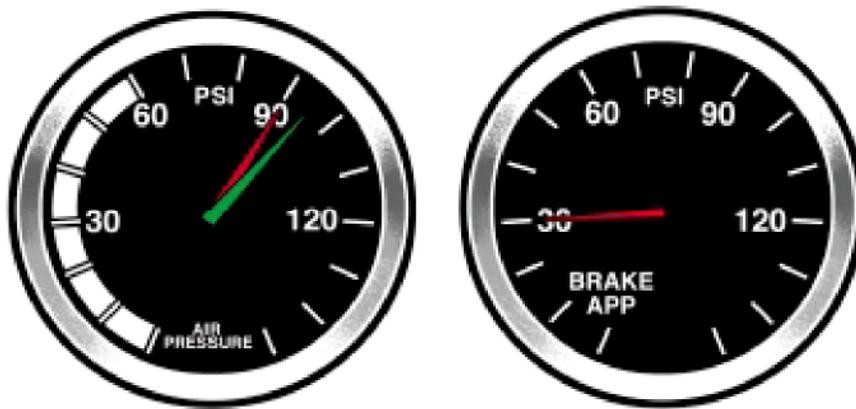
Le système illustré dans le schéma ci-dessous possède deux réservoirs. Pour empêcher l'air de retourner des réservoirs dans le compresseur, on utilise les clapets unidirectionnels. Ce dispositif ne permet le passage de l'air que dans un sens et comprend un ressort. Lorsque la pression à l'orifice d'admission est supérieure à la tension du ressort, la bille du clapet, ou le disque, se soulève de son siège et laisse passer l'air vers l'orifice d'échappement. Lorsque la pression du côté échappement est supérieure à la pression d'admission, la bille, sous l'effet de la pression et du ressort, reprend sa position sur le siège, empêchant ainsi l'air de passer en sens inverse dans le clapet.



Manomètres à air comprimé

Tous les véhicules à freinage pneumatique sont munis d'un manomètre qui permet de mesurer la pression d'air qui prévaut dans le réservoir primaire et le réservoir secondaire (réservoir sec). Le réservoir d'alimentation (réservoir humide) n'est généralement pas muni d'un manomètre.

Selon le système utilisé, les pressions de fonctionnement standard varient de 80 à 135 lb/po². Le conducteur, en surveillant ce manomètre, peut facilement détecter les changements de pression anormaux.



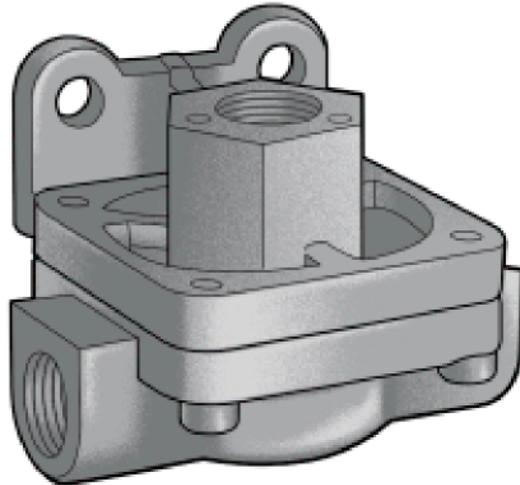
Manomètres de pression de freinage

Il est possible d'équiper le véhicule d'un manomètre supplémentaire qui indique la pression de freinage quand le conducteur appuie sur la pédale. Ce manomètre peut être branché de façon à mesurer la pression développée dans le circuit lorsque le conducteur appuie sur la commande au pied ou actionne la commande manuelle.

Soupape de desserrage rapide

Le principe de freinage a été décrit précédemment. Dans un système simple, l'air sous pression dans les cylindres de frein, quand le conducteur relâche la commande au pied, doit retourner à la commande pour permettre le desserrage des freins. Ce desserrage se fait plus lentement sur les véhicules à empattement long parce que les conduites sont plus longues entre la commande au pied et les cylindres de frein arrière. Pour que les freins puissent se desserrer rapidement et complètement, on installe une soupape de desserrage rapide qui permet de décharger l'air employé pour le freinage près des cylindres de frein.

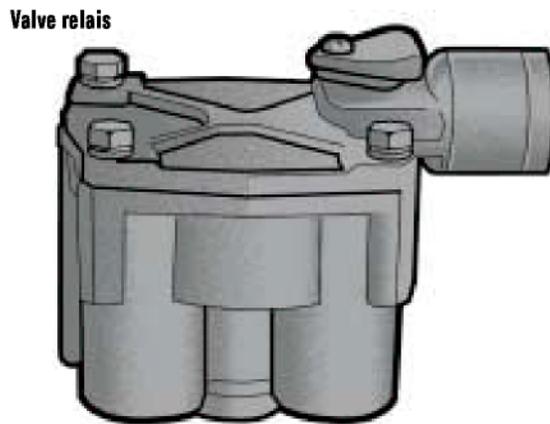
Soupape de desserrage rapide



Valve relais

En général, la commande au pied est située plus près des roues avant que des roues arrière du véhicule. Ainsi, plus la distance entre les cylindres de frein arrière et la commande au pied est grande, plus le temps de réaction des freins arrière est important. Pour corriger ce défaut qui affecte plus particulièrement les véhicules à empattement long, on installe une valve relais à proximité des cylindres de frein arrière. Cette valve relais est raccordée d'une part au réservoir principal par une canalisation de gros diamètre et d'autre part à la commande au pied par une canalisation qui devient la canalisation de commande; d'ailleurs, l'air dans la canalisation de commande s'arrête à la valve relais. Lorsque le

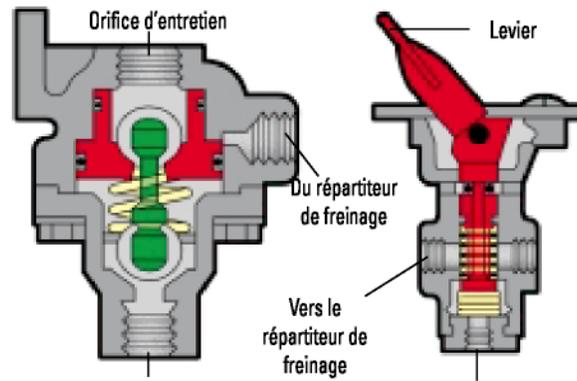
conducteur appuie sur la pédale, la pression dans la canalisation de commande agit sur la partie supérieure de la valve relais, permettant ainsi à celle-ci de laisser passer l'air et de l'envoyer directement, par l'intermédiaire de la grosse canalisation, jusqu'aux cylindres de frein arrière. L'air provenant du réservoir est à la même pression que l'air comprimé livré par la commande au pied. Lorsque le conducteur relâche la pédale, l'air qui commande la valve relais est évacué, ce qui coupe la circulation de l'air entre le réservoir et les cylindres arrière, qui eux-mêmes sont évacués par le dispositif de décharge rapide de la valve relais.



Répartiteur manuel de freinage des roues avant

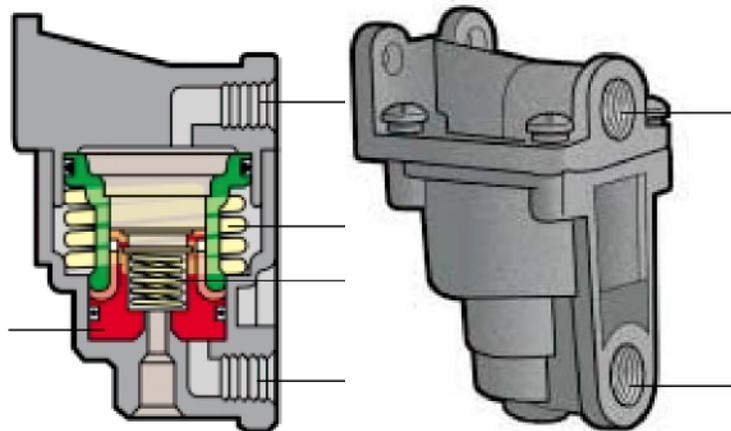
Pour obtenir un meilleur contrôle de la direction sur route glissante, il peut être préférable de réduire la puissance de freinage appliquée aux roues avant. Pour cela, on installe un sélecteur de commande dans la cabine et un répartiteur de freinage des roues avant sur l'essieu avant.

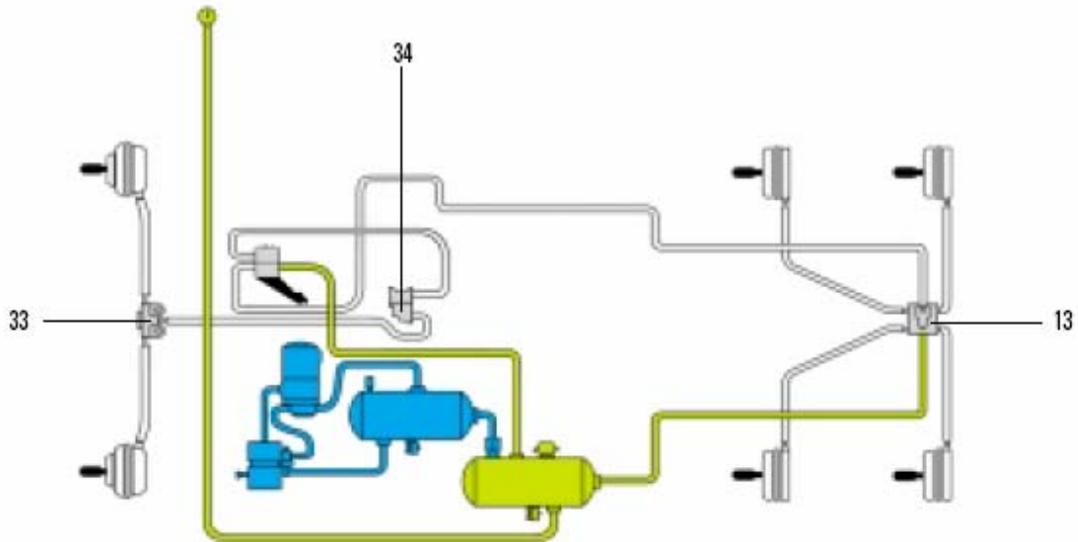
Sur route sèche, le conducteur place le sélecteur de commande en position « normale ». Le freinage sur les roues avant se fait donc normalement. Sur route glissante, le conducteur peut mettre le sélecteur de commande à la position « route glissante ». Le sélecteur commande alors l'engagement du répartiteur de pression. La pression d'air appliquée aux roues avant est ainsi réduite de 50 % par rapport à la pression livrée aux cylindres de frein arrière.



Répartiteur automatique de freinage des roues avant

Certains systèmes sont munis de répartiteurs de freinage automatiques. Ce répartiteur peut diminuer la puissance de freinage appliquée aux roues avant de 0 à 10 lb/po² selon le réglage. Entre la pression de réglage et une pression de freinage de 40 lb/po², on obtient une réduction d'environ 50 %. Entre 40 et 60 lb/po², la puissance de freinage diminue de moins de 50 %. À plus de 60 lb/po², il n'y a plus de réduction, toute la puissance de freinage est appliquée aux roues avant.





