

Lorsqu'on veut arrêter un organe en mouvement, que ce mouvement soit une translation ou une rotation ou un mouvement complexe, il faut soutirer à cet organe l'énergie cinétique qu'il possède.

Les frottements inhérents à tout guidage feront toujours que, si on cesse de faire agir toute force motrice sur un organe en mouvement, cet organe s'arrêtera de lui-même au bout d'un certain temps. Seulement les résistances passives étant toujours réduites au minimum (graissage, roulements ...), le temps d'arrêt risque d'être fort long. Des raisons d'économie de temps (machines-outils) ou de sécurité (voitures automobiles) s'opposent à un tel délai.

Pour absorber l'énergie mécanique en excédent, on la transforme généralement en chaleur. L'organe opérant cette transformation est appelé un frein.

## I – ROLE D'UN FREIN

Le rôle d'un frein est de ralentir et/ou d'arrêter le mouvement d'un mécanisme dans les meilleures conditions, c'est à dire :

**Efficacité** (dans un temps court et sur une distance minimale) pour un véhicule

**Stabilité** (avec une conservation de la trajectoire du véhicule)

**Progressivité** (avec un freinage proportionnel à l'effort)

## II – CONSTITUTION SCHEMATIQUE D'UN FREIN

Un frein comprend schématiquement :

- deux surfaces pouvant venir en contact, chacune d'elles solidaire de l'un des deux éléments dont on veut faire cesser le mouvement relatif. L'une de ces surfaces est munie d'une garniture à fort coefficient de frottement, genre **ferrodo**.

Pour que la longueur sur laquelle se fait le freinage ne soit pas limitée, et pour que l'organe reste de faibles dimensions, la surface mobile est toujours animée d'un mouvement de rotation.

- un système produisant l'effort normal et le transmettant aux surfaces.

## III - CARACTERISTIQUES D'UN FREIN

- Un frein est **puissant** si à faible énergie de commande correspond un couple de freinage important.
- Un frein est **régulier** si le couple de freinage est proportionnel à l'effort de commande.  
La puissance et la régularité sont deux caractéristiques d'un frein dépendant de son système de commande. Elles varient en sens inverse.
- On dit qu'un frein est **réversible** lorsque le couple de freinage est indépendant du sens de rotation.

## IV – DIFFERENTS TYPES DE FREINS

### 4.1 - FREINS A SABOTS

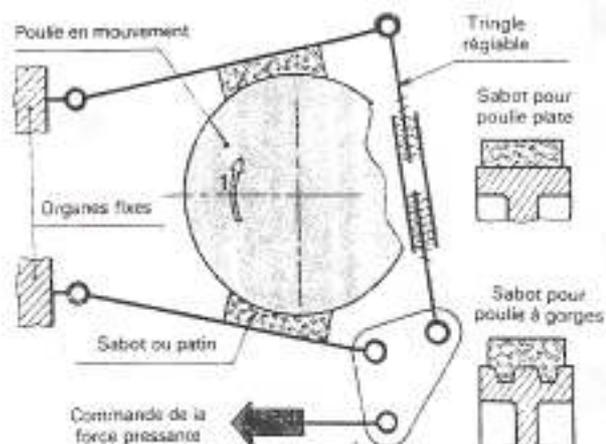
Les freins à sabot sont aussi appelés freins à patins. Les plus courants sont à deux sabots.

Un ou deux sabots solidaires d'un levier est ou sont appliqués fortement contre l'élément à freiner qui est soumis :

- A un effort normal  $N$  provoquant une flexion de l'arbre porte poulie
- A un effort tangentiel  $T$

Le couple résistant développé par le frottement d'un ou de deux sabots est fonction :

- de l'effort presseur  $F$
- du coefficient de frottement poulie / sabot
- du rayon  $R$  du tambour

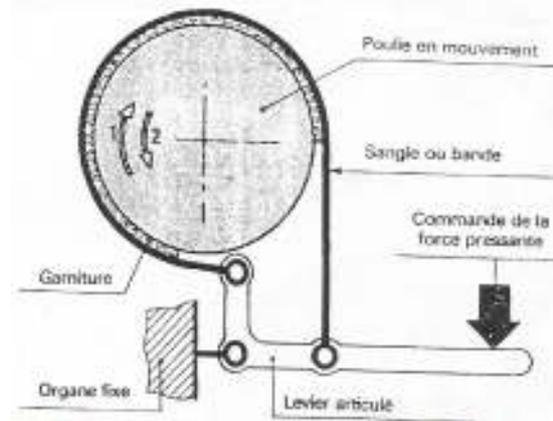


## 4.2 - FREINS A SANGLE

Ils sont aussi appelés freins à bande ou à enroulement.

