

# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

**Tout conducteur doit être en mesure de maîtriser et de contrôler à tout moment**

- la vitesse de déplacement de son véhicule en fonction des conditions de circulation, **c'est le rôle du frein de service**
- d'immobiliser son véhicule lors d'un arrêt ou d'un stationnement, **c'est le rôle du frein de stationnement**

### **Action sur la pédale du frein de service**

Lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein, le système de freinage doit :

- **Fournir un travail résistant s'opposant** au déplacement du véhicule en créant un moment résistant s'opposant au mouvement des roues et proportionnel à l'effort de commande exercé sur la pédale de frein par le conducteur

**Pour ne pas affecter la stabilité du véhicule**, les forces de freinage qui résultent des actions roues / sol doivent :

- Etre égales pour les deux roues d'un même essieu
- Etre plus faibles pour les roues arrière que pour les roues avant

**L'énergie cinétique absorbée lors du freinage** sous forme de frottement (plaquettes / disques ou garnitures / tambours) est transformée en énergie calorifique qui se dissipe dans l'atmosphère

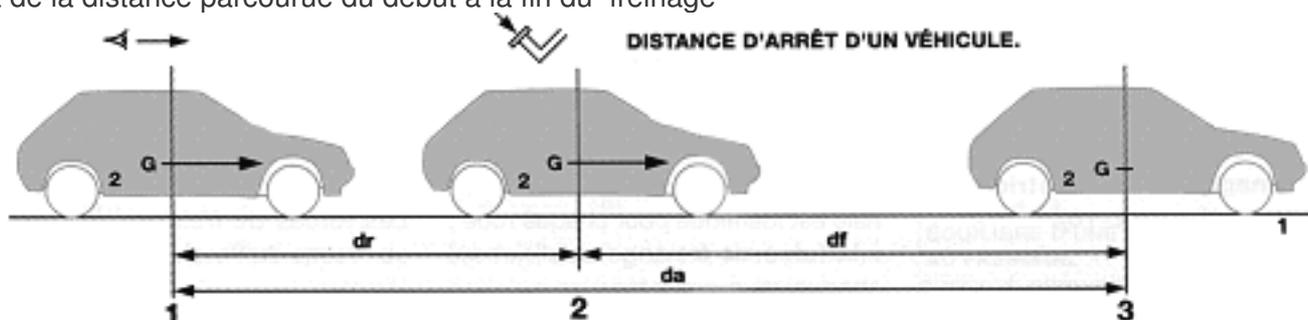
### **Action sur le levier du frein de stationnement**

A partir de l'action du conducteur sur le levier de commande du frein de stationnement, le dispositif de freinage doit immobiliser les roues d'un essieu lorsque le véhicule est à l'arrêt

### **Distance d'arrêt (rappel)**

Le système de freinage doit permettre **la distance d'arrêt** ou de **ralentissement** souhaitée par le conducteur

**La distance d'arrêt** est la somme de la distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur et de la distance parcourue du début à la fin du freinage



1 : Ordre de freinage 2 : Début du freinage (appui sur la pédale) 3 : Fin du freinage (arrêt du véhicule)

$d_r$  : **Distance de réaction**

$d_f$  : **Distance de freinage**

$d_a$  : **Distance d'arrêt**

# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

Pour répondre à la législation Française, depuis juillet 1976, la séparation du système de freinage en **DEUX CIRCUITS INDEPENDANTS** a entraîné la généralisation des **maîtres cylindre Tandem**