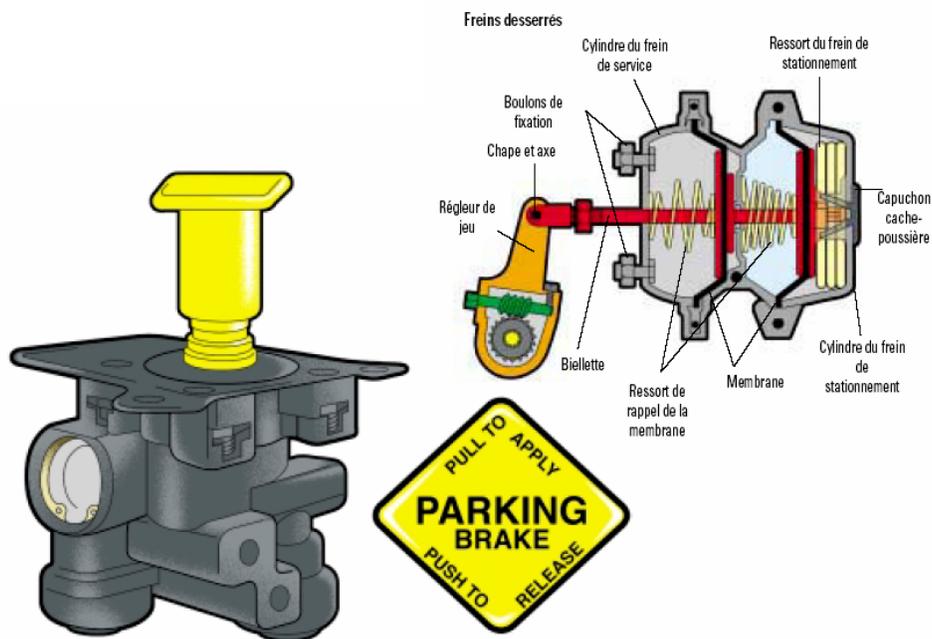
Le système de freinage pneumatique que nous venons d'étudier est celui d'un véhicule doté d'un seul pont arrière. Le schéma illustre le système de freinage pneumatique d'un véhicule équipé d'un répartiteur automatique de freinage des roues avant (34), d'une soupape de desserrage rapide (33) et de ponts arrière en tandem. Il y a des freins sur les deux ponts de tandem.

La valve relais (13) a deux usages : la puissance de freinage est appliquée plus rapidement aux ponts arrière en tandem et les freins se desserrent plus rapidement lorsque le conducteur relâche la pédale.

Systèmes de freins de stationnement à ressort (systèmes à circuit simple seulement)

Le mode d'installation des freins de stationnement à ressort et le type de circuit pneumatique adopté dépendent du type de véhicule.

On peut installer, sur les véhicules équipés d'un système de freinage pneumatique des freins de stationnement à ressort assurant la sécurité du stationnement. Dans les systèmes de freinage de service standard, les freins sont actionnés par l'air comprimé et desserrés par des ressorts. Par contre, dans les systèmes de freins de stationnement à ressort, les freins sont actionnés par des ressorts et desserrés par l'air comprimé. Les cylindres des freins de stationnement sont fixés aux cylindres des freins de service et utilisent la même timonerie pour faire fonctionner les freins. Par conséquent, l'efficacité des freins de stationnement à ressort dépend du réglage du frein de service. Une commande située dans la cabine (activée par un bouton carré jaune) permet au conducteur de chasser l'air du circuit des freins de stationnement à ressort pour les serrer ou de remettre le circuit sous pression pour les desserrer. Certains systèmes peuvent disposer d'une commande accessoire activée à l'aide d'un bouton bleu, lequel n'actionne que les freins de stationnement à ressort du tracteur et non ceux de la remorque.

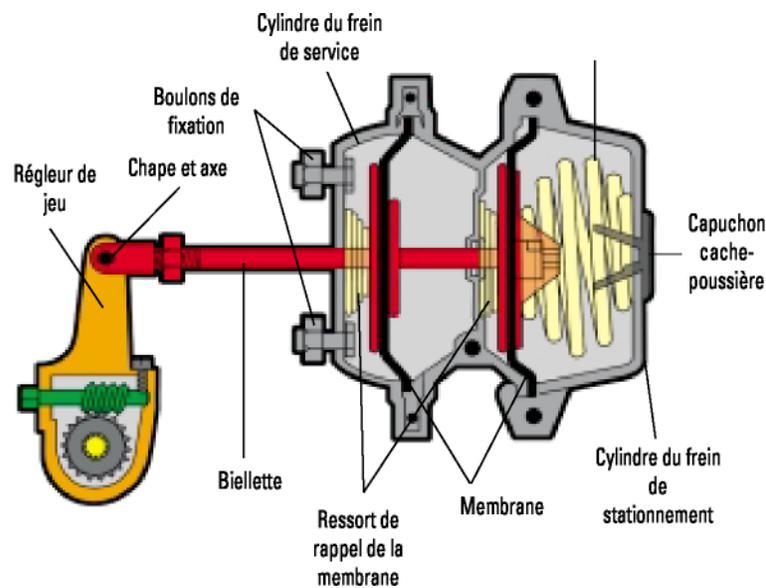


Ces freins peuvent également servir de freins de secours; certains modèles, selon le type de circuit pneumatique dont ils sont équipés, provoquent le serrage automatique des freins quand la pression baisse. On distingue divers types de commandes selon les fabricants et le montage choisi.

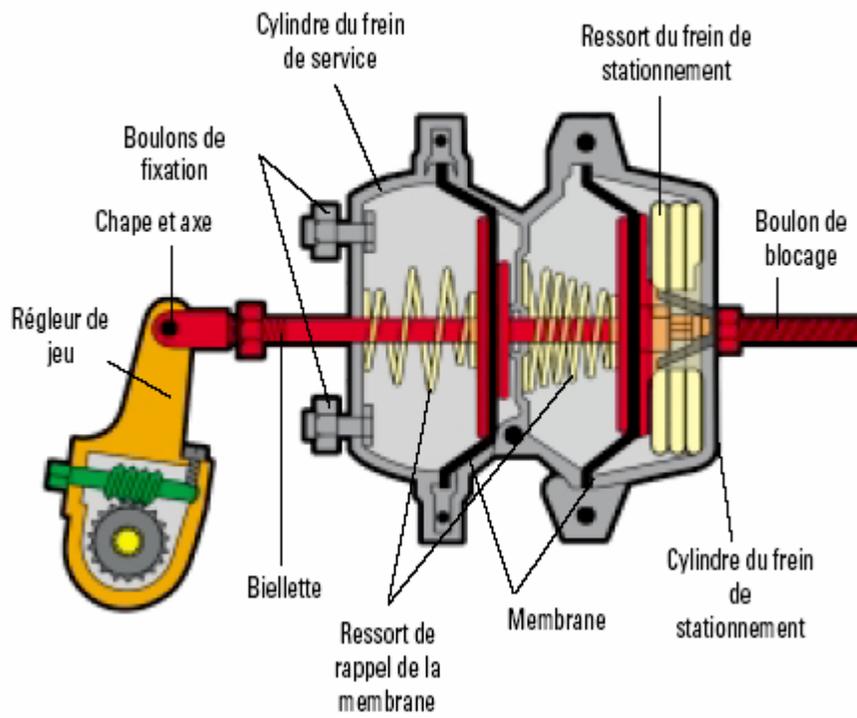
Pour actionner une commande à ressort, le conducteur doit pousser le bouton de façon à desserrer les freins de stationnement à ressort. Il n'est pas possible de garder la commande en position de frein desserré lorsque la pression dans le circuit est inférieure à environ 35 lb/po². Lorsque la pression du réservoir principal baisse à environ 35 lb/po², la commande évacue automatiquement la pression d'air, ce qui entraîne le serrage des freins de stationnement à ressort. Certains modèles de véhicules plus anciens peuvent être munis d'un dispositif simple de commande à poussoir qui n'est pas doté d'un mécanisme de déclenchement automatique. Pour provoquer le serrage des freins de stationnement à ressort, il faut actionner la commande à main, même si la pression dans le réservoir principal est épuisée.

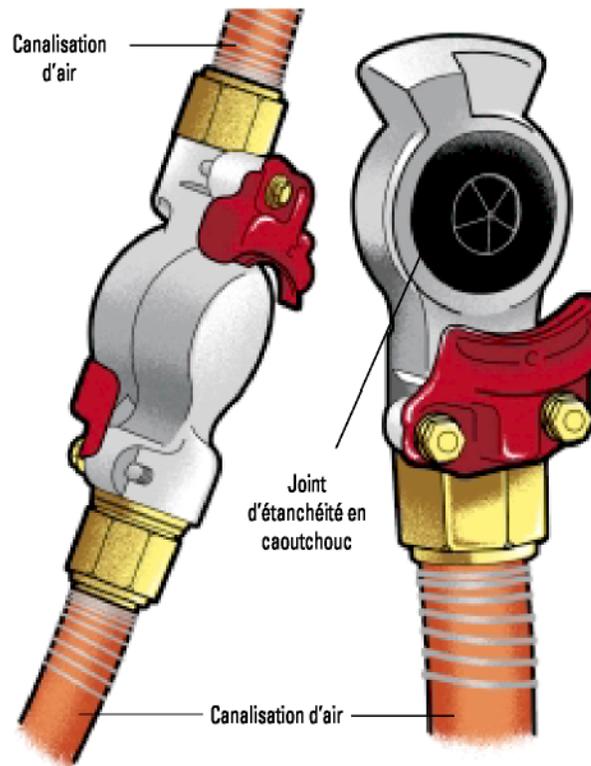
Quand le véhicule roule normalement, la pression maintient le ressort comprimé prêt pour le stationnement ou le freinage de secours.

À la fermeture de la commande, l'arrivée d'air est coupée et la pression dans les freins de stationnement à ressort est évacuée, ce qui entraîne l'expansion du ressort et le serrage des freins.



Remontage du frein de stationnement à ressort Freins desserrés





Canalisation de freinage de la remorque

La canalisation de freinage est appelée canalisation de service. Elle est reliée à la commande au pied et à la commande à main. Dans le cas du système proposé en exemple, le conducteur appuie sur la pédale de commande au pied et l'air comprimé parvient aux cylindres de frein du tracteur et à ceux de la semi-remorque. Lorsque le conducteur relâche la pédale, l'air comprimé qui se trouve dans les cylindres de frein de la semi-remorque doit revenir à la commande au pied pour pouvoir être évacué.

Ce système présente les inconvénients suivants :

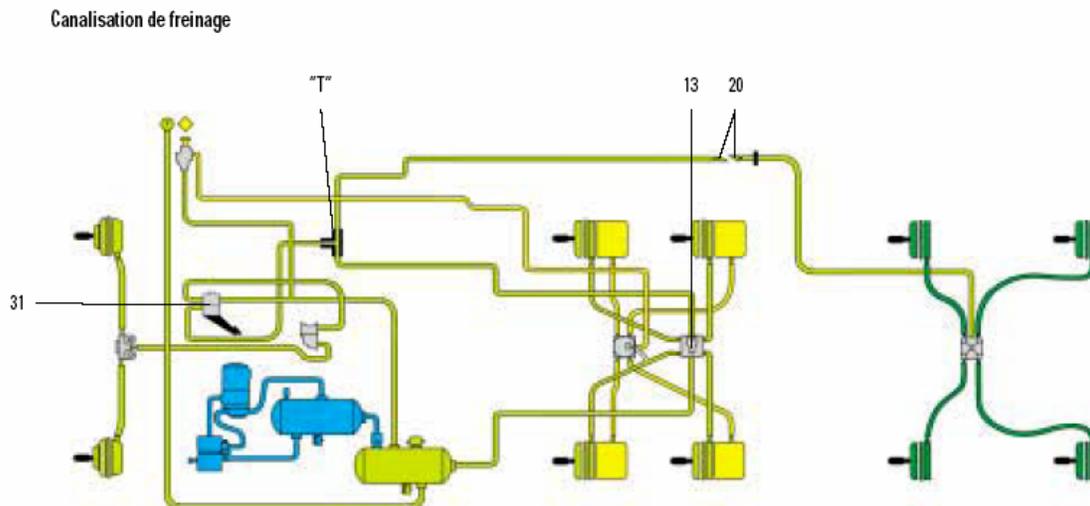
- Si la semi-remorque se détachait accidentellement du tracteur, elle n'aurait plus de freins.
- Si la canalisation de service se détachait ou subissait une rupture, il ne serait pas possible de serrer les freins de la semi-remorque et le circuit du tracteur perdrait l'air comprimé après un seul freinage.
- Si l'on perdait la réserve d'air des réservoirs principaux, il serait impossible de freiner le tracteur ou la semi-remorque.

- Il n'est pas possible de freiner le tracteur sans freiner en même temps la semi-remorque, comme il n'est pas possible de serrer les freins de la semi remorque pendant le raccord au tracteur.
- Le serrage et le desserrage des freins de la semi remorque se font plus lentement que pour le tracteur.

