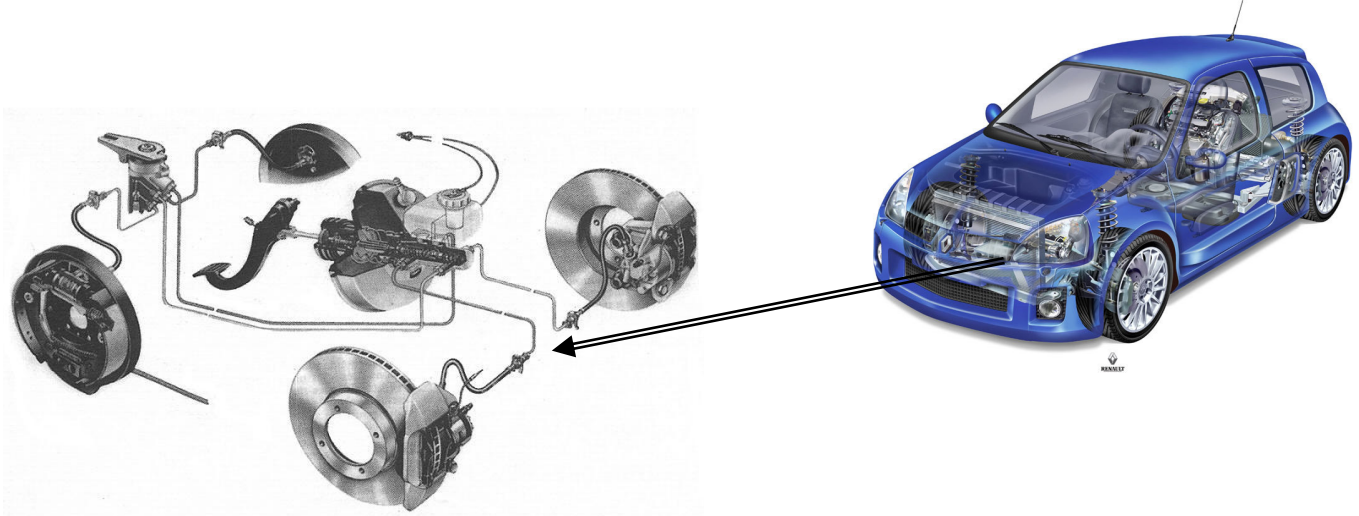


Présentation :

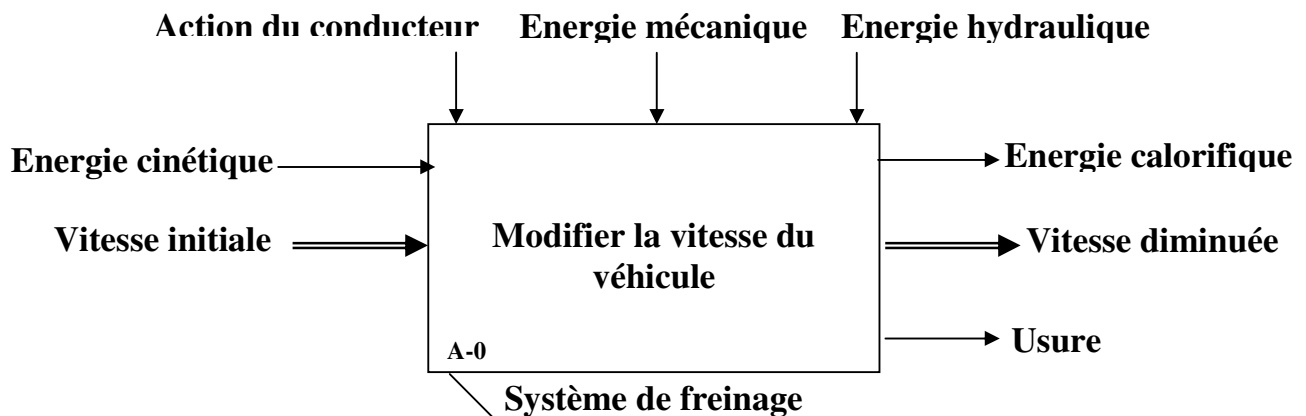
1. Mise en situation :



2. Définition :

➤ On entend par système de freinage, l'ensemble des éléments permettant de **ralentir** ou de **stopper** le véhicule suivant le **besoin** du conducteur.

3. Fonction globale :



4. Notion d'énergie cinétique :

- Un véhicule en mouvement possède une énergie appelée énergie cinétique. Elle est fonction de : - **La masse du véhicule**
- **La vitesse du véhicule**

$$E_c = \frac{M \times V^2}{2}$$

E_c : énergie cinétique en **JOULE**

M : Masse du véhicule en **KG**

V : Vitesse du véhicule en **m/s** (mètre par seconde)

- Pour réduire sa vitesse, il faudra **absorber** une partie de cette énergie. Pour s'arrêter, il sera nécessaire de l'absorber **complètement**
- Conclusion : Le système de freinage doit **dissiper** l'énergie cinétique en la **transformant** en chaleur « **énergie calorifique** »

5. Législation :

- Tout véhicule automobile doit être pourvu d'un dispositif :
- De freinage principal ou **frein de service** dont la commande est constituée de deux circuits **indépendants**
 - De freinage secondaire ou **frein de secours** dont la commande doit être **indépendante** de celle du frein de service
 - De frein de **stationnement** permettant le maintien à l'arrêt le **véhicule en charge** sur une pente **ascendante** ou **descendante** de **18 %**

Décélération minimale définies par la législation

	Dispositif principal (ou frein de service)	Dispositif de secours (ou frein de secours)	Frein de stationnement (lorsqu'il fait aussi fonction de frein de secours)
Voitures particulières	5,5 m/s ²	2,5 m/s ²	2,2 m/s ²
Véhicules utilitaires légers	4,5 m/s ²	2 m/s ²	2 m/s ²

6. Distance d'arrêt :

➤ Elle dépend de nombreux facteurs :

- La **vitesse** du véhicule
- L'état et le type de **suspension**
- L'état et le type de **pneumatique**
- L'état et le type de **dispositif de freinage**
- Le **coefficient d'adhérence**
- Le **temps de réaction** du conducteur