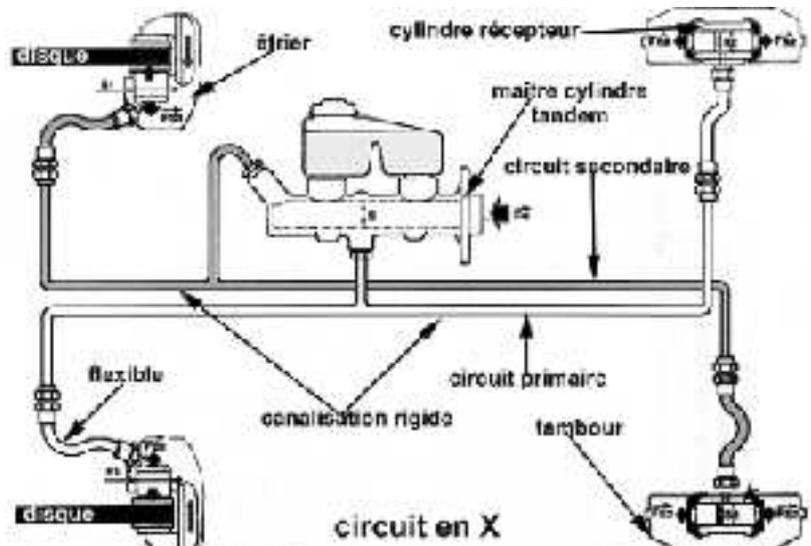
### Le maître cylindre Tandem

Il est constitué de **deux éléments de pompage indépendants**

**Le circuit primaire** est directement commandé par la force issue du pédalier ou du servofrein

**Le circuit secondaire** est commandé par l'action de la pression du circuit primaire et par un ressort précontraint

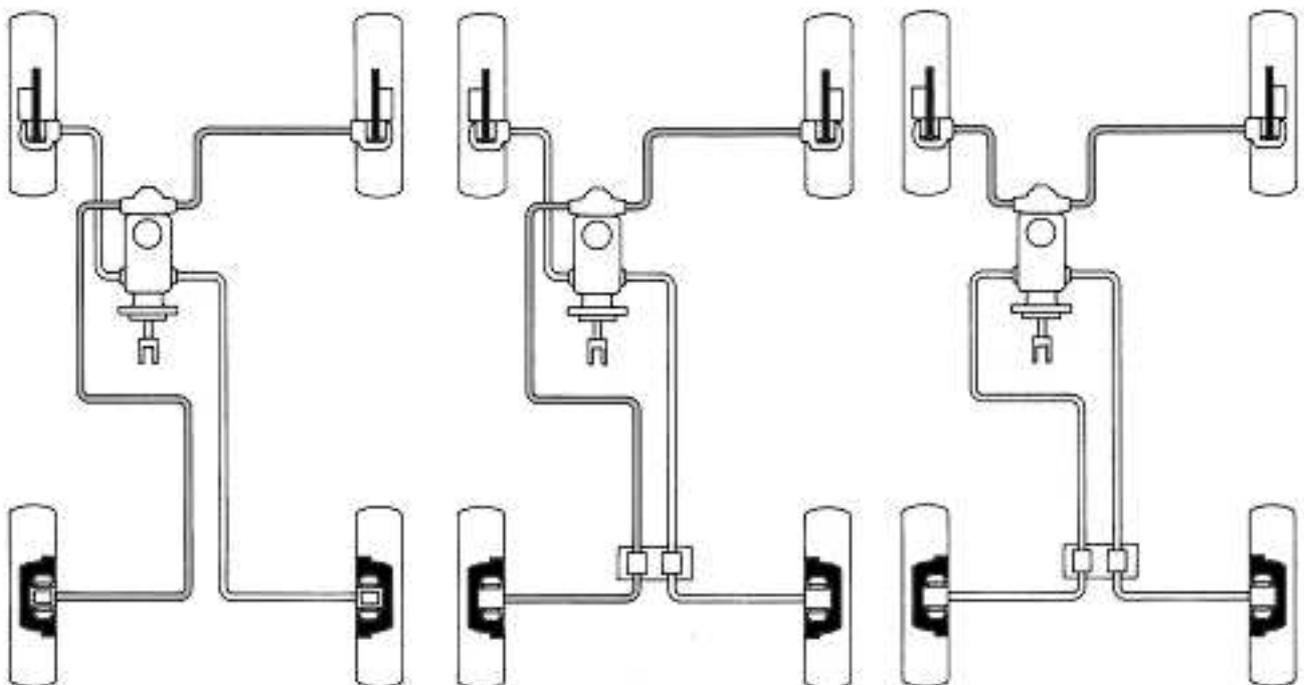
En cas de **défaillance d'un circuit**, l'autre circuit assure le **freinage de deux roues**