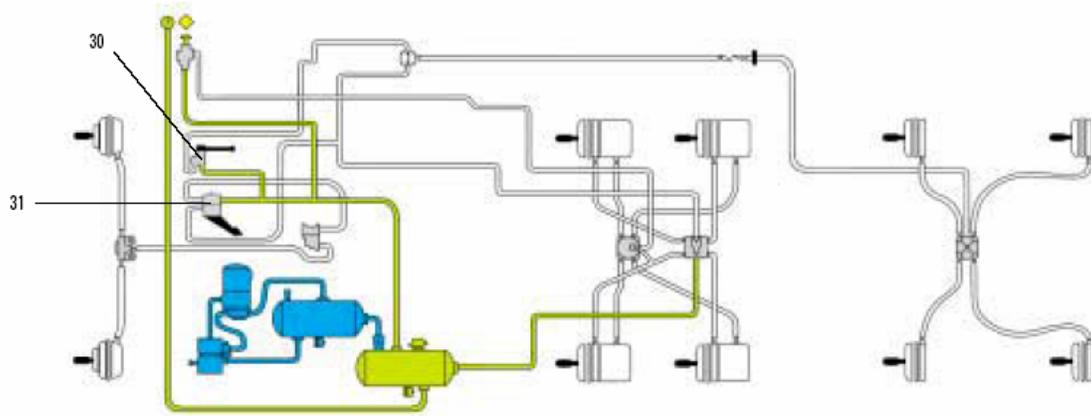
Les canalisations et les soupapes étudiées aux pages suivantes permettent de remédier à ces inconvénients.

Le schéma illustre la disposition d'un circuit avec freins serrés qui ressemble à celui d'un tracteur à essieux en tandem. La semi-remorque a des essieux à tandem équipés de cylindres de freinage.

La canalisation de freinage comporte un « T » situé entre la commande au pied (31) et la valve relais du camion (13). Une canalisation d'air raccorde ce « T » à la semi-remorque au moyen d'un jeu de coupleurs rapides (20).

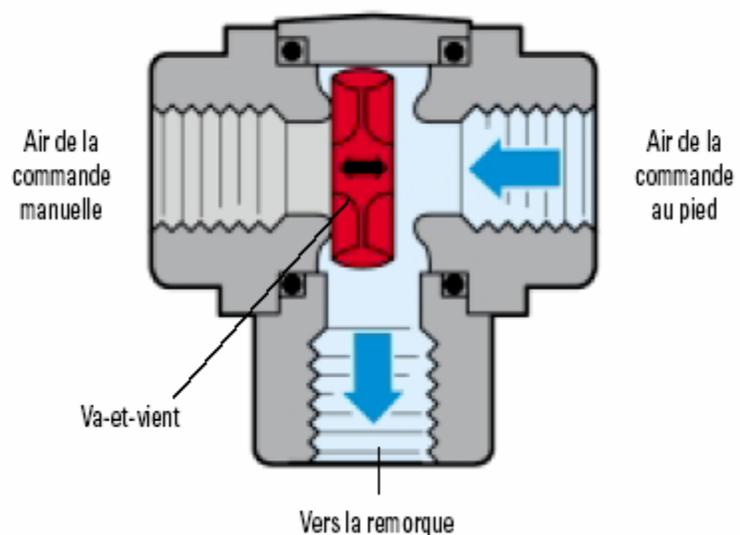


Commande manuelle de la remorque

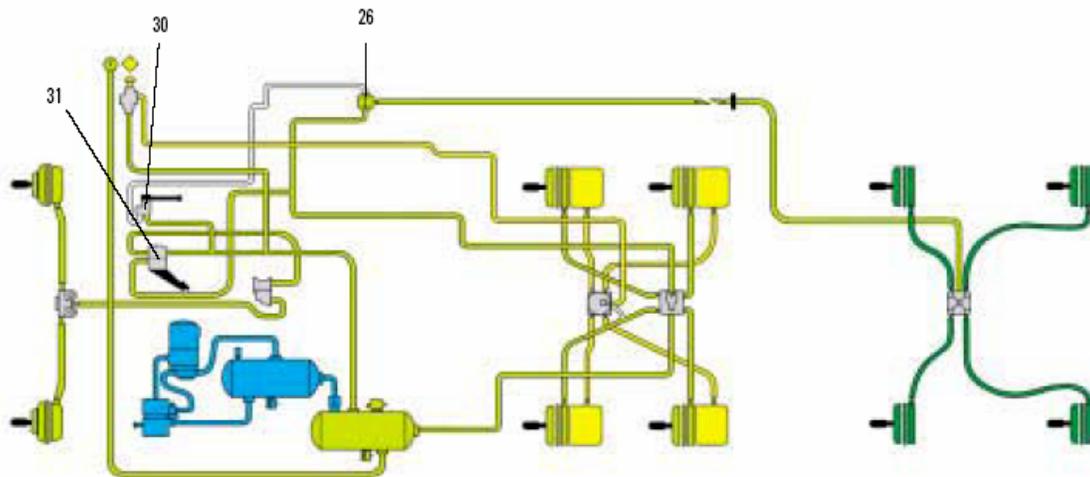


La commande manuelle (30) permet au conducteur de commander séparément la pression d'air envoyée aux freins de la semi-remorque. Elle permet également de freiner la semi-remorque pendant qu'on effectue son raccordement au tracteur. En effet, avec ce type de commande, le conducteur peut serrer les freins de la semi-remorque indépendamment des freins du tracteur. La pression d'air envoyée est fonction du degré d'ouverture de la commande. (Cette pression ne peut pas être supérieure à celle du réservoir principal.) Il existe aussi des commandes qui sont équipées d'un mécanisme de rappel.

Le clapet bidirectionnel (26) permet d'envoyer l'air provenant de deux sources possibles dans une canalisation de freinage. L'air provenant du circuit où s'exerce la plus forte pression peut, grâce au clapet, passer dans la canalisation de service vers la remorque. Ce clapet est situé entre la commande au pied et la commande manuelle.



Freinage avec la commande au pied



Le conducteur a freiné avec la commande au pied (31). L'air comprimé est envoyé aux cylindres de frein du tracteur et aux freins de la semi-remorque au moyen du clapet bidirectionnel (26). Le va-et-vient s'est déplacé côté basse pression et a ainsi interrompu tout écoulement d'air vers la commande manuelle. Celle-ci (30) est en position fermée et une pression égale est appliquée aux cylindres de frein du tracteur et de la semi-remorque.

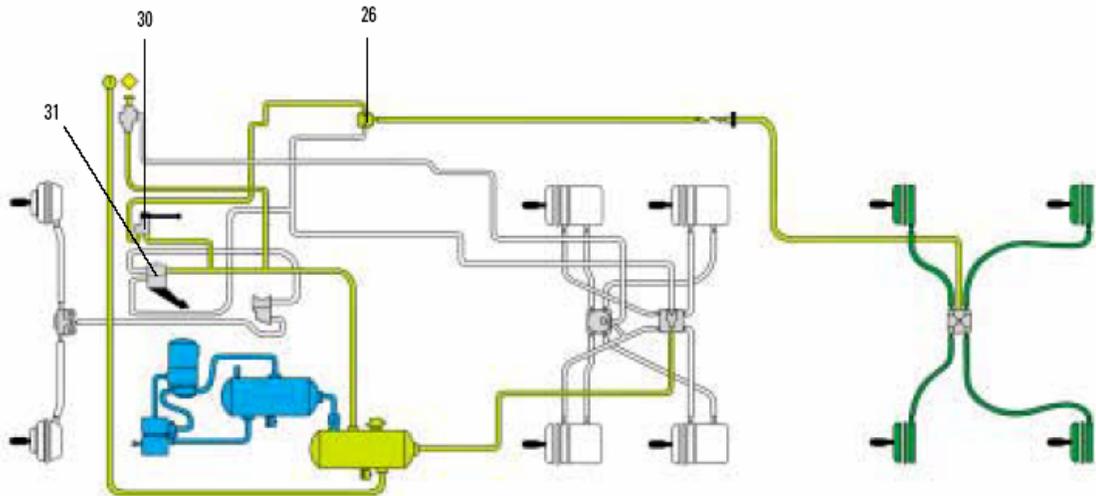
Dans le prochain schéma, la commande au pied (31) est relâchée et la commande manuelle (30) ouverte; l'air comprimé passe de la commande manuelle aux cylindres de frein par l'intermédiaire du clapet bidirectionnel (26). Celui-ci s'est déplacé du côté basse pression et a ainsi interrompu tout écoulement d'air vers la commande au pied.

Lorsque le freinage de la semi-remorque se fait par la commande manuelle, le conducteur peut appuyer sur la pédale de frein; si la pression au pied est supérieure à celle de la commande manuelle, le clapet bidirectionnel passe du côté basse pression, permettant l'application de la pression supérieure aux freins du tracteur et de la semi-remorque.

Inversement, lorsque le conducteur, tout en appuyant sur la commande au pied, applique une pression supérieure en actionnant la commande manuelle, le clapet bidirectionnel permet à la pression « manuelle » plus élevée d'être appliquée aux freins de la semi-remorque.

Bien qu'il soit possible d'actionner les freins de la semi-remorque indépendamment au moyen de la commande manuelle, la pression maximale de freinage agissant sur les freins de la semi-remorque ne peut qu'être égale, ou légèrement inférieure, à la pression du réservoir principal.

Freinage avec la commande manuelle

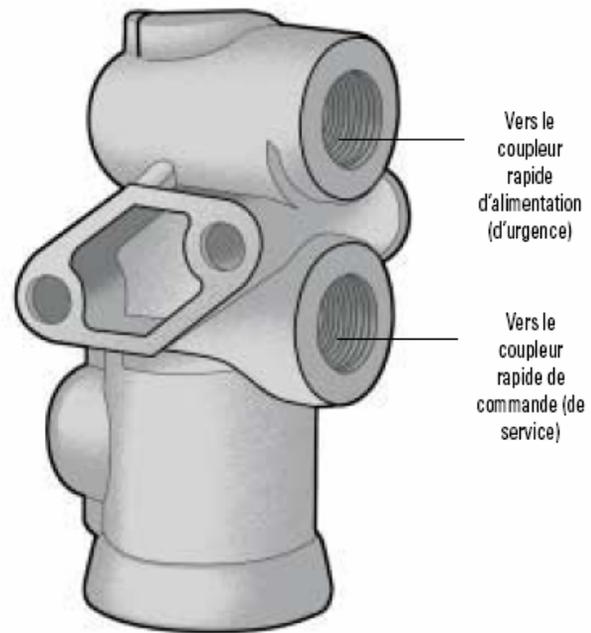


Un système de protection du tracteur est prévu pour éviter une perte totale de l'air du circuit du tracteur en cas de séparation accidentelle de la semi-remorque ou de rupture des canalisations entre tracteur et semi-remorque. Le système de protection du tracteur comporte deux clapets : le clapet de protection du tracteur et le clapet d'alimentation de remorque, aussi appelé « commande de stationnement de la remorque » et « clapet de secours ».

Il existe deux types de clapets d'alimentation de remorque. Le plus courant est un clapet à ressort que la pression d'air du circuit maintient ouvert une fois qu'il a été actionné manuellement. On l'appelle clapet automatique d'alimentation de la pression. Il existe aussi des clapets manuels d'alimentation de la remorque, qui peuvent être à levier ou à bouton poussoir.