➤ **Remarque** : Alcool, fatigue, prise de médicaments ou drogue, allonge le temps de réaction de 0.5 à 2 secondes

Coefficient d'adhérence :

Chaussée	Etat	Coefficient
Goudronnée rugueuse	Sèche	0.9
	Mouillée	0.6
Goudronnée lisse	Sèche	0.8
	Mouillée	0.4
Pavée	Sèche	0.6
	Mouillée	0.3
Enneigée		0.2
Verglacée		0.1

7. Distance de freinage :

- Il s'agit de la distance parcourue par le véhicule pendant le freinage du conducteur :
- Elle dépend de la **vitesse** du véhicule et de la **décélération** possible du véhicule

$$D_f = \frac{(V_i - V_t)^2}{2\gamma}$$

Df : distance de freinage en **m** (mètre)

Vi : vitesse initiale en **m/s** (mètre par seconde)

Vt : vitesse terminale en **m/s**

γ : décélération en **m/s/s**

➤ Pour la distance d'arrêt total du véhicule, il faut ajouter la distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur

Exemple :

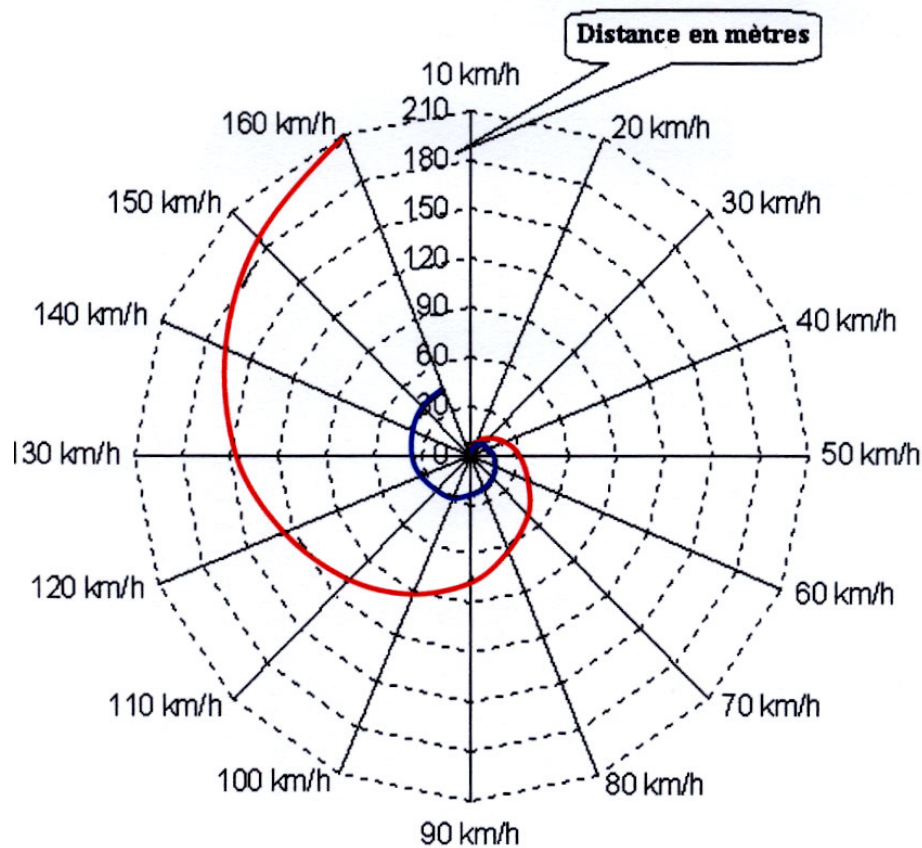
- Soit un véhicule roulant à 90 Km/h. Sa décélération possible est de 6 m/s /s

$$D_f = \frac{(V_i - V_t)^2}{2\gamma} = \frac{(25 - 0)^2}{2 \times 6} = 52.08 \text{ m}$$

Distance d'arrêt = DF + distance parcourue pendant le temps de réaction soit 25 mètres

$$52.08 + 25 = 77.08 \text{ m}$$

- Conclusion : il faut **77.08** mètres à ce véhicule pour passer de 90 Km/h à l'arrêt total

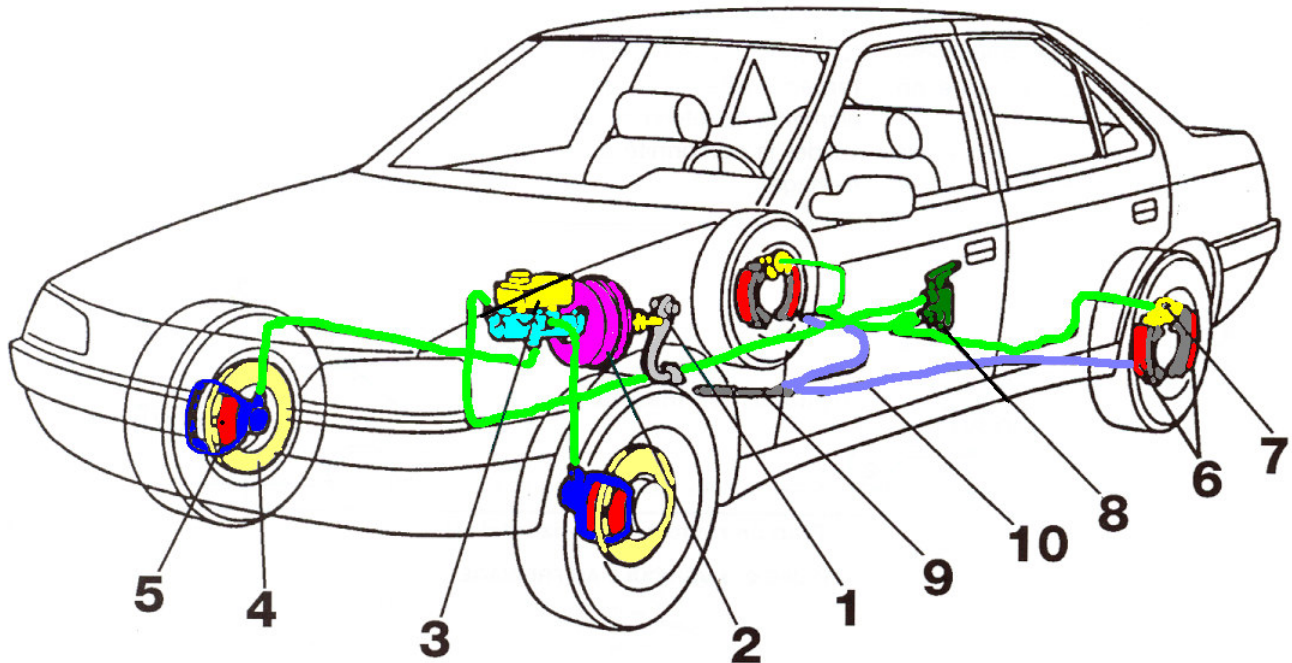
Escargot de freinage :