La défaillance d'un circuit se traduit par :

- un **allongement de la course** de la pédale de frein et une distance **d'arrêt augmentée**

### Organisation des circuits de freinage, variable suivant les constructeurs



Circuit en X

Circuit en X

circuits AV et AR indépendants

Pour conserver la stabilité du véhicule en cas de défaillance d'un circuit de freinage, si le circuit est en X, le train avant doit être à **déport négatif**

# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

### Composants du circuit

#### 1° La commande

- Le pédalier et la pédale de frein
- le maître cylindre
- le système d'assistance
- le réservoir de liquide de frein
- le liquide de frein

#### 2° Le réseau de canalisations

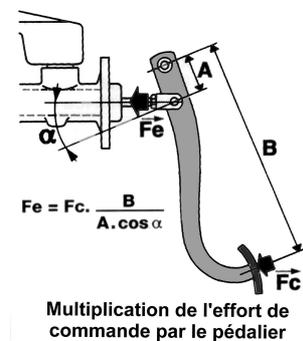
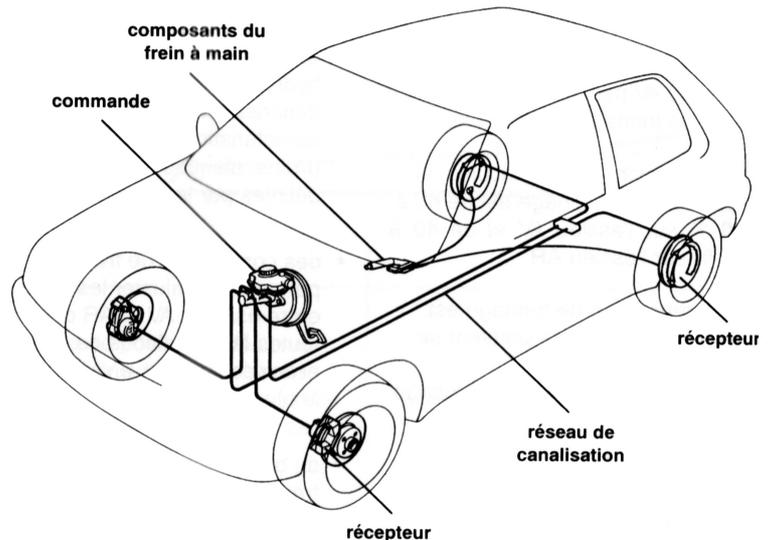
- les canalisations rigides
- les flexibles

#### 3° Les récepteurs

- les étriers de frein (frein à disque)
- les cylindres récepteurs (tambours)
- le correcteur ou le compensateur de freinage

#### 4° Les composants du frein à main

- le levier ou la pédale
- la tringlerie et le dispositif de réglage
- le ou les câbles de commande
- un éventuel dispositif de blocage des roues



### Principe de fonctionnement

- ✓ **La commande transmet aux récepteurs l'effort appliqué par le conducteur** sur la pédale de frein ; cet effort peut être amplifié par un système d'assistance (ex: le Master - Vac)
- ✓ **Le maître cylindre transforme l'effort en pression** par l'intermédiaire d'un piston qui pousse un liquide spécial qui doit satisfaire à des normes spécifiques telles que compressibilité, viscosité, point d'ébullition, point d'inflammabilité, corrosion.