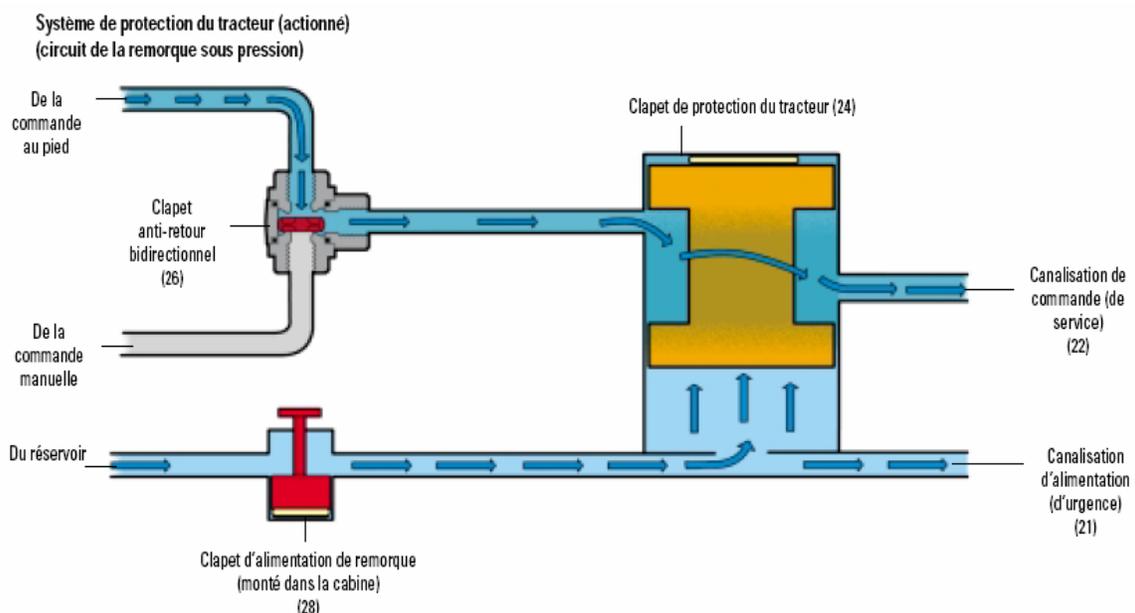
Pour bien saisir le rôle du clapet d'alimentation de la remorque et du clapet de protection du tracteur, il est important d'en comprendre le fonctionnement.

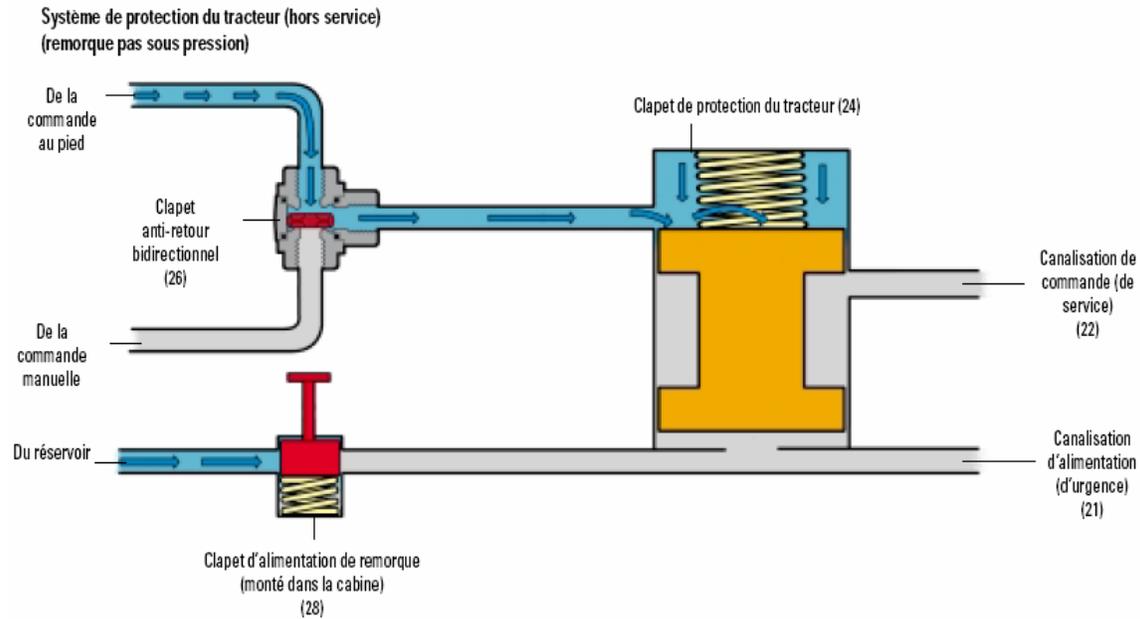
Clapet de protection du tracteur



Le clapet de protection du tracteur (24) est normalement monté près de la partie arrière de la cabine et est alimenté par deux canalisations, l'une reliée au clapet d'alimentation de remorque (28) et l'autre au clapet bidirectionnel (26). Deux autres canalisations sortent du clapet de protection du tracteur : la canalisation de service (22) et la canalisation d'alimentation (21). Il faut une pression d'air d'environ 45 lb/po² dans la canalisation d'alimentation pour faire basculer ce clapet à ressort, permettant ainsi à l'air comprimé de la canalisation de service d'atteindre la semi-remorque lorsque le conducteur appuie sur la pédale du frein. Lorsque les canalisations d'air du tracteur sont raccordées à la semi-remorque, la fermeture et l'ouverture du clapet d'alimentation du tracteur fait ouvrir et fermer le clapet de protection du tracteur. Déconnecter la canalisation d'alimentation entre le tracteur et la semi-remorque alors que la semi-remorque est sous pression entraînera une baisse de pression immédiate dans la canalisation d'alimentation du tracteur et la fermeture du clapet de protection du tracteur, ce qui coupe l'écoulement d'air vers la canalisation de service. En cas de rupture ou de débranchement de la canalisation de service entre le tracteur et la semi remorque, rien ne se passe jusqu'à ce que le conducteur freine. Le freinage entraîne une perte d'air dans la canalisation de service perforée ou déconnectée, ce qui se traduit par une chute de la pression dans le circuit du tracteur. Si la pression chute à environ 45 lb/po², le clapet d'alimentation du tracteur se fermera, ce qui met les freins de la semi remorque au mode freinage de secours et entraîne la fermeture du clapet de protection du tracteur. Ceci empêchera l'air de s'écouler de la canalisation débranchée.

Le clapet sert aussi à empêcher une perte de l'air du circuit du tracteur pendant le freinage normal sans semi-remorque.





Pour vérifier le bon fonctionnement du clapet de protection du tracteur, il faut raccorder les canalisations d'air comprimé du tracteur à la semi-remorque, s'assurer que le véhicule est solidement bloqué et que les roues sont calées, et relâcher le frein de stationnement. Il faut ensuite vérifier que le système est sous pression maximale, mettre la semi-remorque sous pression, serrer les freins et les tenir en cette position (utilisez la commande manuelle si vous êtes seul). Débrancher la canalisation de service (il y aura une perte d'air) puis la canalisation d'alimentation. Ceci coupera immédiatement l'écoulement d'air dans la canalisation de service et la perte d'air dans la canalisation d'alimentation devrait se poursuivre (ceci dépendra du type de système). Rebrancher la canalisation d'alimentation et l'air comprimé de la canalisation de service commencera de nouveau à s'échapper.

Ceci sert à vérifier que le ressort du clapet s'ouvre et se ferme correctement. Si le ressort de rappel du clapet de protection du tracteur est brisé, le clapet ne se fermera pas, ce qui entraînera une perte d'air pendant les freinages normaux du tracteur sans semi-remorque.

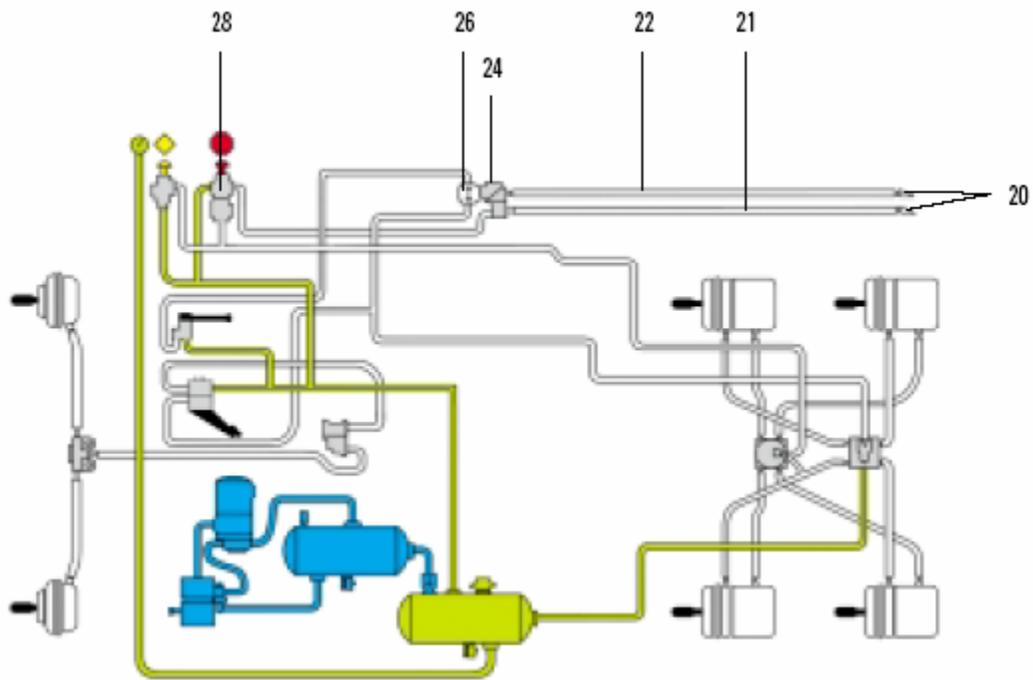
Clapet d'alimentation de la remorque

Ce clapet, en général un bouton octogonal rouge, est monté dans la cabine du tracteur. Le conducteur l'actionne en enfonçant ou en tirant le bouton, selon le modèle.

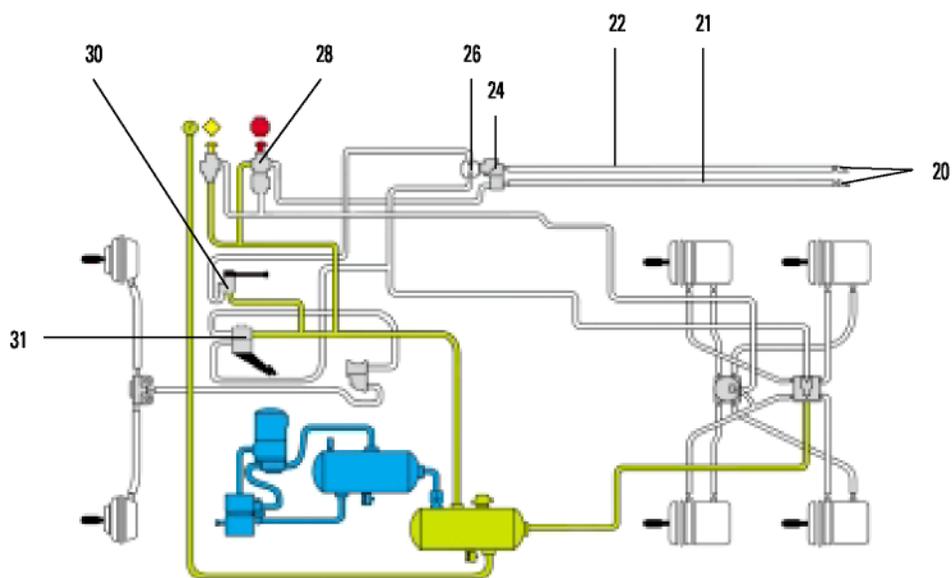
L'ouverture du clapet permet à l'air comprimé des réservoirs de passer. Il parvient alors au clapet de protection du tracteur et au coupleur rapide de la canalisation d'alimentation. Le clapet est muni d'un ressort et reste donc ouvert lorsque la pression est suffisante. Si la pression chute à un niveau qui se situe entre 45 et 20 lb/po², le clapet se ferme automatiquement, ouvrant ainsi l'orifice d'échappement. Le conducteur peut aussi enfoncer le clapet manuellement pour dégager l'orifice d'échappement sans perte de pression dans les réservoirs du tracteur. Il y aura aussi serrage des freins de stationnement à ressort.