- Distance parcourue pendant le temps de réaction
- Distance d'arrêt du véhicule

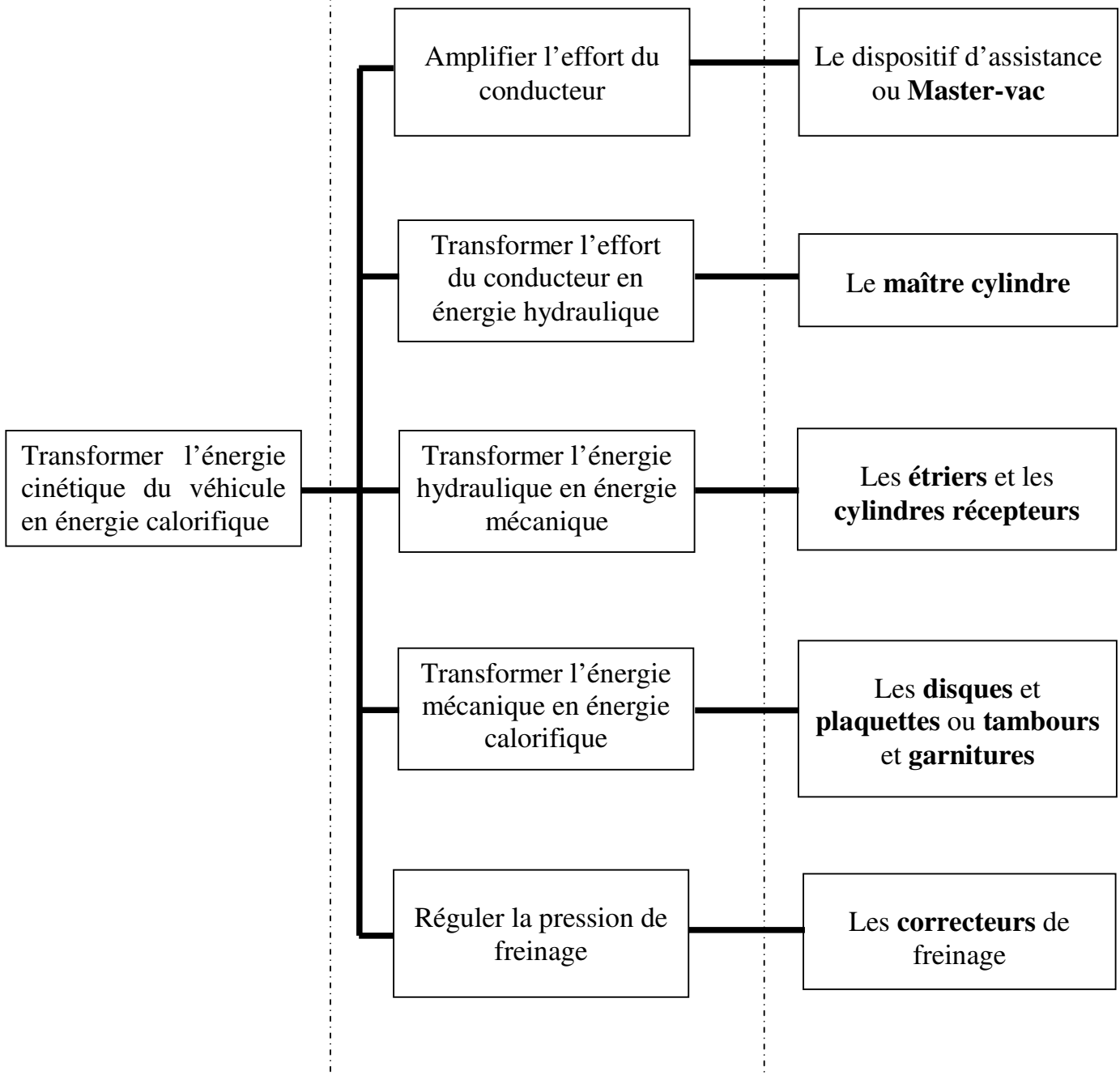
8. Conditions à satisfaire :

- **Efficacité** -----> Durée et distance de freinage réduite
- **Stabilité** -----> Conservation de la trajectoire du véhicule
- **Progressivité** -----> Freinage proportionnel à l'effort du conducteur
- **Confort** -----> Effort réduit pour le conducteur

9. Constitutions :



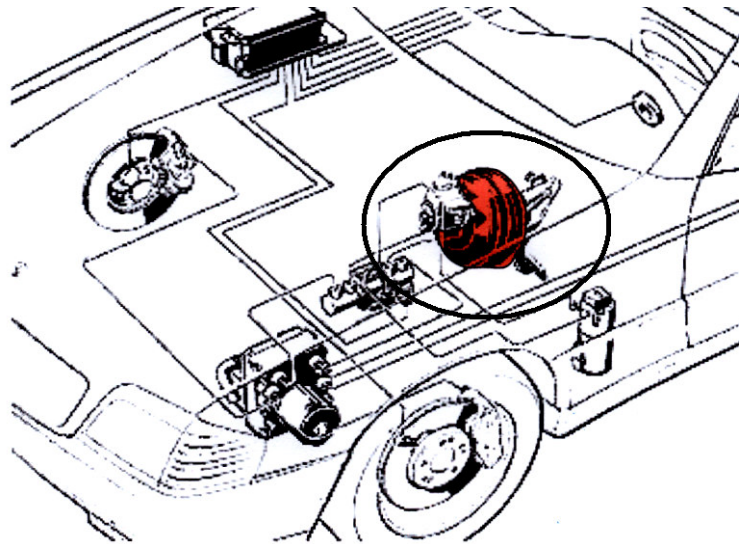
Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Pédalier	6	Segments de freins
2	Master-vac	7	Cylindres de roues
3	Maître cylindre	8	Correcteurs
4	Disques	9 et 10	Commande et câble freins de stationnement
5	Etrier		