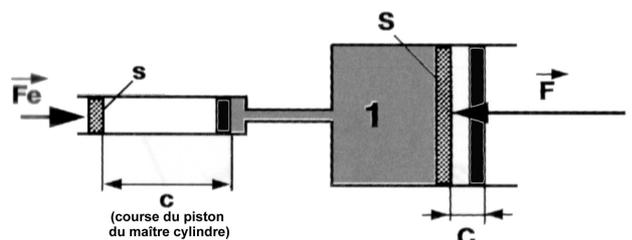
### Principe de la commande hydraulique de freinage (application du principe de Pascal)

#### Le fluide est en équilibre sous l'action:

- ◆ de la force ( $F_e$ ) agissant sur la surface ( $s$ )
- ◆ de la force ( $F$ ) agissant sur la surface ( $S$ )

La pression ( $p$ ) du fluide (1) en tout point du circuit a pour expression:

$$\text{Pression} = \frac{F_e}{s} = \frac{F}{S}$$



**Le rapport des surfaces** des pistons du cylindre récepteur et du cylindre émetteur **permet de multiplier** l'effort de commande ( $F_e$ ) **Force = pression x surface**

La multiplication de la force se fait au détriment de la course

$$\frac{S}{s} = \frac{c}{C}$$

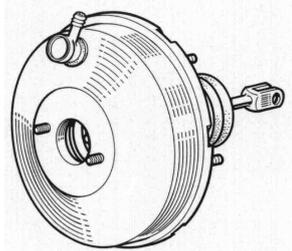
# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

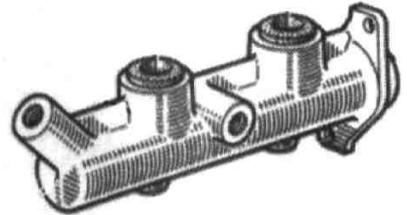
### Composants principaux du dispositif de freinage



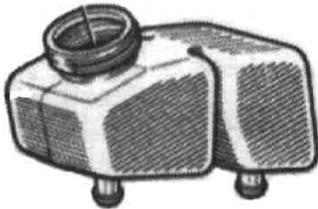
La pédale



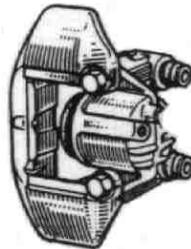
Assistance  
par master-vac



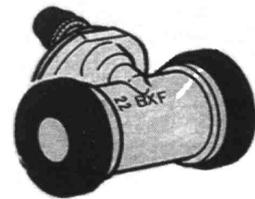
Le maître-cylindre



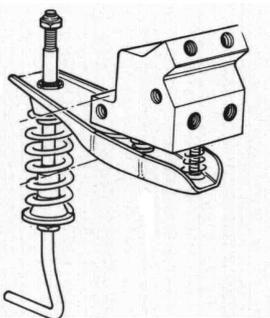
Le réservoir de  
liquide de frein



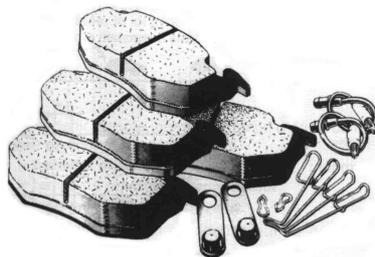
L'étrier pour frein à  
disque



Le cylindre récepteur  
pour frein à tambour



Le correcteur de  
freinage pour les  
roues arrières



Les plaquettes pour  
frein à disque



Un segment de frein  
(mâchoire) pour frein  
à tambour

# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

### Les liquides de frein

#### 1. Généralités

C'est par leur intermédiaire que la pression de sortie du maître-cylindre est communiquée **aux cylindres récepteurs** de chaque roue et / ou **aux pistons des étriers pour les freins à disque**.

Ils ne doivent donc jamais être '**défaillants**', c'est pourquoi ils sont soumis à des normes très sévères.

Malheureusement, ces liquides sont encore trop souvent appelés "huile" de frein alors qu'il est **rigoureusement interdit** de **les remplacer par une huile quelconque** qui attaquerait toutes les pièces en caoutchouc.

**Tous ces fluides de frein** doivent correspondre **aux normes internationales** SAE J 1703, Dot 3 ou Dot 4 ou Dot 5 .....

**Ces normes définissent** rigoureusement **les caractéristiques** d'ébullition, de neutralité chimique, d'incompatibilité avec l'eau, de corrosion, de lubrification et de compatibilité avec les différents composants (surtout les caoutchoucs).