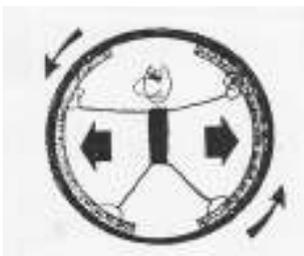
Une bande flexible appliquée sur un tambour qui tourne fait apparaître par frottement un couple résistant dont la valeur est fonction :

- de l'effort presseur  $T$  s'opposant au déplacement du tambour
- du coefficient de frottement  $f$  garniture/ tambour
- du rayon  $R$  du tambour

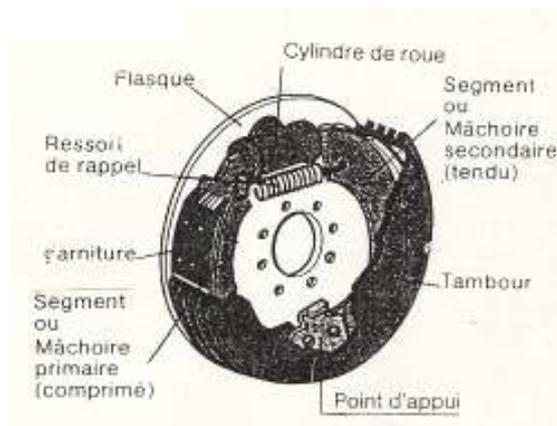


## 4.3 - FREINS A TAMBOUR ( ou freins à mâchoires )

### Principe



### Composition



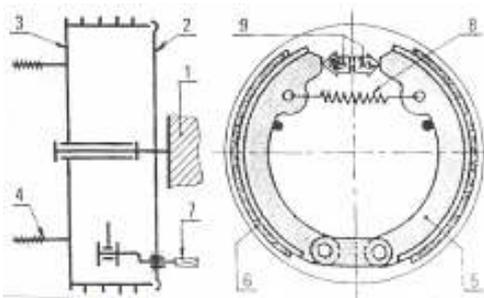
**Élément solidaire de la roue : TAMBOUR**

**Éléments solidaires**

**du châssis : FLASQUE, CYLINDRE, MACHOIRE, SEGMENTS.**

**Éléments de rappel : RESSORT**

Le tambour est généralement en fonte et porté par le moyeu qui entraîne la roue. A l'intérieur du tambour, mais retenues contre un plateau fixe boulonné à une partie non tournante de l'essieu, deux mâchoires, garnies d'un matériau de friction, peuvent être écartées.

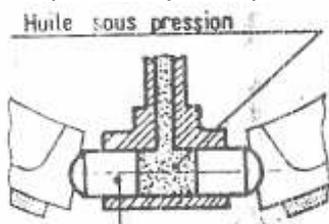


Deux segments articulés autour des points fixes sont appliqués sur la surface intérieure d'un tambour. Par frottement apparaît un couple résistant dont la valeur dépend :

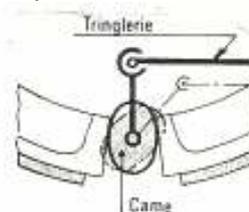
- de l'intensité des efforts aux extrémités des mâchoires  $F$
- du coefficient de frottement  $f$  garniture / tambour
- du rayon  $R$  du tambour

L'autre extrémité peut être poussée :

- Hydrauliquement, par un piston.



- Mécaniquement, par une came.

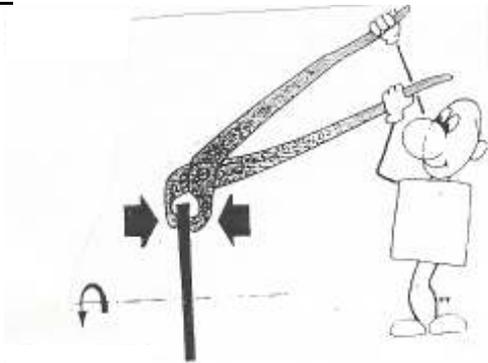


## Critiques des freins à tambour

- La chaleur due au frottement est difficile à évacuer. L'échauffement déforme le tambour et les segments; le freinage devient moins efficace.
- Le freinage est très puissant pour un effort modéré sur la pédale de frein.