10. Fonctions :Fonction principaleFonctions de serviceSous-systèmes associés

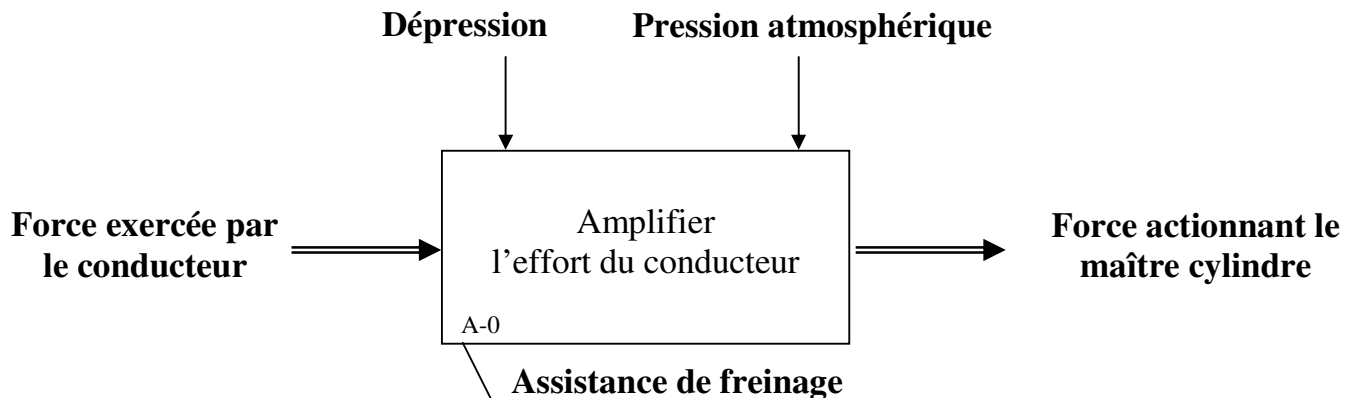
Le Master-vac (assistance) :

1. Mise en situation :

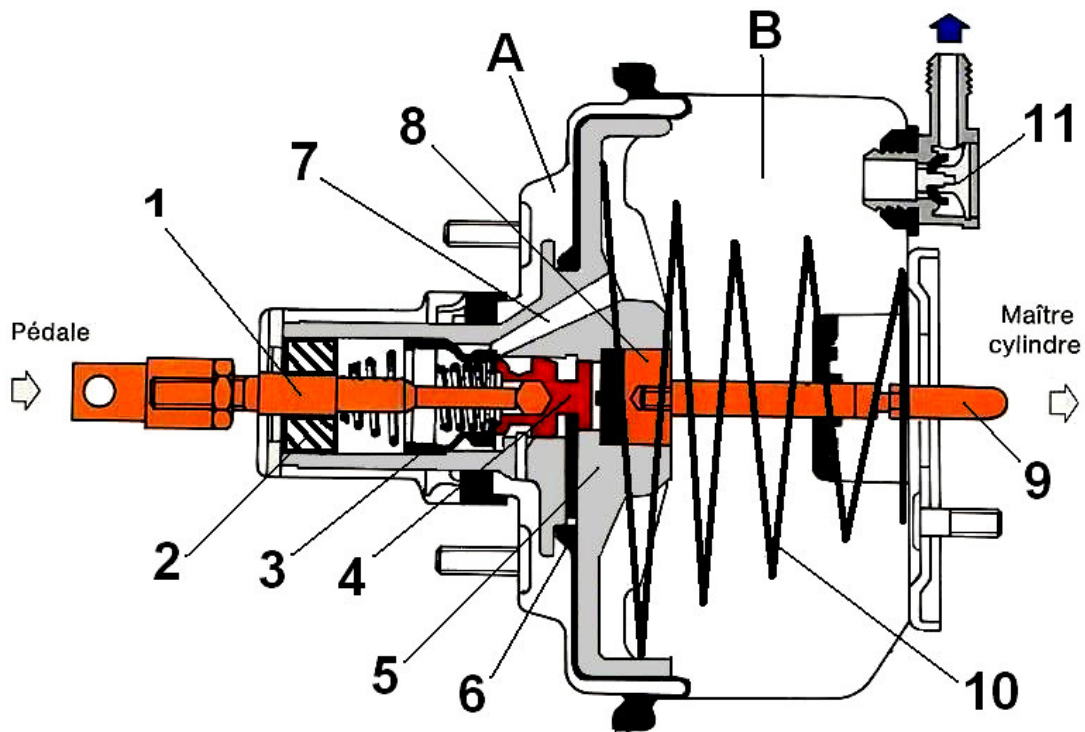
Il est situé entre la pédale de frein et le maître cylindre



2. Fonction :



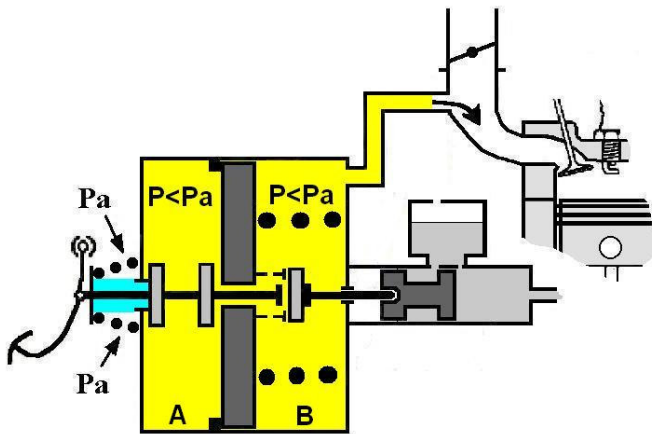
- L'assistance au freinage a pour but de **réduire** considérablement l'**effort** exercé par le conducteur sur **la pédale** de frein
- Elle utilise pour cela une **source d'énergie** qui s'**ajoute** à celle qui est fournie par le conducteur lorsqu'il agit sur la pédale de frein
- L'assistance pneumatique utilise la **pression** qui règne dans la **tubulure d'admission** d'un moteur essence ou celle fournie par une **pompe à vide** sur un moteur diesel

