

ORGANES DE RALENTISSEMENT DE MOUVEMENT : LES FREINS

I - PRESENTATION

I.1°) SITUATION

On désire **réduire, réguler** ou **annuler** la **vitesse** d'un solide.

I.2°) MOYENS

Un solide en mouvement possède une **énergie cinétique** :

Solide de masse $m(Kg)$, de moment d'inertie autour de son axe de rotation $J(Kgm^2)$, animé d'une vitesse linéaire V ou d'une fréquence de rotation ω .

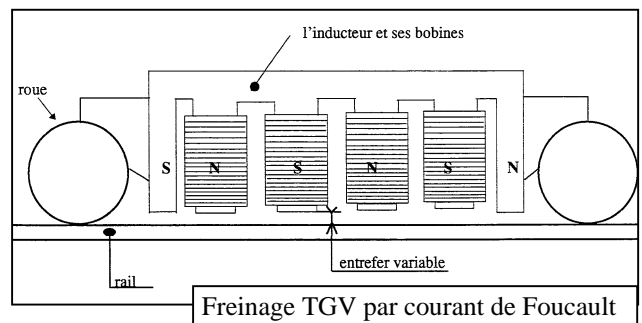
- ❖ un solide en mouvement rectiligne dans un repère galiléen : $E_C=1/2.mV^2$
- ❖ un solide en mouvement circulaire autour d'un axe de révolution : $E_C=1/2.J\omega^2$

il suffit d'absorber tout ou partie de cette énergie cinétique. Elle pourra être transformée sous forme de

- ☞ énergie calorifique par frottement : FREINS MÉCANIQUES
- ☞ énergie électrique : DYNAMO FREINS
- ☞ énergie potentielle de compression d'un gaz : FREINS MOTEUR

I.3°) MOUVEMENT ET TRAJECTOIRE DE FREINAGE

- ❖ trajectoire rectiligne : c'est peut courant, on le rencontre dans les amortisseurs de voiture, ou le freinage d'un avion avec un parachute, ou encore le freinage des TGV avec courant de foucault.
- ❖ Trajectoire circulaire : c'est le cas le plus courant, on ramène d'ailleurs le freinage des solides en translation au freinage de pièces en rotation, comme par exemple dans les automobiles.



II - ETUDE DES DIFFERENTS TYPES DE FREINS :

II.1°) FREINS MOTEURS :

Elle se limite souvent à l'étude mécanique de la compression des gaz, comme dans les moteurs thermiques.

II.2°) DYNAMO FREINS

On résumera la situation à un moteur utilisé en génératrice. C'est l'énergie mécanique disponible sur l'arbre moteur qui fait tourner le moteur et qui génère un courant dans les bobines. Pour freiner, il faut mettre en charge le circuit électrique : simple résistance et perte de l'énergie en énergie calorifique, charge d'une batterie d'accumulateurs(comme dans le scooter électrique), injection sur un réseau de distribution (comme un ascenseur ou le TGV).

II.3°) FREINS MECANIQUES

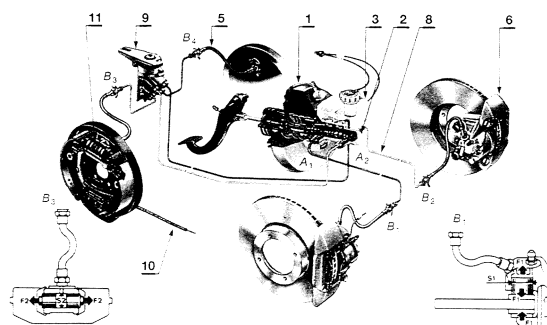
II.3.1. rappels :

Très souvent, l'énergie cinétique est transformée en énergie calorifique par frottement dans un mouvement de rotation, on se limitera à quelques exemples seulement.

II.3.2. Circuit de freinage :

généralement un circuit de freinage comprend :

* un mécanisme de commande. La commande peut être mécanique, pneumatique, hydraulique ou électrique (voir les exemples



- | |
|--------------------------------------|
| 1 - Mastervac (assistance) |
| 2 - Maître cylindre tandem |
| 3 - Réservoir |
| 5 - Flexible |
| 6 - Étrier de frein à disque (avant) |
| 8 - Canalisations rigides |
| 9 - Correcteur d'assiette |
| 10 - Câble de frein à main |
| 11 - Cylindre de frein à tambour |

suivants). L'effort exercé est à prendre en compte pour le calcul du couple de freinage.

* les pièces de frottement, souvent munies de garnitures. L'air de la surface, le nombre de surface et la qualité de la surface sont à prendre en compte pour le calcul du couple de freinage. Ces surfaces peuvent être liées à l'élément tournant ou au bâti.

* le guidage des pièces en mouvement.