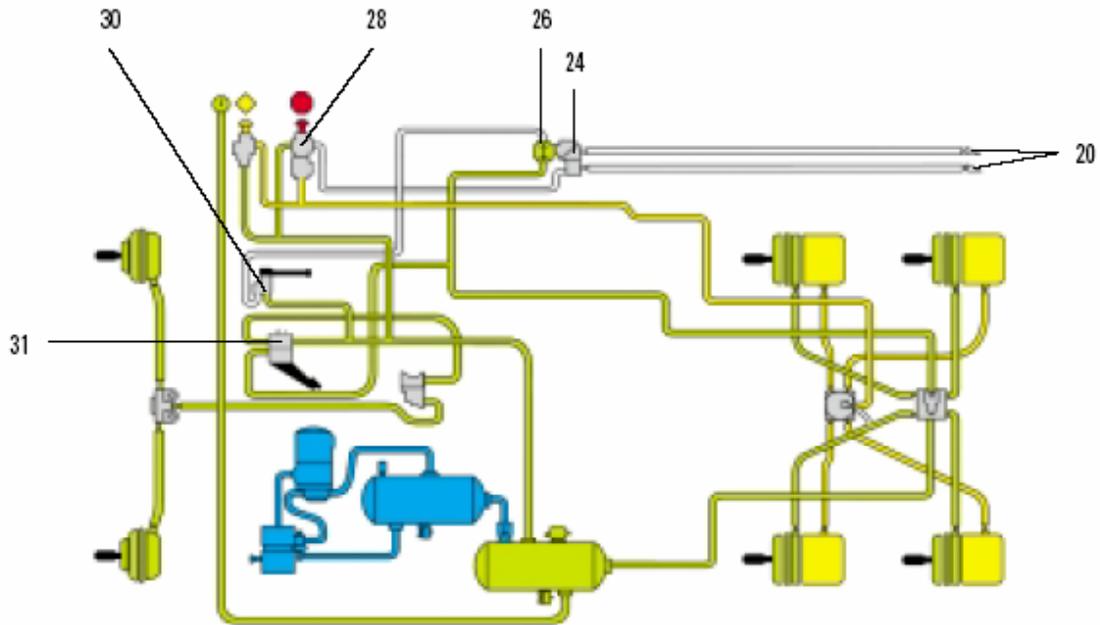
Dans le circuit de l'image suivante, l'air comprimé du réservoir principal est envoyé au clapet d'alimentation de remorque (28). Le clapet de protection du tracteur (24) est alimenté par deux canalisations, l'une reliée au clapet d'alimentation de remorque (28) et l'autre au clapet bidirectionnel (26). Deux autres canalisations sortent du clapet de protection du tracteur et chacune est dotée de coupleurs rapides (20). Ce sont la canalisation de service (22) et la canalisation d'alimentation (21).



Dans les schémas, la canalisation de service (22) est en haut et la canalisation d'alimentation en bas (21). Le schéma illustre un tracteur équipé d'un clapet d'alimentation de remorque (28) et d'un clapet protection du tracteur (24). La semi-remorque n'est pas raccordée au tracteur qui fonctionne indépendamment. Le conducteur n'a pas ouvert le clapet d'alimentation de remorque (28) et la commande manuelle (30) est fermée.



Dans le schéma suivant, le conducteur a enfoncé la commande au pied (31) et l'air comprimé est envoyé aux cylindres de frein du tracteur. Le clapet bidirectionnel (26) a basculé du côté basse pression, permettant ainsi à l'air comprimé de la canalisation de commande d'atteindre le clapet de protection du tracteur (24). Notez qu'il n'y a pas de perte d'air dans le circuit du tracteur par les coupleurs rapides déconnectés (20).



Si le conducteur actionne accidentellement la commande manuelle (30) alors que la semi-remorque n'est pas reliée au tracteur, l'air comprimé envoyé au clapet de protection est également arrêté.

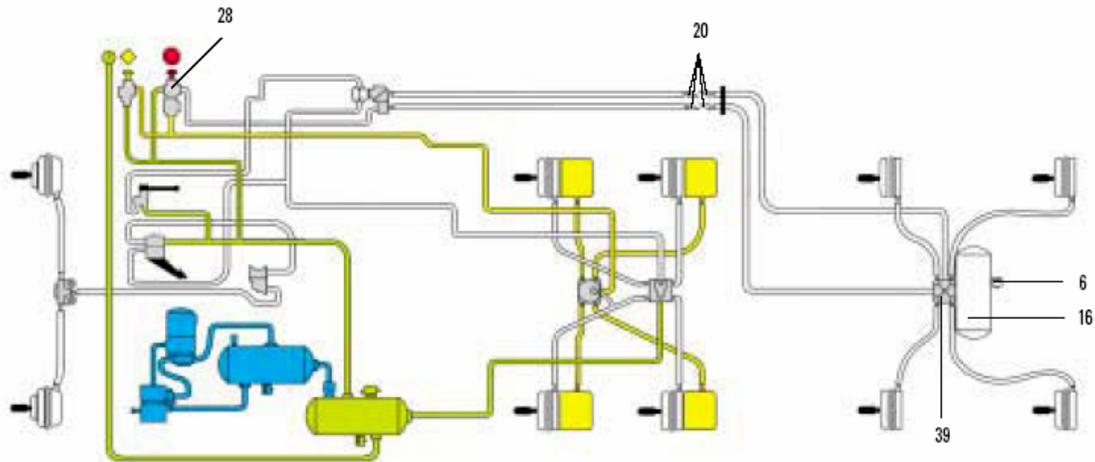
Dans le schéma suivant, le tracteur et la semi-remorque sont attelés et les canalisations de service et d'alimentation sont raccordées par des coupleurs rapides (20).

La semi-remorque est équipée d'un réservoir (16) situé près des cylindres de frein et contenant l'air comprimé destiné au freinage normal ou aux situations d'urgence. Comme dans le cas des réservoirs de tracteur, ce réservoir est muni d'un robinet de vidange (6).

Un relais de secours (39) est posé sur le réservoir de la semi-remorque, à proximité des cylindres de frein. Le relais de secours joue un triple rôle :

1. Il transmet de l'air du réservoir de la semi-remorque aux cylindres de frein au moment du freinage. Cette partie du relais fonctionne de la même façon que la valve relais étudiée précédemment. Il permet également un desserrage rapide des freins de la semi-remorque.

Tracteur et semi-remorque attelés



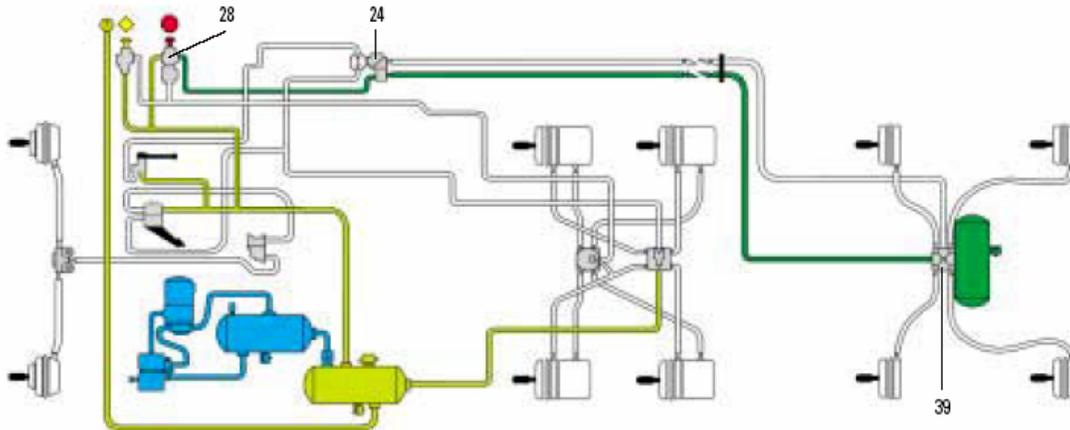
2. Il permet, en cas d'urgence, d'appliquer la pression d'air du réservoir de la semi-remorque aux freins. Ceci se produit automatiquement en cas de rupture ou de débranchement des canalisations d'air entre le tracteur et la semi-remorque ou de perte d'air dans les réservoirs principaux. La rupture d'une canalisation de service n'entraînerait pas un freinage d'urgence de la remorque sans que le conducteur n'ait activé les freins, mais il y aurait une perte rapide de l'air comprimé du circuit. Par ailleurs, le conducteur peut actionner le clapet d'alimentation de la remorque (28) logé dans la cabine pour serrer les freins de la remorque en cas d'urgence.

3. Le relais de secours est équipé d'un clapet unidirectionnel qui empêche l'air du réservoir de passer en sens inverse.

Dans le schéma de la page suivante, le compresseur avait élevé la pression du réservoir principal au maximum. Le conducteur a ouvert le clapet d'alimentation de la remorque (28) pour envoyer l'air comprimé du réservoir principal à la semi-remorque par l'intermédiaire du clapet de protection de la remorque (24). L'air comprimé passe par le relais de secours (39) et arrive au réservoir

de la remorque. La pression s'y accumule jusqu'à ce qu'elle atteigne la même valeur que celle des réservoirs principaux du tracteur. C'est ce qu'on appelle la « mise sous pression » du circuit de la semi remorque. Le clapet d'alimentation de remorque reste ouvert lorsque la pression atteint une valeur d'environ 90 lb/po², selon le modèle.

Mise sous pression du circuit de la semi-remorque



Ce schéma et le schéma suivant indiquent simplement les organes et les canalisations de frein actionnés par le conducteur selon qu'il utilise la commande au pied ou la commande manuelle.

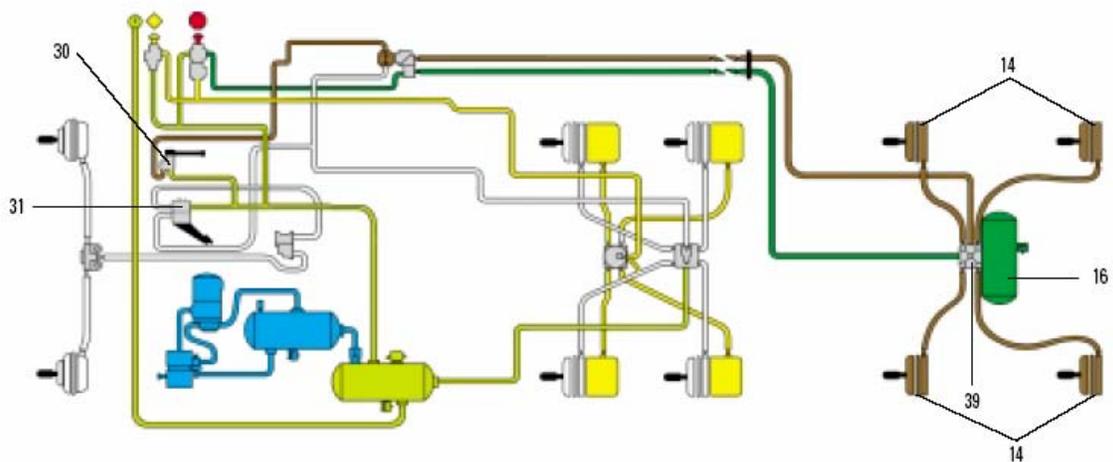
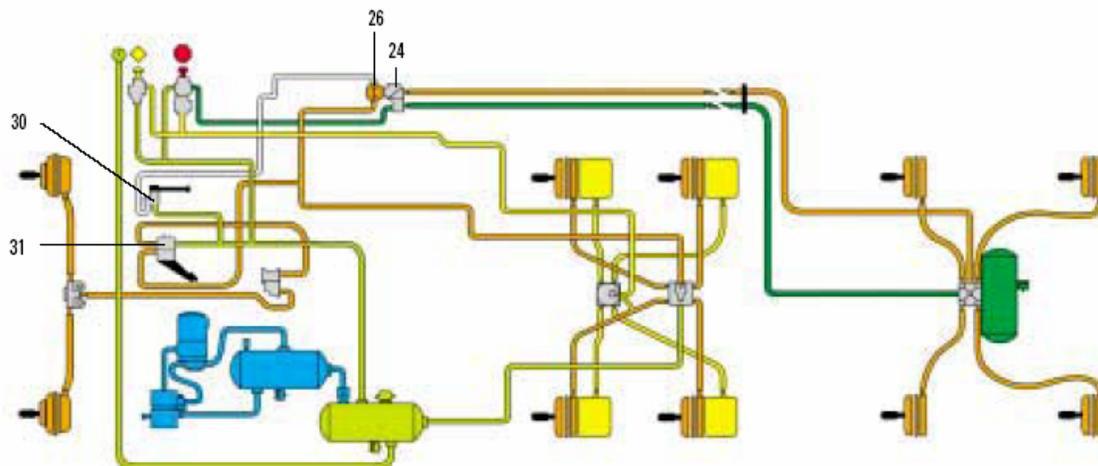
- Commande au pied en orange (31)
- Commande manuelle en brun (30)

L'orange et le brun indiquent le chemin parcouru par l'air mais ne montrent pas où en est la source.