3. Constitution :

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Tige de commande	7	Canal de communication
2	Filtre à air	8	Disque de réaction
3	Clapet de pression atmosphérique	9	Tige de poussée
4	Plongeur	10	Ressort de rappel
5	Piston moteur	11	Clapet de retenu
6	Membrane		
A	Chambre de commande	B	Chambre à dépression

4. Principe :

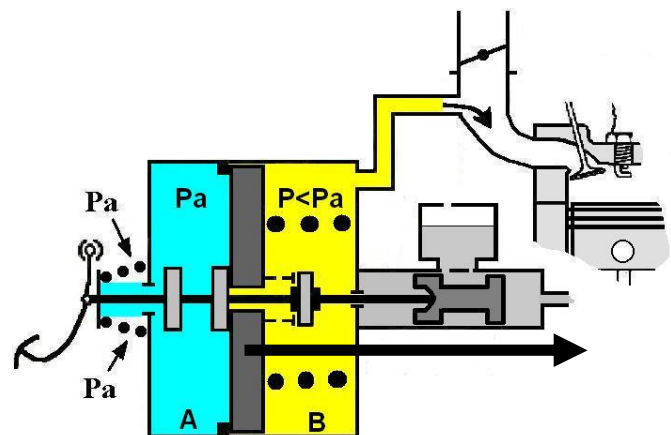
- La force « F » actionnant le **maître cylindre** est obtenue par le **déplacement** du piston moteur.
- Celui-ci est soumis à des **pressions** différentes sur ses deux faces. C'est cette différence de pression qui entraîne la **mise en mouvement** du piston moteur :
 - La **pression atmosphérique** d'un côté
 - Une **dépression** de l'autre
- L'intensité de la force du piston est fonction de :
 - Le **diamètre** du piston et de la membrane
 - La **différence** des pressions


**Position repos :**

Les chambres A et B sont à la même **pression**.
Le piston est en **équilibre**, le **ressort** le maintient en position repos

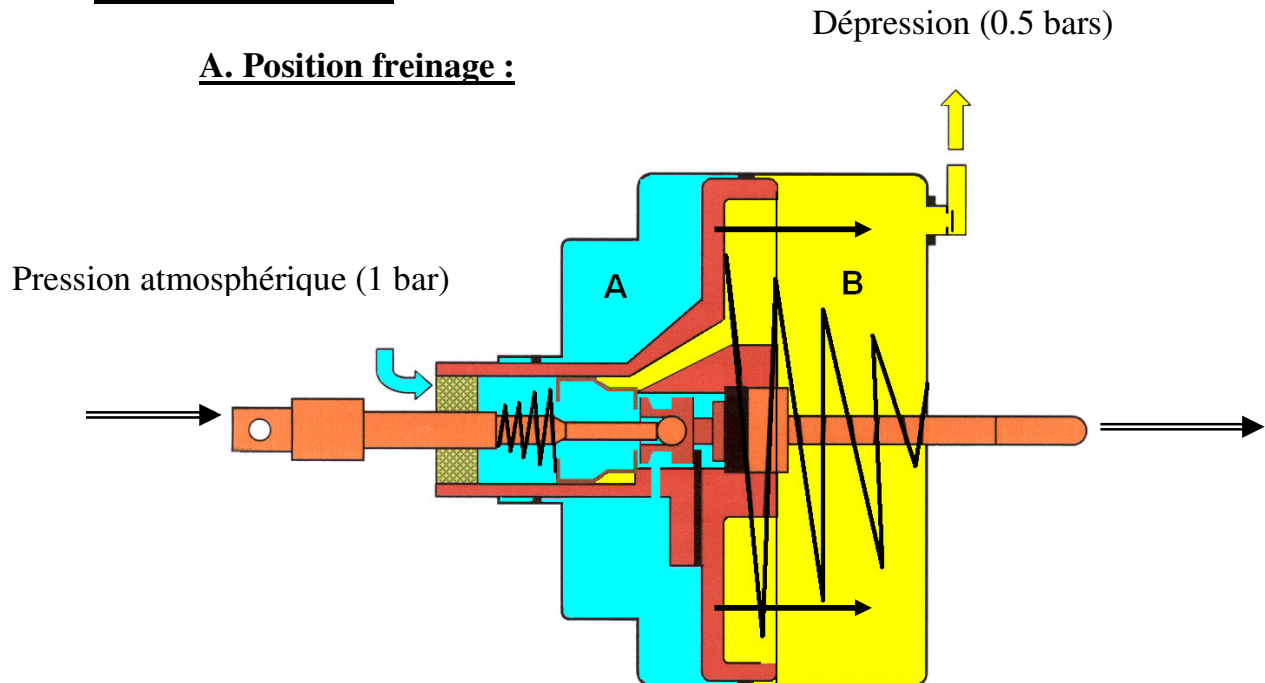
Position freinage :

Les chambres A et B sont à des pressions **différentes**.
La chambre A est **supérieure** à la chambre B
Le piston se **déplace**



 Pression atmosphérique

 Dépression

5. Fonctionnement :**A. Position freinage :**

➤ L'action du conducteur provoque le **déplacement** de la tige de commande et du plongeur. Cela entraîne le **déplacement** du piston moteur et donc la mise en action de la **tige de poussée** :

**Phase 1 :**

Le clapet de pression atmosphérique **ferme** le canal de communication et **isole** la chambre A et la chambre B

Phase 2 :

La tige de commande pousse toujours le **clapet** de pression atmosphérique. Celui-ci s'**ouvre** laissant ainsi **pénétrer** la **pression atmosphérique** dans la chambre A

La chambre A est comprise entre **0.6** et **1** bar. La chambre B est toujours à **0.5** bars.