II.3.3. quelques exemples commenté :

| Type de commande | Type de frein | Origine du freinage | Origine du défreinage | Commentaires | Applications | Fig |
|--------------------|--|---|--|---|--|-----|
| Pneumatique | À sabots articulés | Mécanique ressorts 3 | Pneumatique : pression p agissant sur les pistons 4 | Il s'agit d'un embrayage/frein destiné à rendre une poulie solidaire ou non d'un arbre moteur pouvant être freiné. La table de vérité explique les différents cas de fonctionnement possibles. | Compresseur Convoyeur Broyeur... | 1 |
| Pneumatique | À sabots articulés | Pneumatique : pression p agissant sur le piston 8 | Mécanique ressorts 3 | Le manchon 6 contient un ensemble d'éléments participant au rattrapage automatique d'usure, dont nous n'expliquerons pas le fonctionnement. Ainsi, sur le schéma proposé, les éléments 6 et 6' sont-ils confondus en une classe d'équivalence unique. | Train T.G.V | 2 |
| Pneumatique | Mono disque. (type disque d'embrayage) | Pneumatique pression p agissant sur le piston 4. | Mécanique ressorts 5 | Le couple de freinage dépend directement de la pression p.. | Automatisme pneumatique (chaîne de piston 4 montage...) | 3 |
| Hydraulique | Multidisque (type disques d'embrayage) | Hydraulique pression p agissant sur le piston 4. | Mécanique ressorts 5 | Le couple de freinage est constant car l'effort presseur, assuré par les ressorts, ne peut être modifié. | Machines diverses nécessitant une importante puissance de freinage | 4 |
| Électro-magnétique | Mono disque ventilé | Mécanique ressort 4 | Électromagnétique | Le couple de freinage peut être modifié par vissage de 6, après desserrage de 7, ce qui a pour effet de comprimer le ressort 4. Le réglage de l'entrefer " e ", qui croît avec l'usure des garnitures du disque 1, s'obtient par dévissage de 8 par rapport à 3, après l'avoir dégagé l'indexage (dévissage de 9 après l desserrage de 10). | Moteur-frein | 5 |
| Mécanique | Mono disque | Mécanique : translation du câble 6 dans la gaine 7 suivant a. | Mécanique translation du câble 6 dans la gaine 7 suivant b. | À effort $\ \vec{F}\ $ constant appliqué par le câble, couple de freinage croît avec les rapports $k = I_1/I_2$ et $k' = I_4/I_3$. | Mécanismes divers nécessitant de faibles couples de freinage | 6 |
| Mécanique | À sangle | Mécanique : translation du tirant 4 commandée par un câble non représenté | Mécanique : ressort 3 | Il s'agit d'un embrayage/frein, muni d'un tambour 1 unique disposant de deux surfaces fonctionnelles : <ul style="list-style-type: none"> • surface intérieure: destinée à l'embrayage de type centrifuge, • surface extérieure destinée au freinage à sangle. | Motoculteur | 7 |
| Mécanique | Mono disque | Mécanique : auto-serrage | Mécanique : rotation de la manivelle 3 dans le sens indiqué sur la fig.8 | Ce frein/ralentisseur est destiné à arrêter, ou ralentir la descente d'une charge de poids \vec{P} . Le poids \vec{P}_3 de la manivelle 3 empêche la rotation de celle-ci autour de l'axe Δ quand la charge entraîne la poulie 1 dans le sens du vissage dans la liaison hélicoïdale (1-3). Il en résulte un rapprochement axial des surfaces S3 et S1 qui rend le disque 2 progressivement solidaire de la poulie 1. Le doigt 4, dessin empêchant la rotation (2/0), rend, par auto-serrage, la manivelle 3 solidaire du bâti 0. La poulie 1 est freinée. Une impulsion manuelle sur le levier 3 peut la libérer momentanément. | Treuil | 8 |

D'après l'ouvrage de F.ESNAULT « construction mécanique ». (Dunod)