L'air comprimé agit simultanément sur les freins du tracteur et de la semi-remorque.

Comme on l'a déjà vu, le clapet bidirectionnel (26) bascule et l'air est envoyé à la canalisation de service par l'intermédiaire du clapet de protection du tracteur (24). Si le conducteur relâche la commande au pied et actionne la commande manuelle, le va-et-vient du clapet bidirectionnel bascule et l'air comprimé n'actionne que les freins de la semi-remorque.

Freinage au pied ou freinage manuel



L'air comprimé provenant de la commande au pied ou de la commande manuelle parcourt la canalisation de service et actionne le relais de secours (39). Sous l'effet de cette pression, le relais dirige l'air provenant du réservoir de la semi-remorque (16) vers les cylindres de frein de la semi-remorque (14). La pression envoyée par le relais de secours vers les cylindres de frein de la semi-remorque est la même que celle envoyée vers les cylindres de frein du tracteur. Dans ce genre de système, on parvient à minimiser le temps de réaction des freins grâce au réservoir de la remorque et au relais de secours.

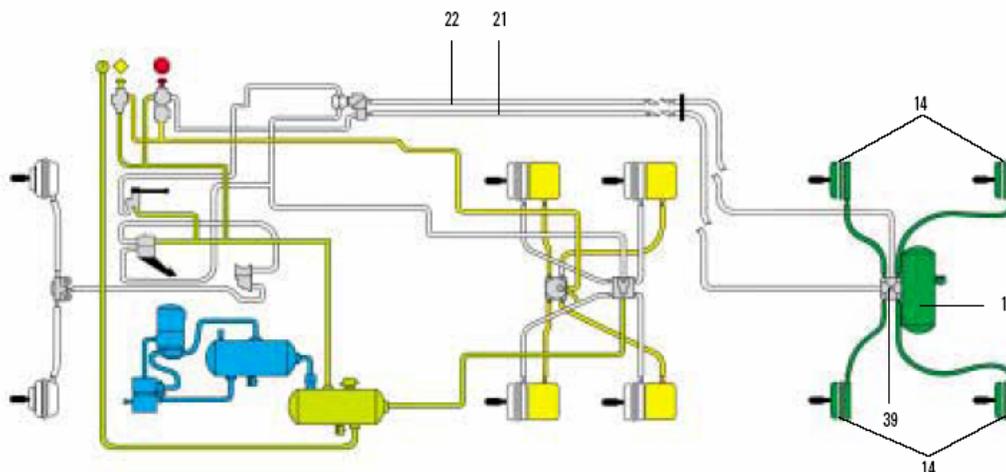
Lorsque le conducteur relâche la commande au pied, il interrompt l'écoulement de l'air. Les mécanismes de relais reprennent leur position initiale et coupent ainsi l'arrivée d'air comprimé. L'air comprimé qui se trouve dans les cylindres de frein est évacué par les orifices d'échappement, ce qui permet le desserrage des freins. Dans un système de ce genre, le desserrage des freins de tracteur et de semi-remorque se fait rapidement.

Attention : Il ne faut jamais utiliser les freins de la semi-remorque pour retenir un véhicule à l'arrêt sans le surveiller. Une perte de pression pourrait provoquer le desserrage complet des freins. Il faut toujours serrer les freins de stationnement.

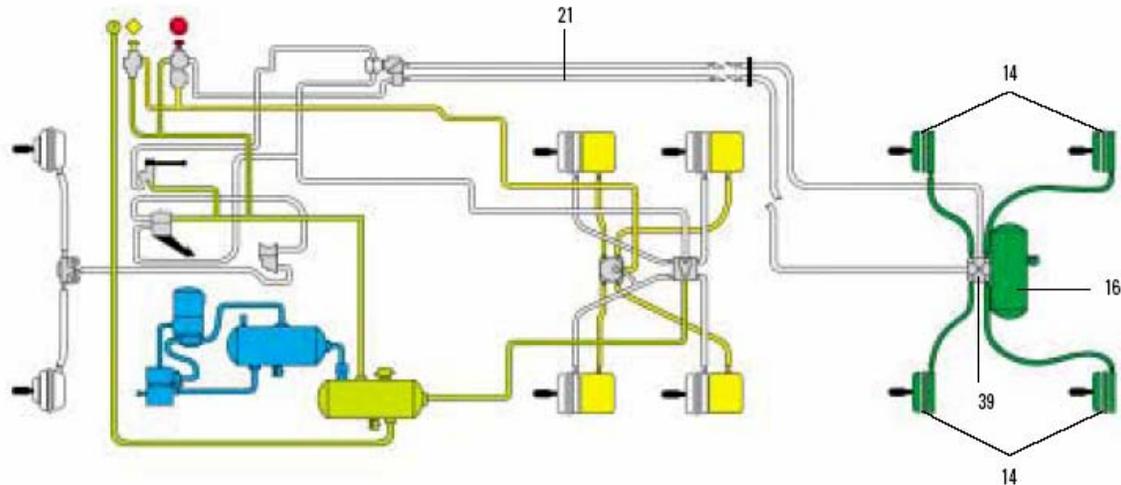
La séparation du tracteur et d'une semi-remorque non équipée de freins à ressort entraîne une rupture entre la canalisation de service (22) et la canalisation d'alimentation (21). La perte soudaine de pression d'air dans la canalisation d'alimentation déclenche le relais de secours (39) qui permet à l'air se trouvant dans le réservoir de la semi-remorque (16) de s'écouler directement dans les cylindres de frein de la semi-remorque (14). Cela déclenche le freinage de secours par serrage des freins de la semi-remorque. La perte de pression dans la canalisation d'alimentation entraîne aussi la fermeture automatique du clapet d'alimentation de remorque. Il est encore possible d'actionner les freins du tracteur sans provoquer de perte d'air parce que le système de protection du tracteur protège celui-ci.

Les freins de la semi-remorque restent serrés jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de la semi-remorque et dans les canalisations soit épuisée ou que la canalisation d'alimentation soit réparée et que l'on puisse remettre le circuit sous pression.

Freinage de secours



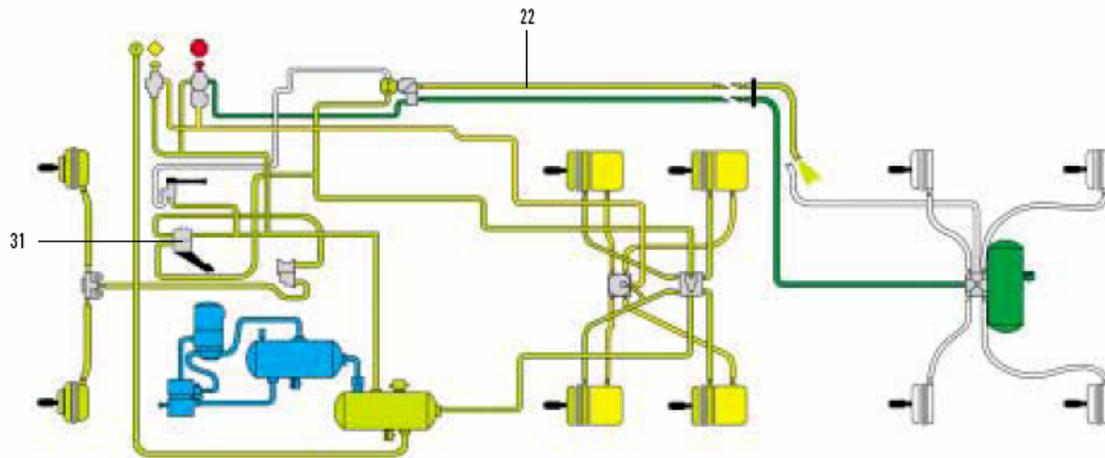
La rupture de la canalisation d'alimentation (21) ou le débranchement des coupleurs rapides de cette canalisation entraîne les mêmes résultats que dans l'exemple précédent.



En cas de rupture ou de débranchement de la canalisation de service (22), rien ne se passe jusqu'à ce que le conducteur freine avec la commande au pied ou la commande manuelle. L'évacuation de l'air comprimé de la canalisation de service se traduit par une chute rapide de la pression dans les réservoirs principaux du tracteur. Cette chute de pression finira par entraîner la fermeture du système de protection du tracteur, ce qui évacue l'air de la canalisation d'alimentation de la semi-remorque. Cela déclenche le freinage de secours par serrage des freins de la semi-remorque. Il est à noter que toute défaillance qui provoque une importante chute de pression du circuit du tracteur sera signalée au conducteur par l'intermédiaire de l'indicateur de basse pression.

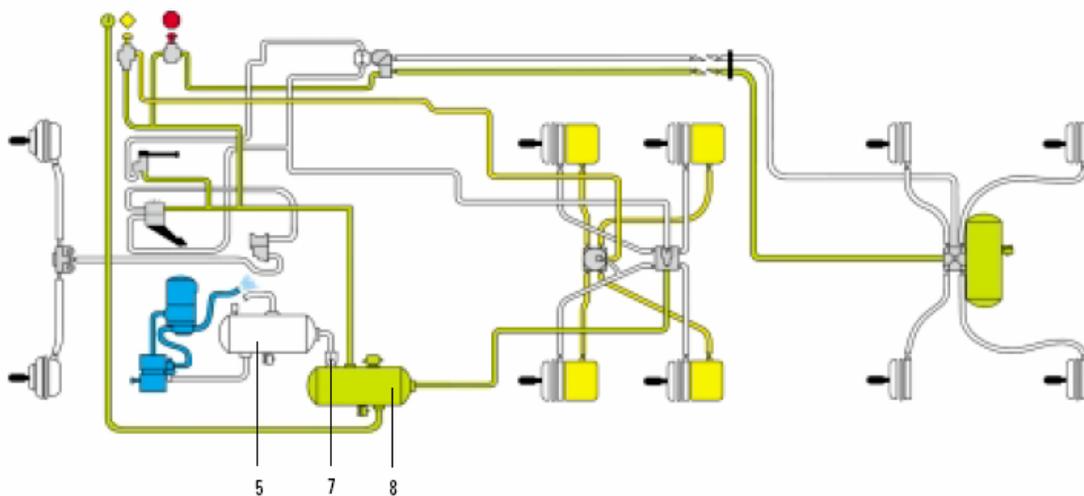
Dans le schéma suivant, on voit une rupture de la canalisation de service (22) et le conducteur a freiné avec la commande au pied (31). Les freins du tracteur demeureront serrés, mais la semi-remorque n'aura aucune capacité de freinage. Si les freins demeurent serrés, la pression d'air dans le circuit du tracteur descendra à un niveau dangereusement bas et puis le système de protection du tracteur mettra les freins de la semi-remorque en mode freinage de secours.