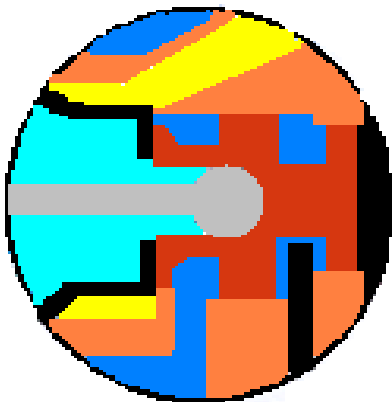
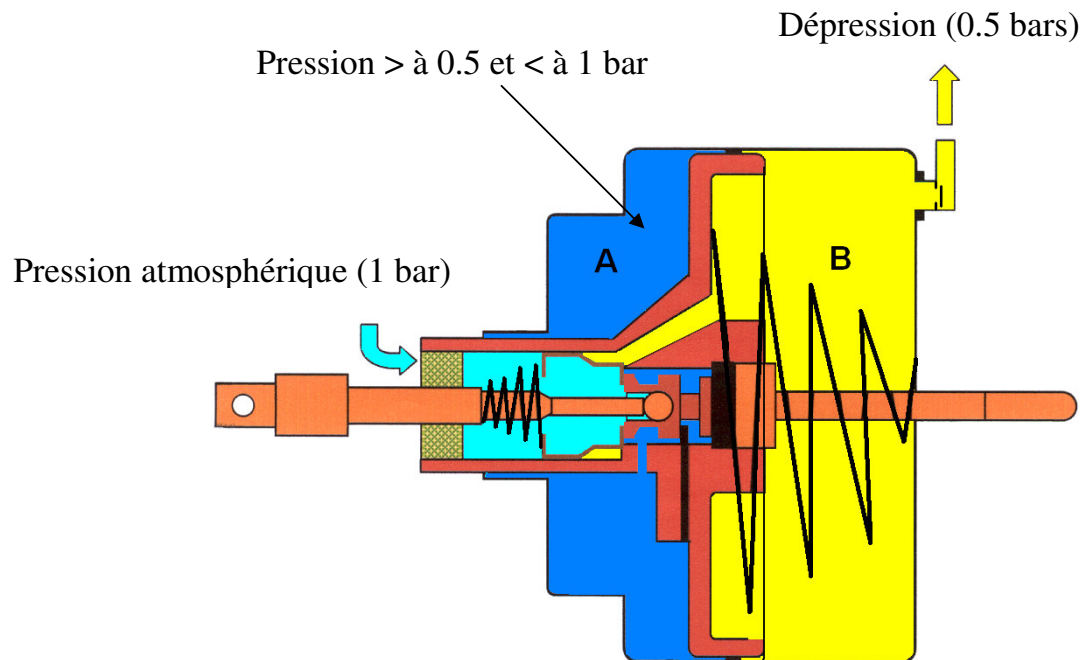
Les pressions étant **différentes**, il y a **mouvement** du piston moteur



B. Position maintien :

➤ Le conducteur a atteint la force de freinage souhaité, est donc la **décélération** souhaité. IL maintient **constante** sa force sur la pédale de frein. Dans cette situation, il faut maintenir **constante** la force d'assistance.

➤ Il est donc nécessaire de **stopper** la progression de la différence de pression entre les deux chambre afin que le piston moteur ne **se déplace plus**. La chambre A est à une pression **supérieure** à la dépression (on freine) mais **inférieure** à la pression atmosphérique



Le clapet de pression atmosphérique se **referme** et **obture** toujours le canal de communication.

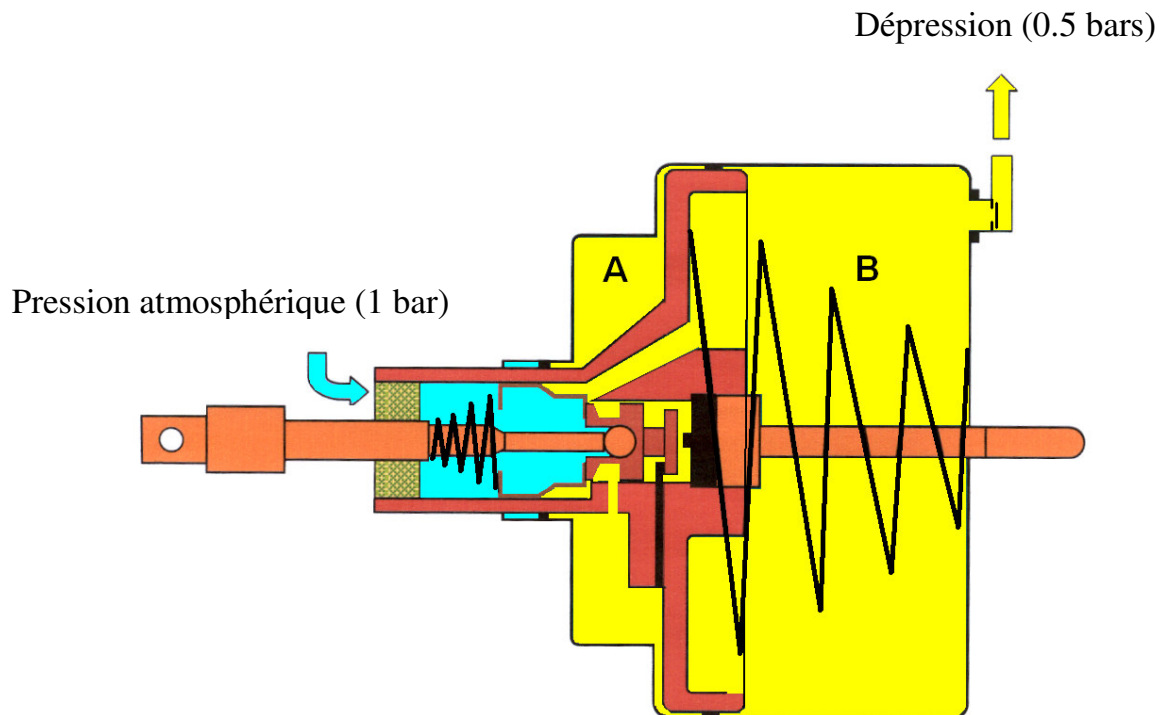
Les deux chambres sont **isolées** et la pression dans la chambre A ne **varie** plus, il y a maintien de la pression et donc de l'**effort** sur le maître cylindre

C. Retour en position repos :

➤ Le conducteur **cesse** son action sur la pédale de frein. Le ressort **repousse** le piston moteur et donc la tige de commande, ce qui permet :