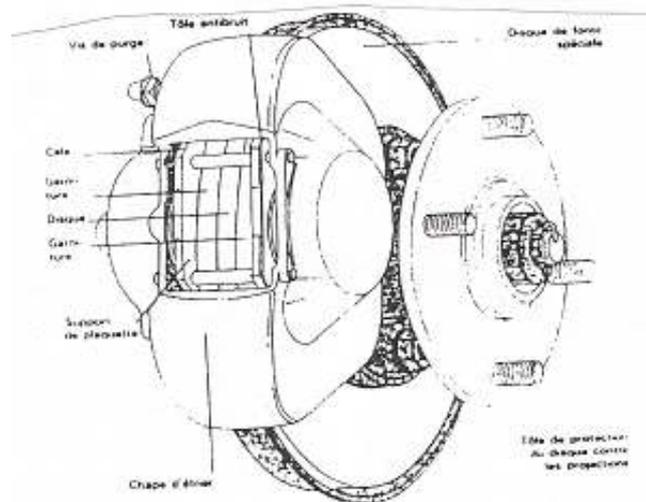
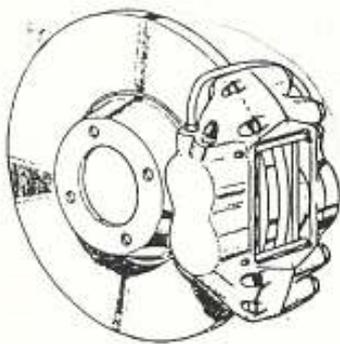
## 4.4 - FREINS A DISQUE ( ou freins à pistons )

### Principe



Un frein à disque comporte un disque de fonte spéciale qui tourne avec la roue. Il est chevauché par un étrier en U qui porte deux plaquettes recouvertes d'une matière à haut coefficient de frottement. Quand les freins sont actionnés un ou plusieurs cylindres contenant chacun un piston mobile appliquent les plaquettes contre le disque. Celui-ci est freiné, ainsi que la roue. Le principe est très voisin de celui d'un frein de bicyclette

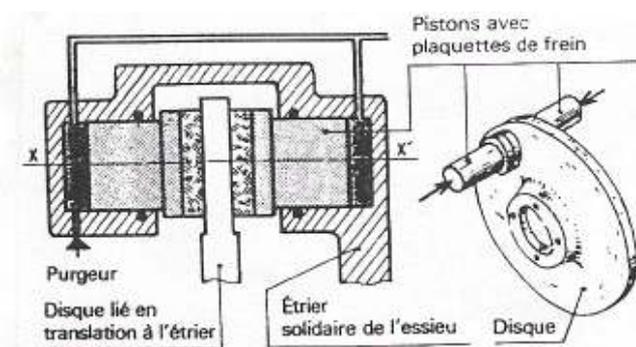
### Composition



Élément solidaire de la roue : **DISQUE**  
Éléments solidaires du châssis : **CHAPE, PLAQUETTE, ETRIER.**  
Éléments de rappel : **VOILE DU DISQUE, JOINT D'ETANCHEITE**

Il existe deux type de montage

### 1. Le montage rigide

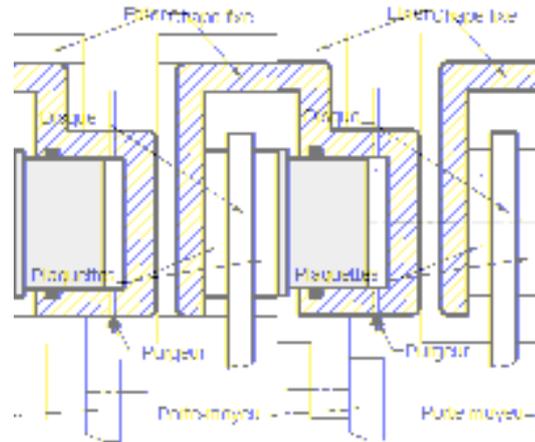


Deux pistons opposés appliquent chacun une plaquette sur le disque. Dans tous les cas le rappel des plaquettes est effectué par le voile du disque ; celui des pistons est effectué par les joints d'étanchéité.