Rupture de la canalisation de service (de commande)



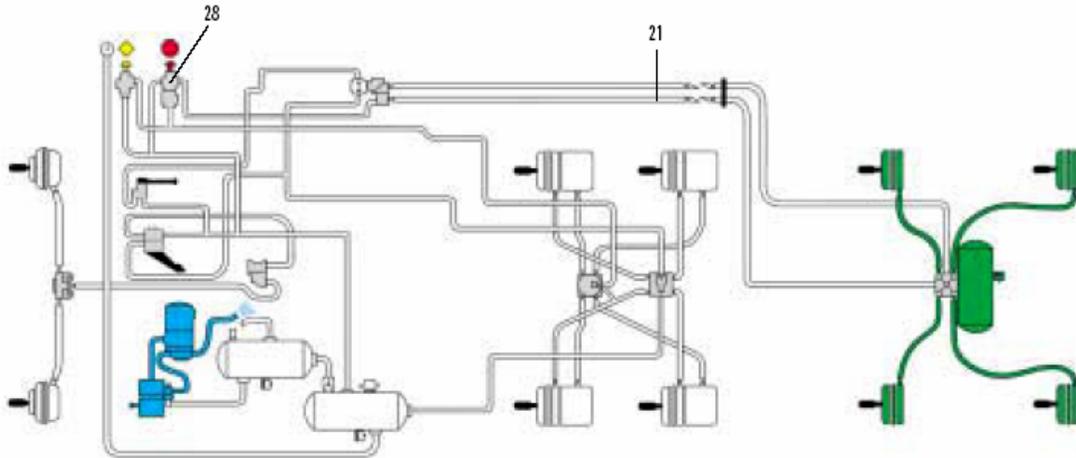
La rupture de la canalisation de décharge du compresseur entraîne une perte de pression dans le réservoir humide. Lorsque la pression du réservoir humide (5) du tracteur baisse en dessous du niveau d'alarme, par suite d'une panne du compresseur ou d'une fuite excessive dans le circuit du tracteur, les dispositifs d'alarme se déclenchent. Dans le circuit illustré, le clapet unidirectionnel (7) a empêché l'air du réservoir sec (8) de retourner dans le réservoir humide et dans la canalisation rompue.

Perte de pression dans le réservoir principal



Il y a suffisamment d'air comprimé dans le réservoir sec pour assurer un certain nombre de freinages avant le serrage des freins de stationnement. (Tout dépend de la façon dont les freins de stationnement sont raccordés au circuit).

Perte de pression dans le réservoir principal



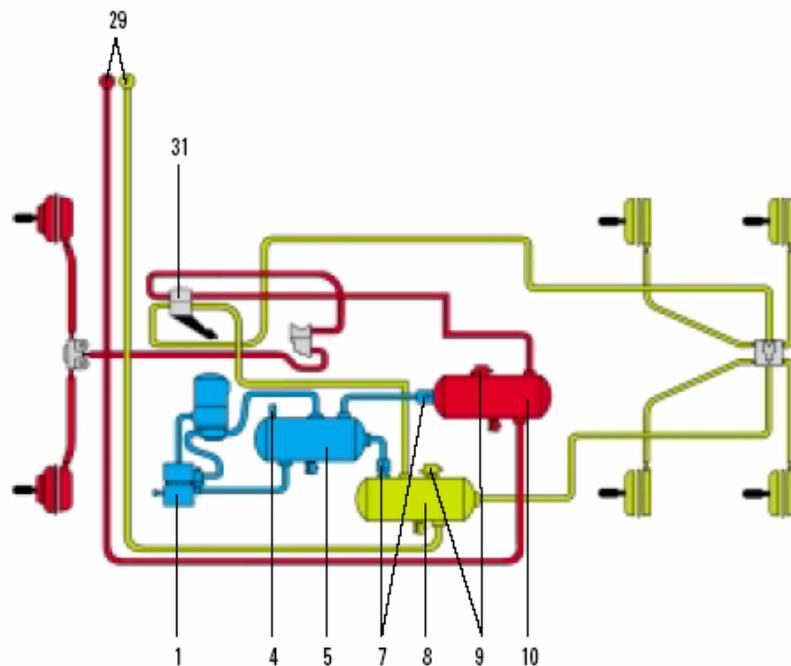
Dans ce schéma, la pression a baissé à un niveau situé entre 45 et 20 lb/po² et le système de protection du tracteur s'est fermé automatiquement, mettant ainsi les freins de la semi-remorque en position d'urgence. De plus, la pression d'air du circuit des freins de stationnement à ressort a été relâchée, ce qui a eu pour résultat de les activer.

Le système de protection du tracteur correspond à un tracteur équipé d'un clapet d'alimentation de remorque (28) monté dans la cabine qui se ferme automatiquement quand la pression de la canalisation d'alimentation (21) baisse à moins de 45 à 20 lb/po². Ce clapet peut également être fermé manuellement.

Les véhicules poids lourds possèdent à l'heure actuelle des systèmes doubles de freins à air comprimé. Ces systèmes ont été mis au point pour permettre l'installation de freins de stationnement à ressort pouvant être actionnés en cas de défaillance des freins. On peut également installer un système de modulateur de frein à ressort qui maintient l'équilibre en cas de défaillance dans un des circuits. Il s'agit, en effet, de deux systèmes de freinage en un, avec une augmentation de la capacité des réservoirs qui améliore donc le niveau de sécurité du système. De prime abord, le système jumelé pourrait paraître compliqué. En revanche, si vous avez réussi à comprendre le système simple de freins à air comprimé décrit auparavant et si les fonctions de base du système jumelé vous sont expliquées séparément, la tâche devient simple.

Comme son nom l'indique, le système double comprend deux systèmes ou circuits en un. Il y a différentes façons de séparer les deux parties du système. Sur un véhicule à deux essieux, un circuit commande l'essieu arrière et l'autre l'essieu avant. En cas de défaillance dans un circuit, l'autre est isolé et continue à fonctionner.

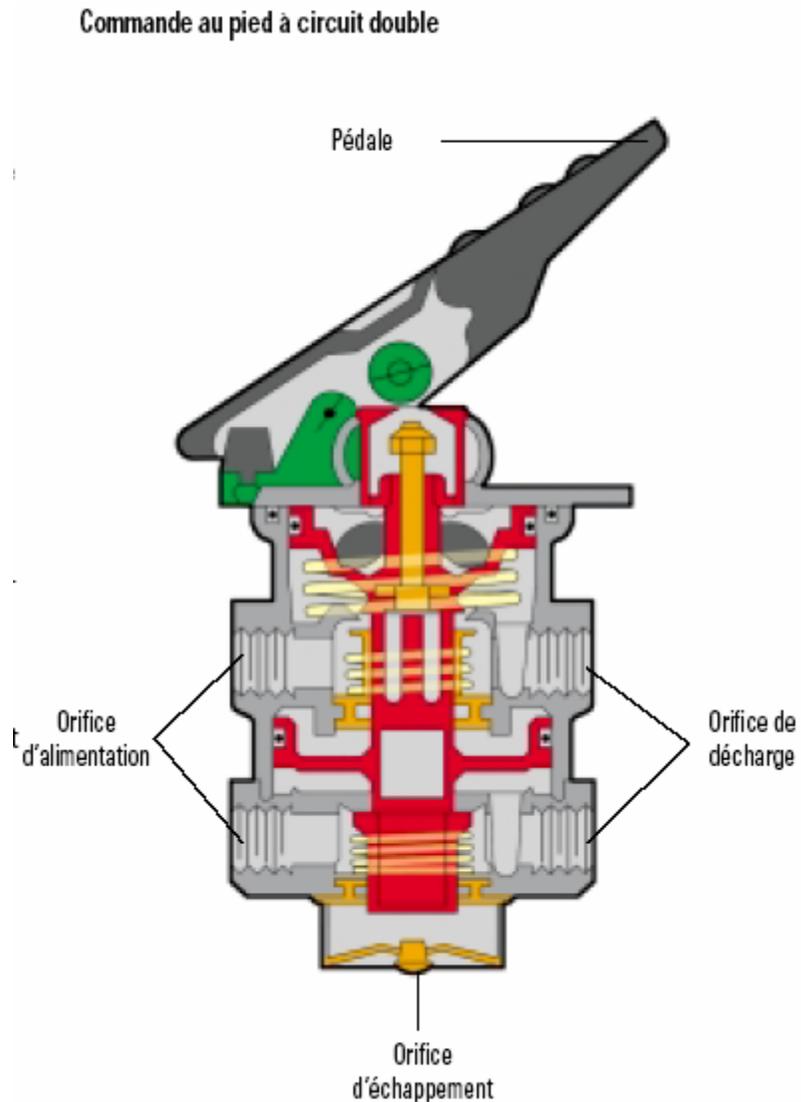
Un système double de freins à air comprimé



Dans le schéma, l'air est pompé par le compresseur (1) réservoir humide (5) (bleu) qui est protégé contre la sur pressurisation par une soupape de sûreté (4). L'air sous pression passe du réservoir humide aux réservoirs primaire (8) (vert) et secondaire (10) (rouge) au moyen de clapets unidirectionnels (7). C'est à cet endroit que commence le circuit double.

L'air provenant du réservoir primaire est envoyé à la commande au pied (31). Celle-ci reçoit également l'air envoyé par le réservoir secondaire.

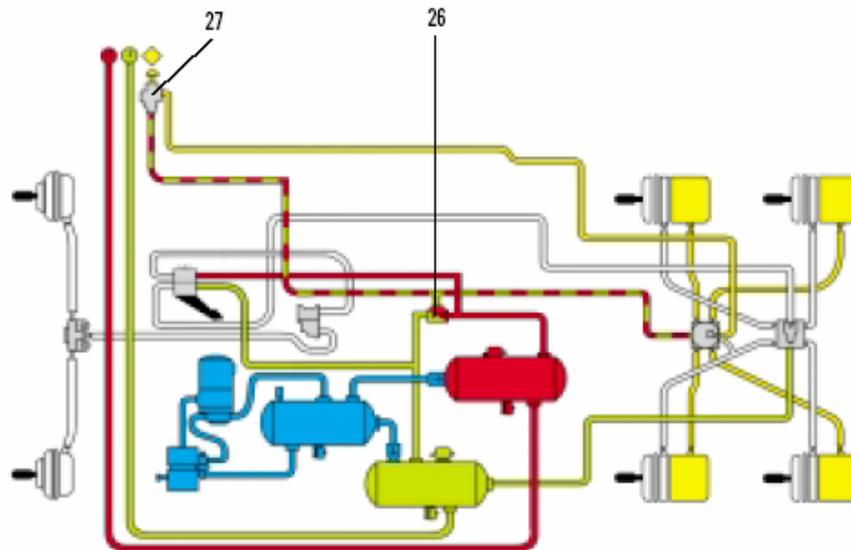
La commande au pied ressemble à celle qui a été présentée sur les systèmes élémentaires de freins à air comprimé, sauf qu'elle a été partagée en deux sections (deux commandes en une). L'une des sections de cette commande au pied double commande le circuit primaire et l'autre le circuit secondaire. Lorsque le conducteur freine, l'air comprimé est enlevé du réservoir primaire grâce à la commande au pied et envoyé aux cylindres de frein arrière. En même temps, dans le réservoir secondaire, il y a également prélèvement d'air comprimé, qui ensuite passe par la commande au pied et parvient aux



cylindres de frein avant. En cas de perte d'air comprimé dans l'un des circuits, l'autre continue à fonctionner indépendamment. Ainsi, à moins qu'il y ait des pertes dans les deux circuits, le véhicule dispose toujours de sa puissance de freinage. Les circuits primaire et secondaire sont équipés d'indicateurs de baisse de pression actionnés par un contacteur (9) et des manomètres (29) montés sur le tableau de bord.

Lorsque l'on pose des freins à ressort dans un système double de freins à air comprimé, on utilise le type de commande de tableau de bord étudié précédemment. On utilise, pour alimenter la soupape de commande (27), de l'air mélangé provenant des circuits primaire et secondaire et amené par le clapet bidirectionnel (26).