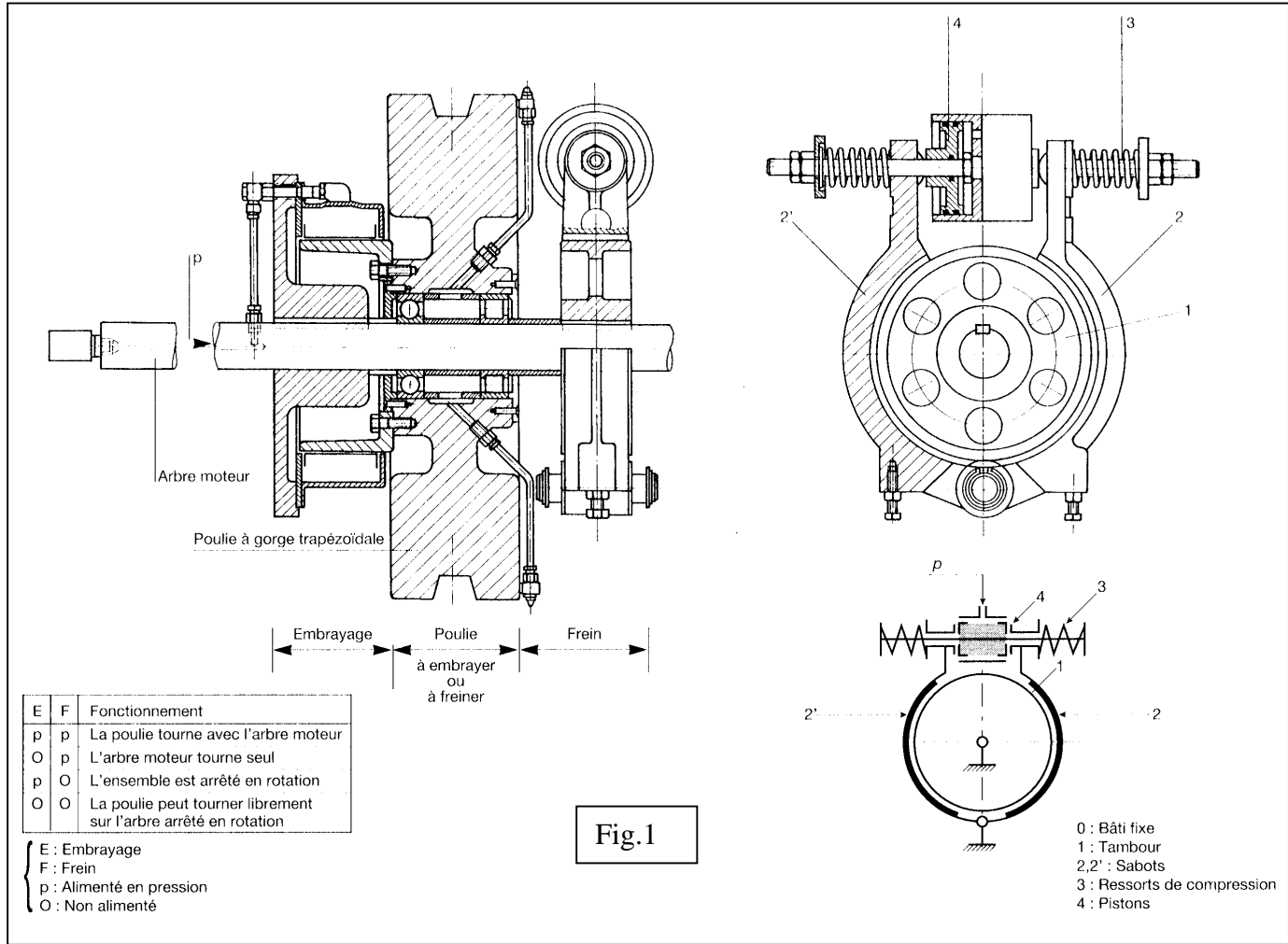


Fig.1

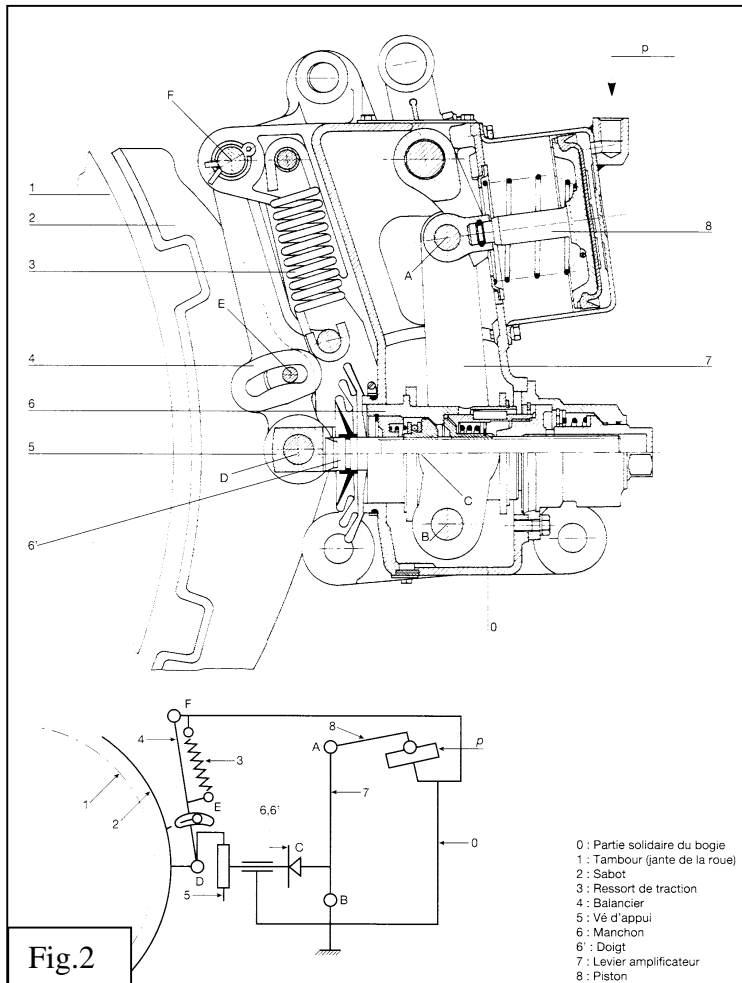


Fig.2

Frein à sabot – commande pneumatique

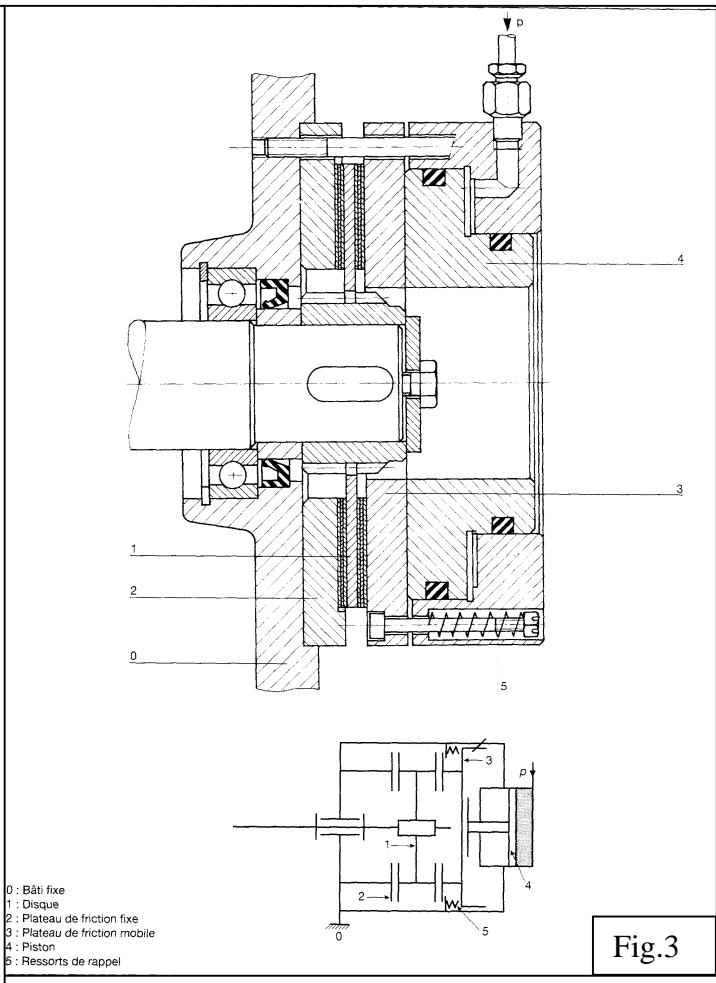


Fig.3