Une particularité essentielle de ces normes est que tous les fluides **de même type sont miscibles (peuvent se mélanger) entre eux**.

Actuellement, les fluides hydrauliques sont des mélanges de glycol (97 à 98 %) et d'agents anti-corrosifs lubrifiants.

**Mais ces liquides de freins sont malheureusement très avides d'eau**. Par exemple, si un liquide neuf a un point d'ébullition de 290 ° C (teneur en eau inférieure à 0,05 %), ce même liquide contenant 3 % d'eau voit sa température d'ébullition tomber à 150 ° C.

**L'eau indésirable arrive** par le trou de mise à pression atmosphérique du réservoir de liquide. Le niveau de ce réservoir variant lors du freinage, il y a un contact permanent entre l'humidité de l'air et la surface du liquide. Le fluide se charge aussi d'humidité à travers les tuyauteries caoutchouc du circuit de frein, par l'effet de diffusion.

**Cet apport d'eau dans le liquide de frein est un grave inconvénient**, car si le point d'ébullition du liquide tombe à 150 ° C, il y a risque de formation de vapeur d'eau dans le circuit (vapor-lock) et **le freinage risque de devenir inexistant car la pédale s'approche du plancher**.

**la vapeur**, contrairement aux liquides **est compressible** et de ce fait, sous l'action de la pédale elle ne peut transmettre instantanément et intégralement la pression initiale aux organes de commandes.

**Le vapor-lock se produit toujours dans les cylindres de roues ou dans les cylindres récepteurs** de freins à disque qui reçoivent une partie de la chaleur dégagée par le freinage.

**Pour éviter** l'abaissement exagéré du point d'ébullition, il est **nécessaire de vidanger** complètement le circuit de freinage en **suivant les recommandations du constructeur**.

# LE FREINAGE DU VEHICULE

## Principe - Réalisation

### 2. Les différents types de fluides ou liquides de frein

Les fluides qui correspondent **aux normes internationales SAE J 1703 Dot 3 ou 4 ou 5** ....sont des **liquides de synthèse**

**Certains Constructeurs ont trouvé ces caractéristiques inadaptées** aux applications qu'ils en demandent et ont fabriqué d'autres liquides

**La marque CITROËN** utilise un liquide minéral qui répond à d'autres caractéristiques et qui garde notamment ses propriétés après passage dans **la pompe haute pression du dispositif de suspension, de direction et de freinage.**

Le liquide minéral **employé par CITROËN** est **un liquide de couleur verte appelé L.H.M** ( liquide hydraulique minéral)

**En aucun cas un liquide de synthèse et un liquide minéral ne doivent être mélangés car ils ne sont pas miscibles entre eux.**

**Ce mélange détériorerait l'ensemble du circuit de freinage par attaque chimique des pièces en caoutchouc.**

### 3. Un peu d'Histoire

**Les premiers véhicules automobiles** étaient équipés de systèmes mécaniques de commande de freinage. Ces systèmes, composés de tringles et de tiges d'actionnement, présentaient l'inconvénient d'être difficilement équilibrables de telle sorte que les véhicules déviaient de leur trajectoire lors du freinage.

**Au milieu des années 20**, un ingénieur écossais Sir Malcom Loughheed présenta à la Society of Automobile Engineers le concept de la commande hydraulique.

**Selon le principe de Pascal**, elle répartit la pression à l'intérieur du système fournissant un effort identique à chaque roue.

**Les premiers systèmes hydrauliques** comportaient des joints en cuir et l'alcool isopropylique faisait office de liquide de frein. Les problèmes rencontrés mirent en évidence les propriétés idéales d'un liquide de frein.

**Le circuit de freinage est un circuit hydraulique rempli de liquide**, il est chargé de transmettre la pression exercée par le conducteur sur la pédale.

**Suivant l'utilisation**, il doit résister aux contraintes physiques dont il est l'objet. De plus, le liquide pratiquement incompressible qui l'emplit doit correspondre à des caractéristiques bien définies. Enfin, il contribue à faire durer l'étanchéité et la lubrification du circuit.