Systèmes doubles de freins à air comprimé avec freins de stationnement à ressort

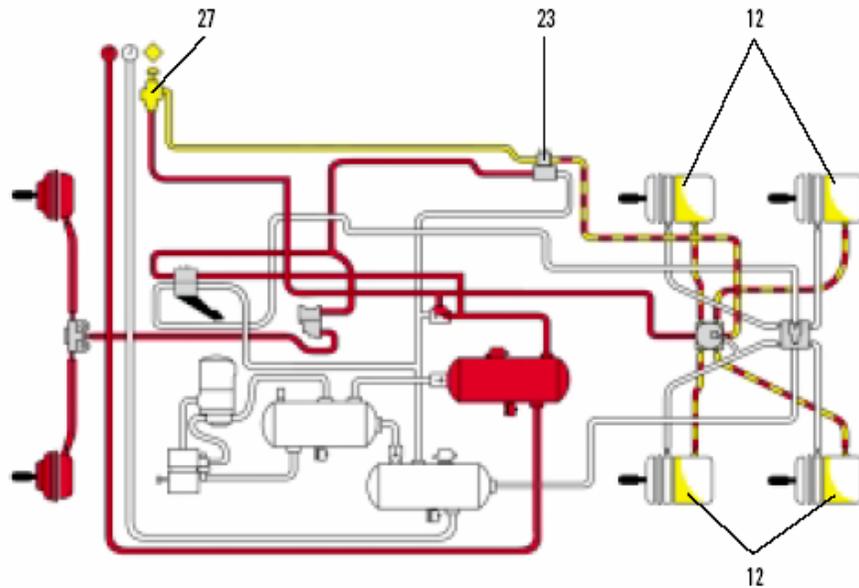


Avec un agencement de ce type, il peut y avoir une défaillance dans n'importe lequel des deux circuits sans provoquer automatiquement le serrage des freins à ressort. Il n'y a application des freins à ressort qu'en cas de pertes d'air comprimé dans les deux circuits.

Dans un système de ce genre, les freins à ressort ont un double rôle : d'abord ils servent de freins de stationnement, et ensuite de système de secours. Si une défaillance se produit dans le circuit primaire (vert) et que le conducteur freine, l'air comprimé envoyé par la commande au pied est dirigé dans une soupape modulatrice de frein à ressort (23). Comme il n'y a pas d'air dans la soupape modulatrice pour maintenir l'équilibre à cause de la défaillance du circuit primaire, la soupape modulatrice évacue alors l'air comprimé du circuit des freins de stationnement à ressort. La quantité d'air dégagée équivaut à la quantité d'air appliquée par la commande au pied. Après le dégagement d'air dans le circuit des freins de stationnement à ressort, l'essieu moteur provoque le serrage des freins avec la pression des freins à ressort (12).

Lorsque les freins sont desserrés, l'air comprimé du circuit secondaire (rouge) remet les freins de stationnement à ressort en position désengagée. L'on peut freiner ainsi jusqu'à ce qu'on ait perdu totalement l'air du circuit secondaire; toutefois, quand la pression baisse au-dessous de 85 lb/po², les freins à ressort ne reviennent plus à la position désengagée, mais commencent à frotter. À approximativement 35 lb/po², la soupape de commande du frein à ressort (27) logée sur le tableau de bord évacue l'air qui reste dans le circuit secondaire; les freins de stationnement à ressort sont alors complètement serrés. Il n'y a qu'une seule méthode pour déplacer le véhicule une fois tout l'air perdu : réparer le circuit endommagé et remettre le système sous pression, ou comprimer le système de freins de stationnement à ressort.

Freins de stationnement à ressort avec soupape modulatrice



Tracteur et semi-remorque attelés avec freins de stationnement à ressort

Le système de freinage est alimenté par de l'air mélangé du tracteur provenant des circuits primaire et secondaire par l'intermédiaire du clapet bidirectionnel dont il a déjà été question.

L'ouverture du clapet d'alimentation de remorque (28) met le système sous pression, ce qui permet à l'air comprimé provenant du tracteur de traverser le clapet de protection du tracteur (24) et la soupape du frein de stationnement à ressort de la remorque (18) pour arriver directement dans les cylindres des freins de stationnement à ressort de la remorque (15). Lorsque l'air arrive, le dispositif de protection de la soupape des freins de stationnement à ressort

de la semi-remorque s'ouvre, laissant ainsi l'air remplir les réservoirs. Les freins à ressort de la semi-remorque ne se desserreront pas avant que la pression des réservoirs de la semi-remorque soit adéquate.

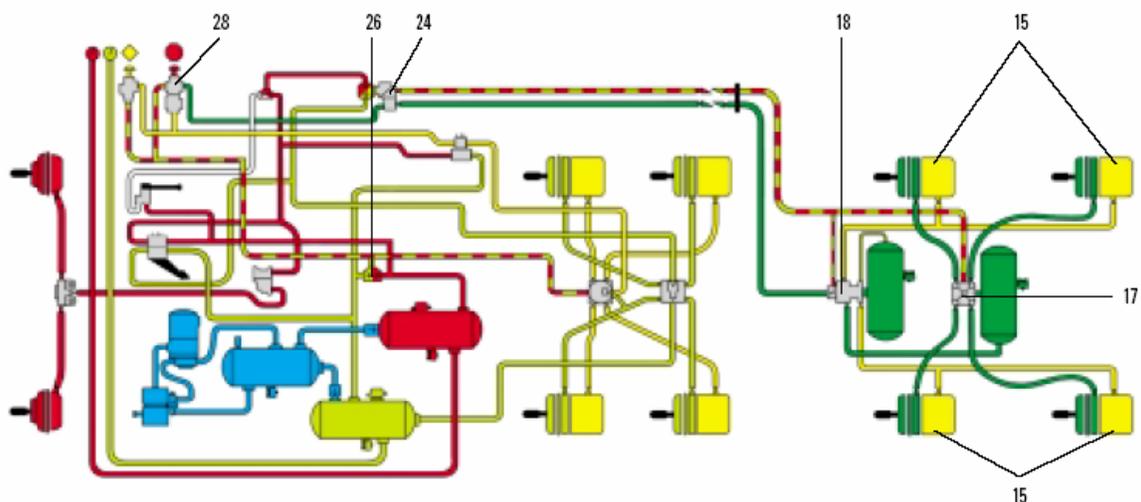
Lorsque le conducteur freine, l'air mélangé actionne la valve relais (17), ce qui envoie de l'air du réservoir de la semi-remorque aux cylindres du frein.

Dans un système double de freins à air comprimé, s'il y a perte d'air dans l'un des circuits, l'autre est isolé par le clapet bidirectionnel (26).

Si le tracteur est accidentellement séparé de la semi-remorque, les canalisations de service et d'alimentation sont débranchées. Cette perte soudaine d'air dans la canalisation d'alimentation provoque la fermeture du clapet de protection du tracteur, ce qui empêche l'air de s'échapper par les raccords débranchés. La réserve d'air du tracteur est ainsi hermétiquement fermée et peut être utilisée pour agir sur les freins du tracteur. Au même moment, à cause de la perte soudaine d'air dans la canalisation d'alimentation, la soupape du frein de stationnement à ressort de la semi-remorque évacue l'air des cylindres de frein de stationnement à ressort de la semi-remorque, ce qui provoque le serrage des freins de la semi-remorque. Pour desserrer ceux-ci, il faut rebrancher les canalisations et remettre sous pression les réservoirs de la semi-remorque.

Une rupture ne touchant que la canalisation d'alimentation reliant tracteur et semi-remorque aura les mêmes effets.

Une rupture de la canalisation de service ne produira aucun effet jusqu'à ce que le conducteur freine. La perte de pression dans le circuit du tracteur entraînera le même serrage d'urgence des freins que dans le cas précédent. Le conducteur pourra toutefois desserrer les freins de stationnement à ressort en relâchant la commande de pied et, après avoir rétabli la pression d'air, ouvrira le clapet d'alimentation.



Pour utiliser les freins de stationnement à ressort, il faut fermer la soupape de commande (27), ce qui entraîne une perte de pression dans la canalisation qui agit sur les freins de stationnement à ressort, comme nous l'avons vu précédemment.

Les anciens et nouveaux modèles de systèmes de tracteur et de semi-remorque sont totalement interchangeables, qu'il s'agisse de systèmes doubles ou élémentaires de freins à air comprimé.

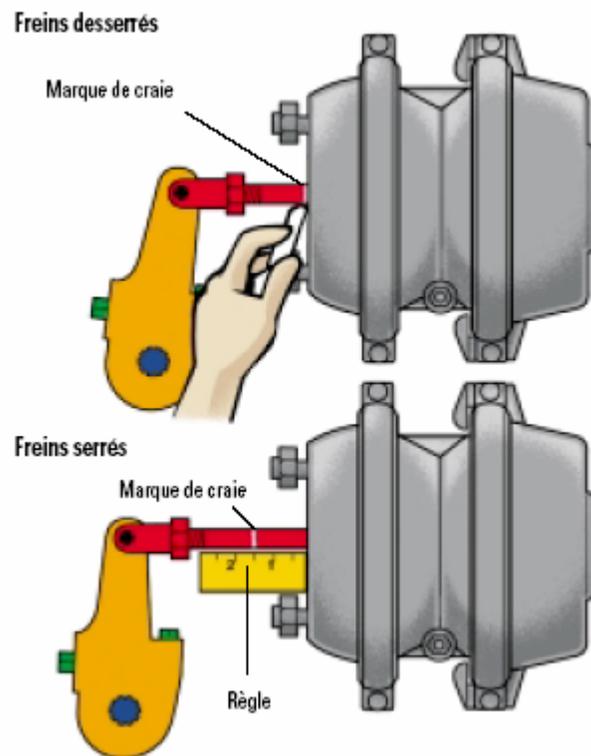
Réglage des freins

Lorsque les freins sont déréglés, trois facteurs réduisent l'efficacité des freins :

1. Le temps de réaction est plus long car il faut une quantité supplémentaire d'air comprimé pour remplir et mettre sous pression le cylindre dont le volume a été augmenté par le prolongement de la course de la biellette.

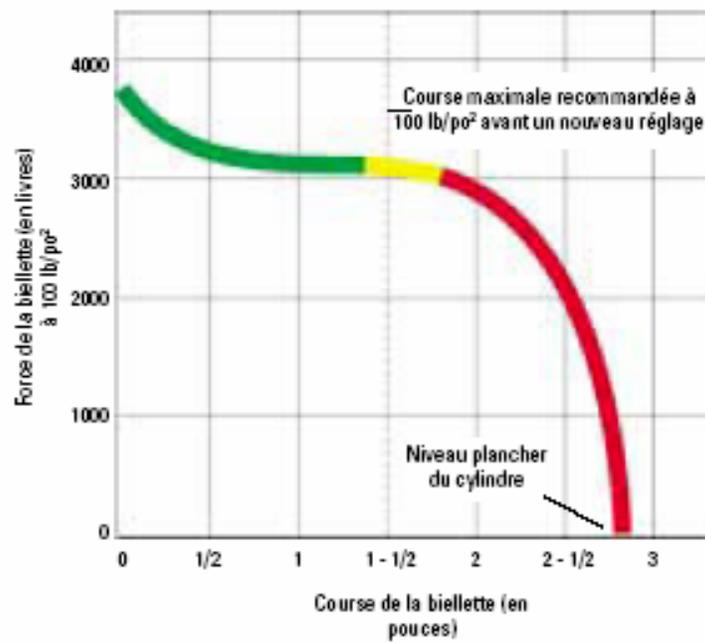
2. L'angle formé par le bras du réglage de jeu et la biellette devient supérieur à 90, ce qui provoque une perte de puissance entre les garnitures et le tambour.

3. L'efficacité des cylindres de frein à membrane chute considérablement si la course dépasse 75 % de la valeur admissible. Dans le cas d'un cylindre de type 30 (30 pouces carrés de la surface utile de la membrane) dont la course est de 2 1/2 pouces, les freins doivent être réglés en vue d'une course de 1 1/2 pouce ou moins. À une pression de service de 100 lb/po², ce cylindre produira une force de 3 000 livres à 1 1/2 pouce de course, mais seulement 2 500 livres de force pour une course de 2 1/4 pouces. Il ne faut pas oublier que lorsque un cylindre touche le fond, la force est réduite à zéro.



Rapport entre la course et la force de la bielle

La force de la bielle demeure constante jusqu'à deux pouces de course. Après deux pouces, la force de la bielle diminue très rapidement.



Réglage des freins à came en S munis de régleurs de jeu manuels