Frein mono disque – commande pneumatique (source (Warner et Tourco)

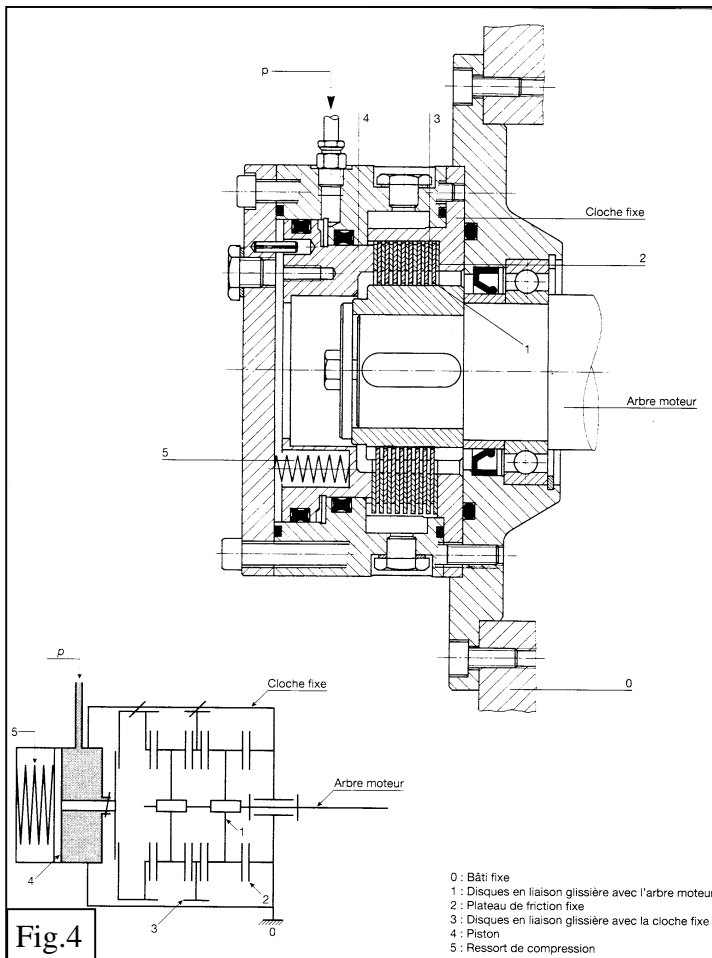


Fig.4

Frein multidisque – commande hydraulique (source Warner et Tourco)