- La **fermeture** du clapet de pression atmosphérique
- L'**ouverture** du canal de communication

➤ La dépression **pénètre** dans la chambre A. Les deux chambres sont à la **même pression**, le ressort permet la mise au **repos** du système



Le clapet de pression atmosphérique est **fermé**
 Le canal de communication est **ouvert**
 Les deux chambres (A et B) sont à la **même pression**

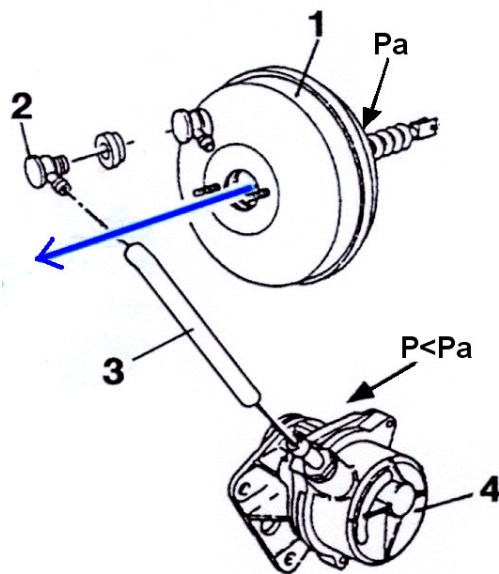
D. Récapitulatif :

	Freinage	Maintien	Repos
Canal de communication	Fermé	Fermé	Ouvert
Clapet de pression atmosphérique	ouvert	Fermé	fermé
Pression chambre A	Pa	0.5 à Pa	0.5 bars
Pression chambre B	0.5 bars	0.5 bars	0.5 bars

6. Source de dépression :

➤ Il existe deux possibilités suivant l'énergie employée par le moteur :

- La **pompe à vide** pour les moteurs diesel
- La **pression d'admission** pour les moteurs essence

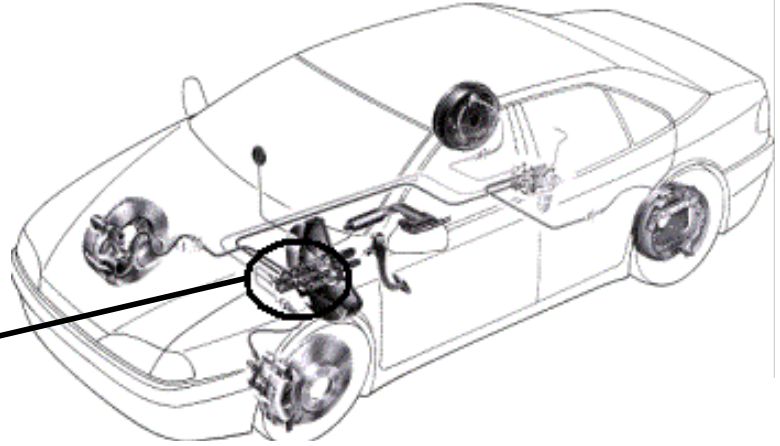
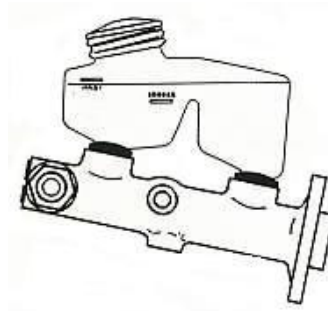


Exemple Diesel :

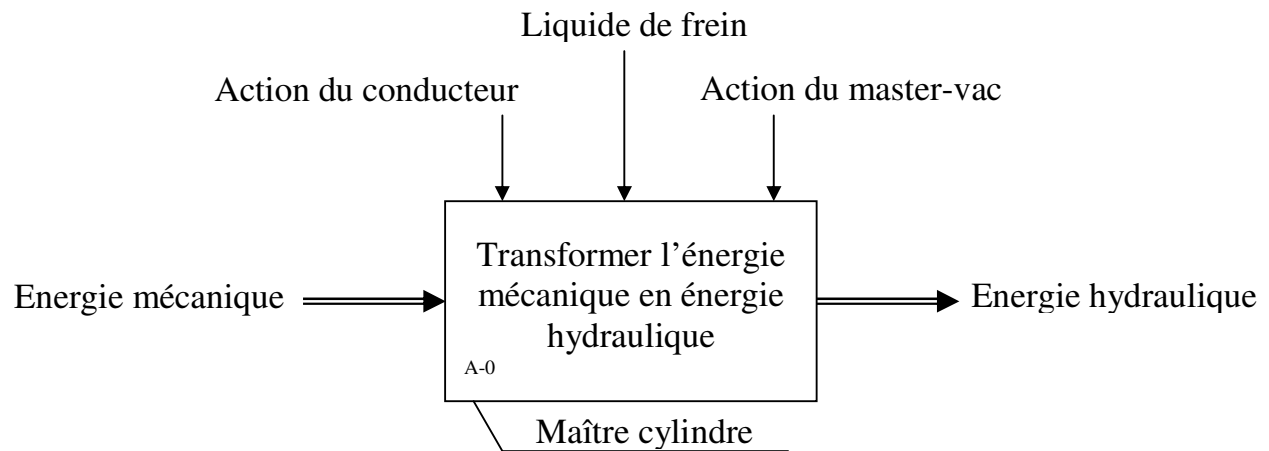
1. Master-vac
2. Clapet de retenue
3. Canalisation
4. Pompe à vide

Le maître cylindre :