## 2. Les montages flottants

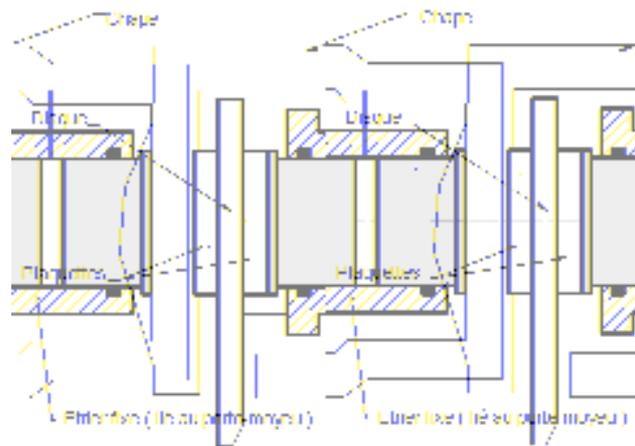
### L'étrier flottant : le plus répandu

Dans un premier temps la pression du liquide pousse le piston contre le disque.  
Dans un deuxième temps, le piston ne pouvant plus avancer, c'est l'étrier qui, guidé par la chape, se déplace en sens contraire, de manière à amener la deuxième plaquette en contact avec le disque



### Chape flottante

L'étrier solidaire du porte-moyeu dispose de deux pistons.  
Le piston de gauche agit directement sur le disque par sa plaquette.  
Le piston de droite agit sur la plaquette de gauche solidaire de la chape en déplaçant celle-ci vers la droite.



### Conclusion freins à disque / freins à tambour

Comme le disque est très exposé au flot d'air dû au déplacement de la voiture, la chaleur est dissipée beaucoup plus vite que dans un tambour freiné. L'eau projetée sur les disques est également éliminée plus vite. C'est pourquoi un frein à disque retrouve plus vite son efficacité qu'un frein à tambour.

Les voitures de compétition ou à hautes performances, dont les disques pourraient surchauffer, sont équipées de disques ventilés par des orifices placés entre les surfaces de friction. Le flot d'air passant au centre du disque le maintient à une température acceptable même dans les conditions les plus dures.

Généralement un protecteur en tôle est prévue coté intérieur pour éviter au disque d'être arrosé par les projections d'eau soulevées par la roue opposée. Sans cette protection, les plaquettes intérieures s'useraient beaucoup plus vite sur une face soumise à la boue et à la rouille.

La garniture de friction est collée sur un support. Des épingles traversant l'étrier et les plaquettes maintiennent celles-ci en place et des ressorts d'appui placés entre les plaquettes et les épingles empêchent les plaquettes de venir lécher les disques lorsque les freins sont relâchés, et de produire des sifflements.

En général, les plaquettes sont plus faciles à vérifier et à changer que les mâchoires.

Les joints d'étanchéité sont retenus dans une gorge usinée dans le cylindre. Quand le piston est poussé, il glisse dans le cylindre en entraînant légèrement le joint. Au retour, le joint tire légèrement le piston en arrière.

La mâchoire vient ainsi frotter contre la surface interne du tambour lorsque la pédale est pressée. La commande de frein aura pour rôle d'écarter les segments et de mettre « au contact » les garnitures avec le tambour.

Le rappel est effectué par le ressort :

Lorsque la pression est relâchée, des ressorts de rappel placés entre les mâchoires, les écartent du tambour et le roue peut tourner librement.

La manière dont les mâchoires sont appliquées contre le tambour détermine la puissance du freinage.

Lorsque deux mâchoires partagent le même point fixe et sont actionnées par un seul cylindre, le système est à une mâchoire primaire (comprimée) et à une mâchoire secondaire (tendue). Lorsque les garnitures viennent en contact, la mâchoire primaire est entraînée par le tambour qui renforce ainsi son action, tandis que la mâchoire secondaire a tendance à être repoussée.

D'où quelques inconvénients

- le frottement est supérieur sur le segment comprimé alors que le segment secondaire travaille peu ; l'usure sera différente sur chaque segment.
- Le frottement n'est pas uniforme sur toute la surface des garnitures.
- L'usure des garnitures augmente la course du système de commande.

Il existe des freins à deux mâchoires comprimées :

Ils comportent deux cylindres et deux points fixes opposés. Très efficace dans un sens, son action est faible en marche arrière car les deux mâchoires, dans ce cas, sont de type tendues.