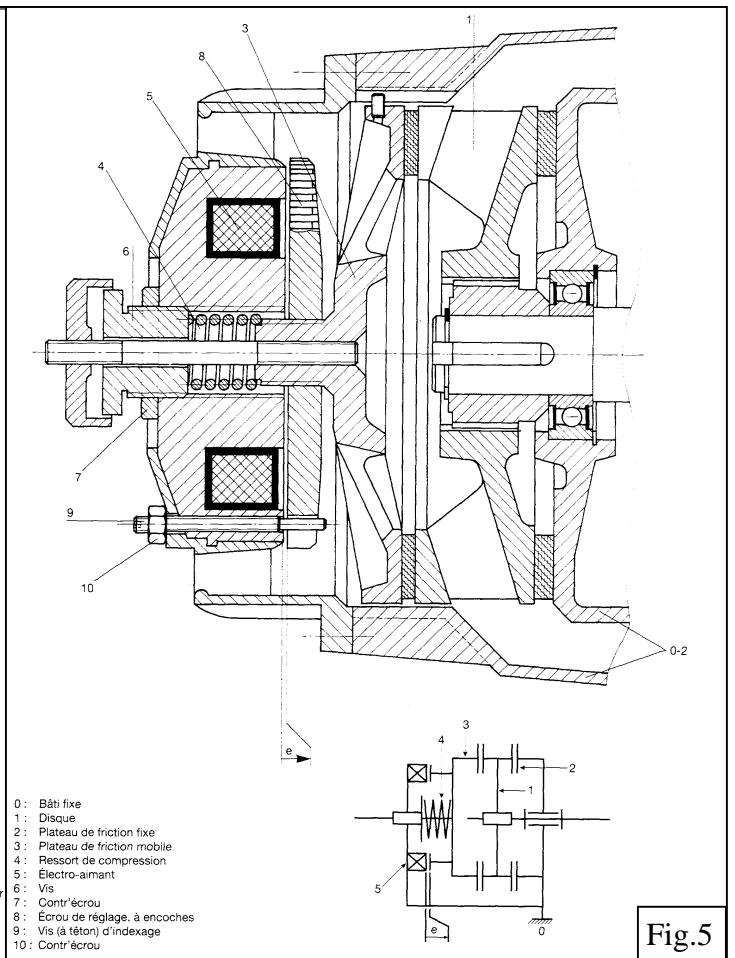


Fig.5

Frein mono disque – commande électromagnétique

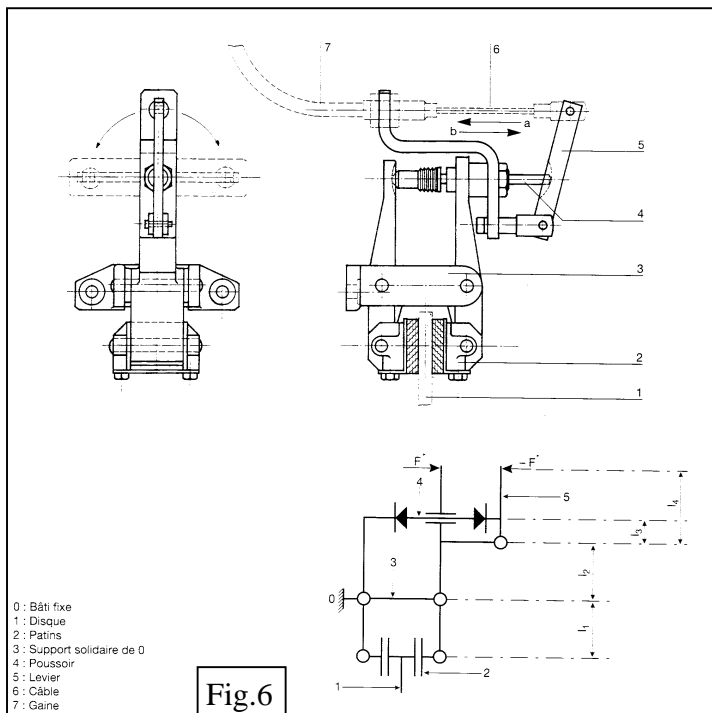


Fig.6

Frein à disque à patin – commande mécanique (source Ringspann)

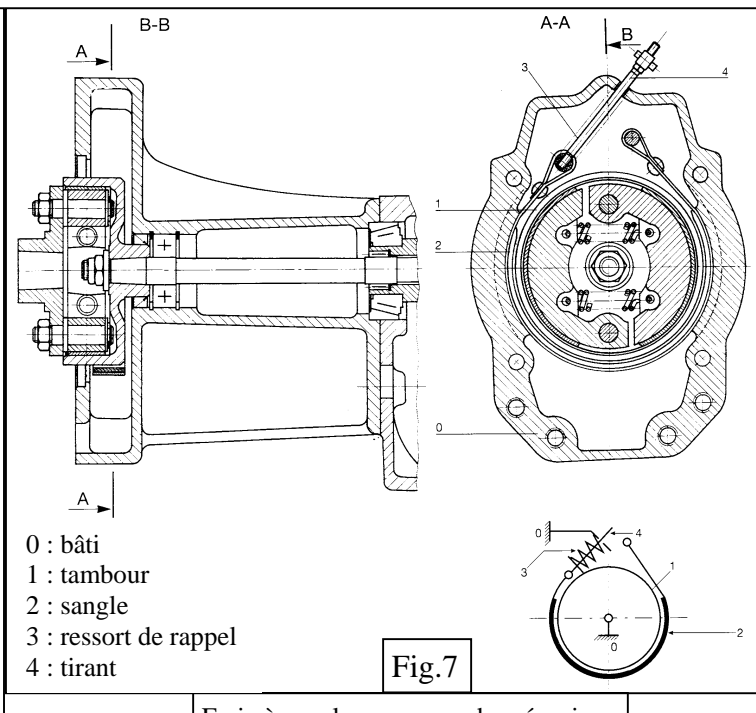
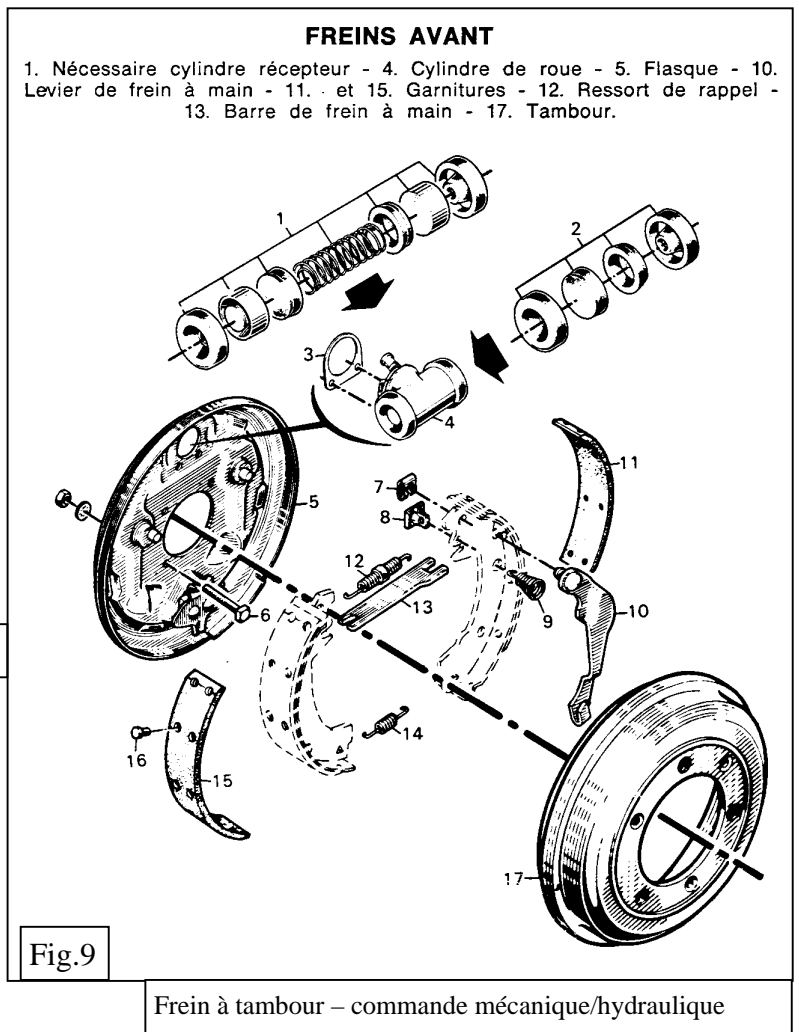
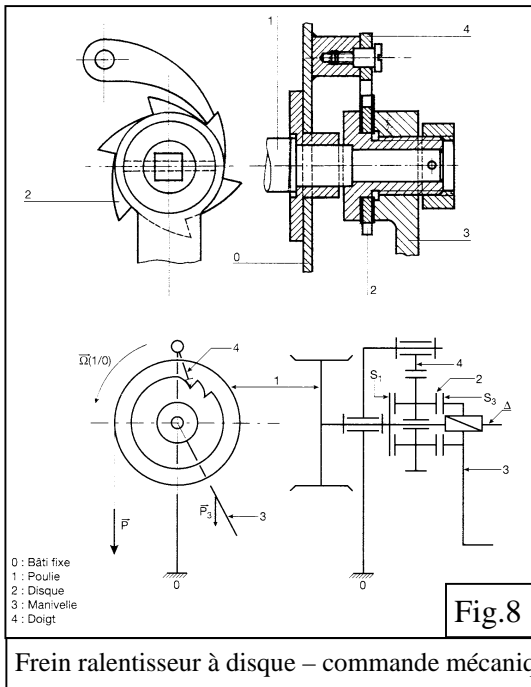


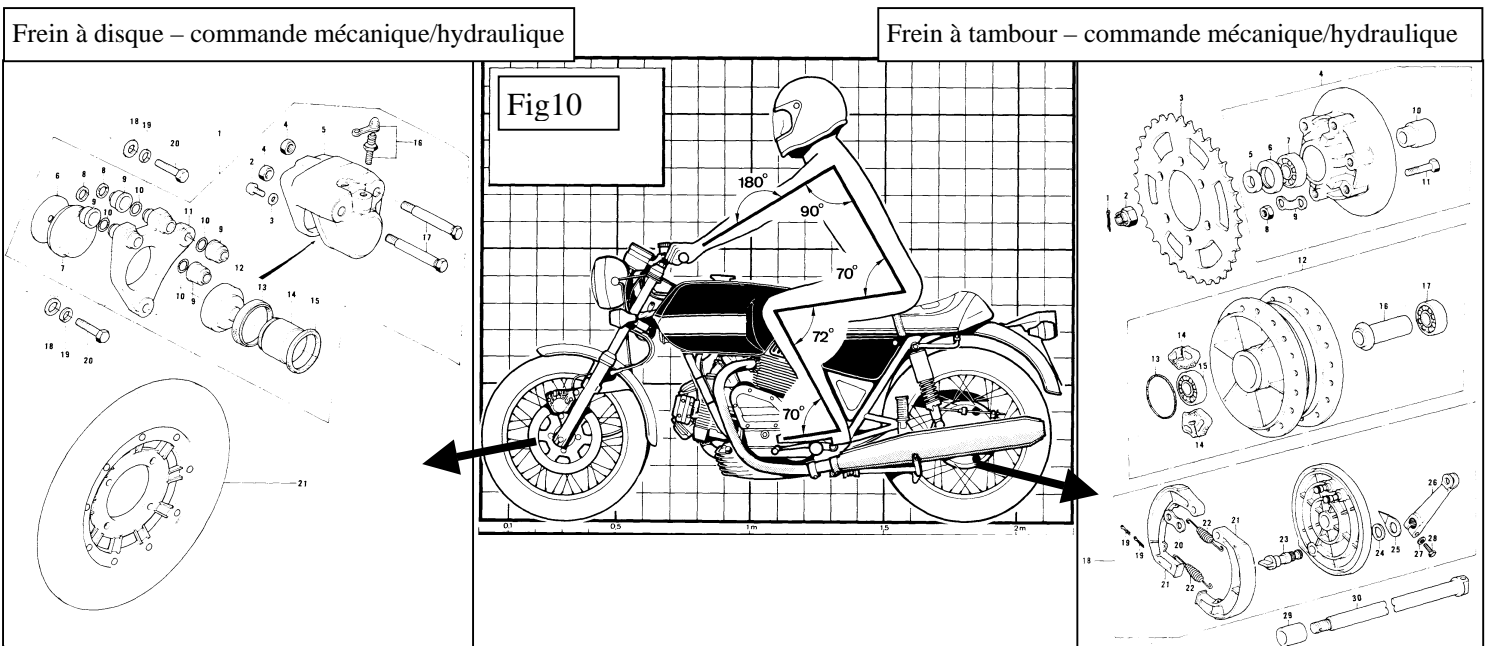
Fig.7

Frein à sangle – commande mécanique



II.3.4. autres exemples

- ❖ feins avant de voiture :
 - ☞ à tambour : fig.9
 - ☞ à disque : fig. 11
- ❖ freins de moto : fig.10
- ❖ frein à poudre fig.12, 13 et 14.



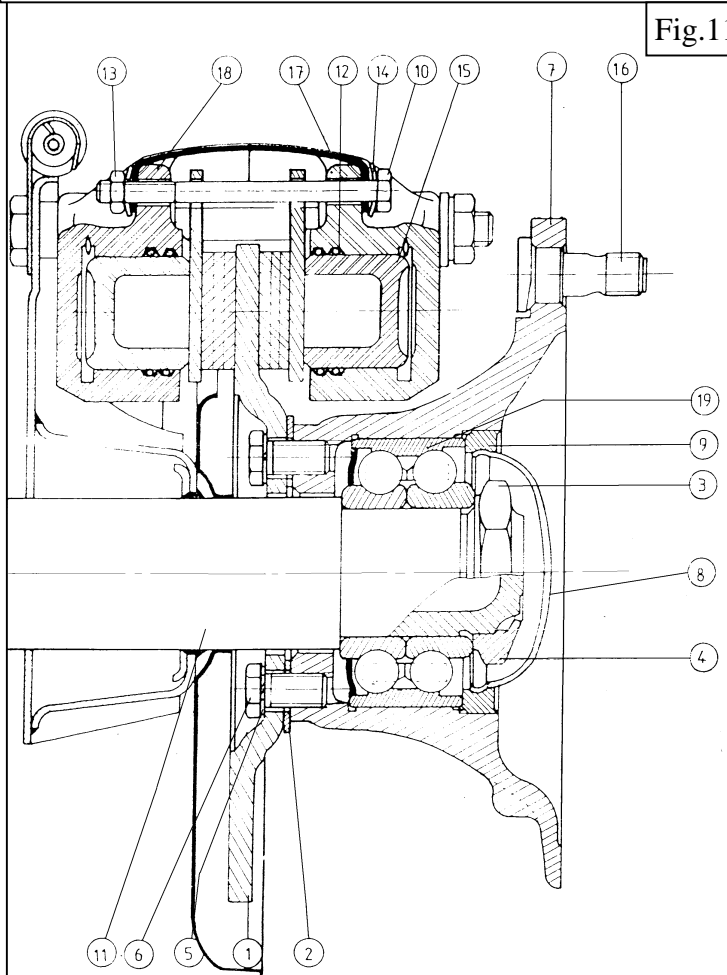
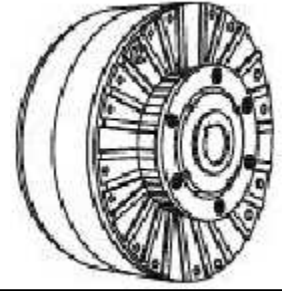


Fig.11

Fig.12



Principe de fonctionnement :

Se référer à la figure 13.

De la poudre métallique présente dans l'entrefer se solidifie en fonction de l'intensité du champ magnétique généré par l'électroaimant. L'arbre tournant solidaire du disque se trouve freiné par la liaison visqueuse réalisée par la poudre dans le champ magnétique. La bobine est noyée dans la carcasse qui doit être fixée à un bâti.

Quelques valeurs :

Un modèle proposé par « MEROBEL » donne

- Couple nominal : 1000Nm
- Couple minimum : 10
- Résistance bobine à 20°C : 20 Ω
- Intensité nominale DC : 1,70A
- Inertie rotor : 809.10³kg.m²
- Masse : 135kg
- Puissance dissipée en régime permanent : 2000W
- Une courbe du couple en fonction de l'intensité est donnée figure 14 ci-dessous.

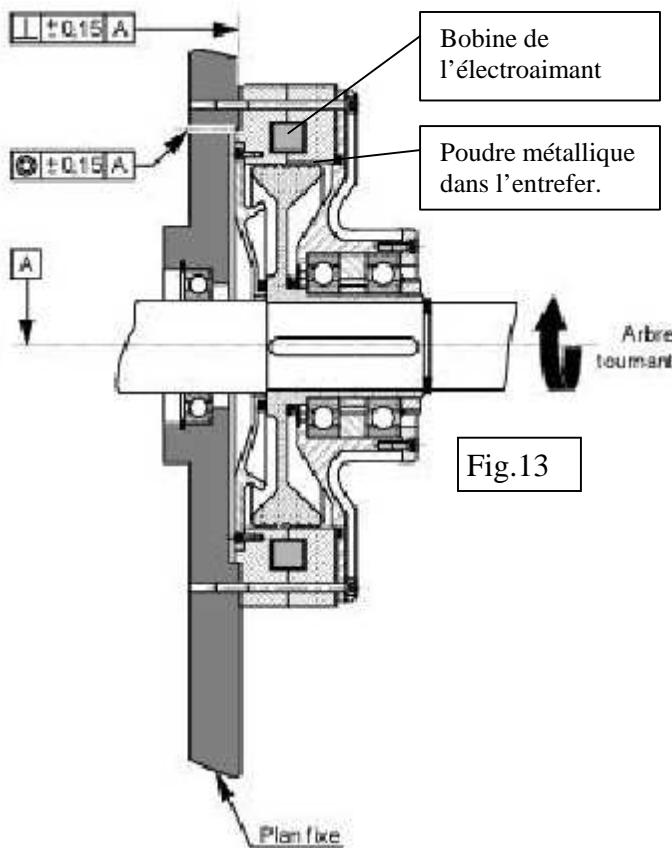


Fig.13

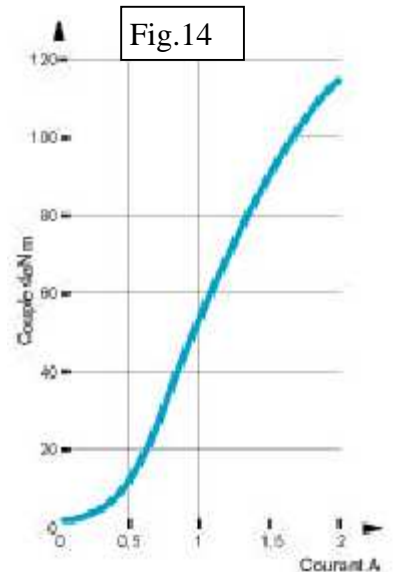


Fig.14