1. Mise en situation :

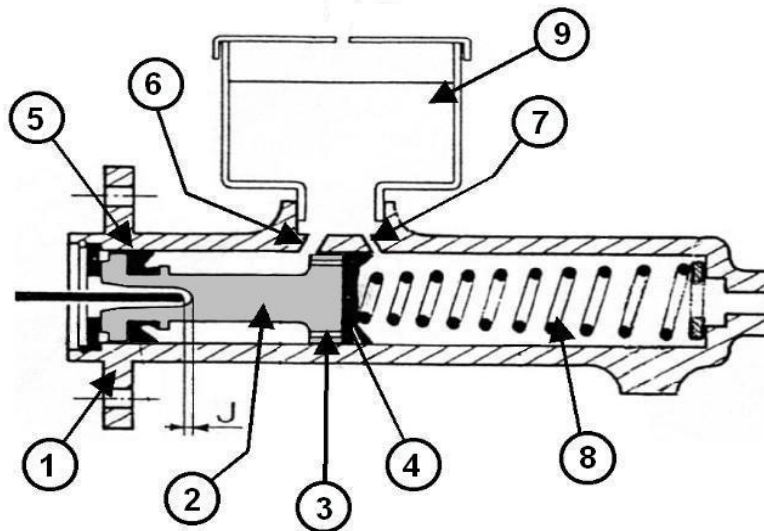


2. Fonction :



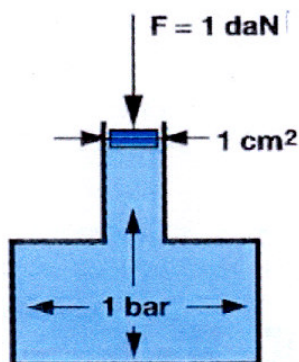
➤ Il reçoit la force issue du **master-vac** et la **transforme** en **pression hydraulique** dans tout le circuit. Cette montée en pression est **progressive** car elle dépend de l'effort du conducteur sur la **pédale**

➤ Il **commande** les récepteurs (étrier ou cylindre de roue)

3. Principe de fonctionnement :**3.A Le maître cylindre simple :**

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Corps	6	Trou d'alimentation
2	Piston	7	Trou de dilatation
3	Trou de compensation	8	Ressort
4	Coupelle primaire	9	Réservoir
5	Coupelle secondaire		

- Le fonctionnement est basé sur le principe du **théorème de Pascal**
- Tout fluide est considéré comme étant **incompressible**. Toute **variation** de pression en un point du circuit entraîne la **même variation** de pression en tout point du circuit.
- La **pression** dépend de la **force** et de la **surface** sur laquelle est exercé cette force




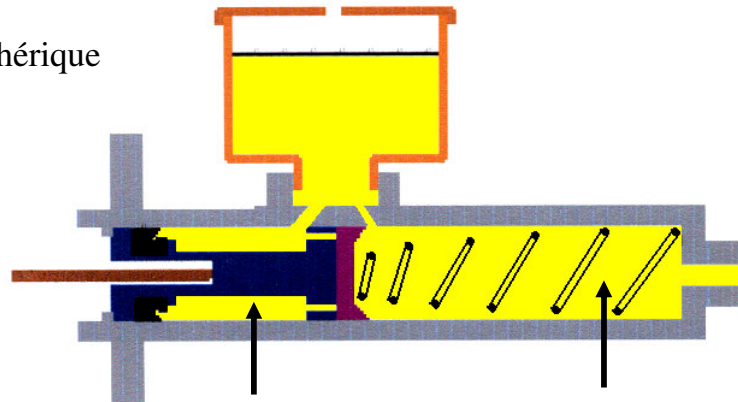
$$P = \frac{F}{S}$$

F : force en daN

S : Surface en cm²P : Pression en daN/cm² ou bar

3.B Phase de fonctionnement :**Position repos :**


 Pression atmosphérique




Chambre d'alimentation chambre de pression

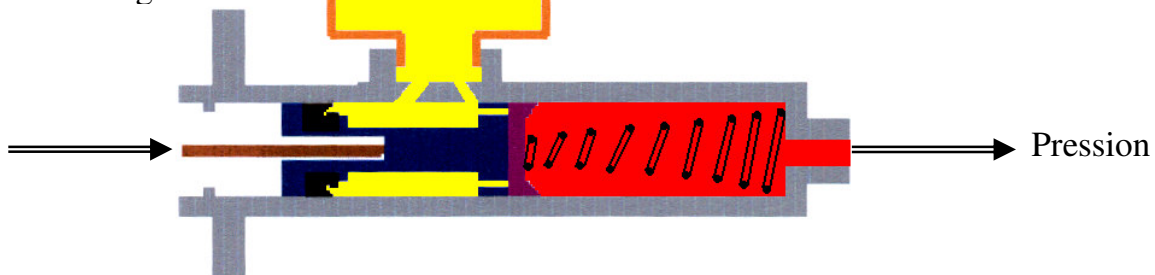
➤ Les trous de **dilatation** et d'**alimentation** sont **ouvert**. La pression est **identique** dans les deux chambres, le ressort **maintien** le piston en position repos

Position freinage :

 Pression atmosphérique

 Pression de freinage

Force du conducteur

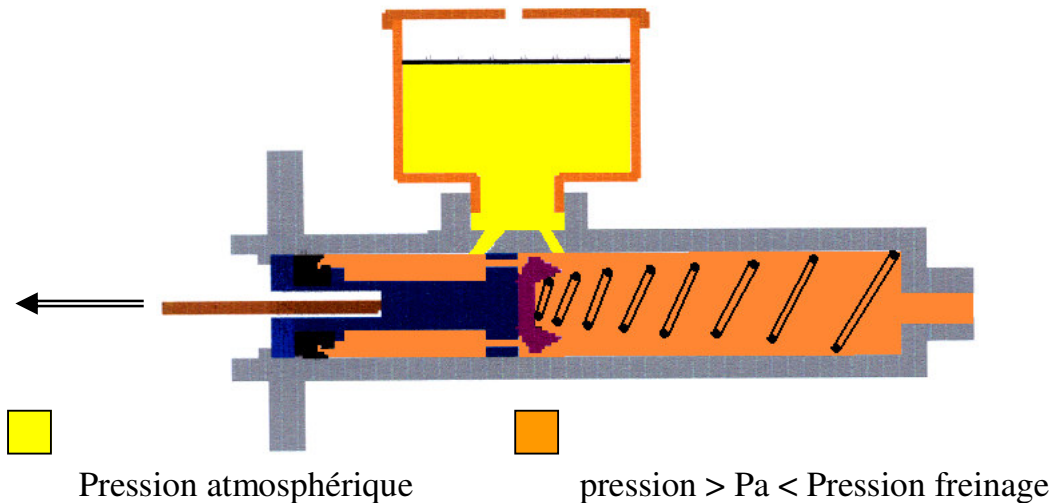


Pression

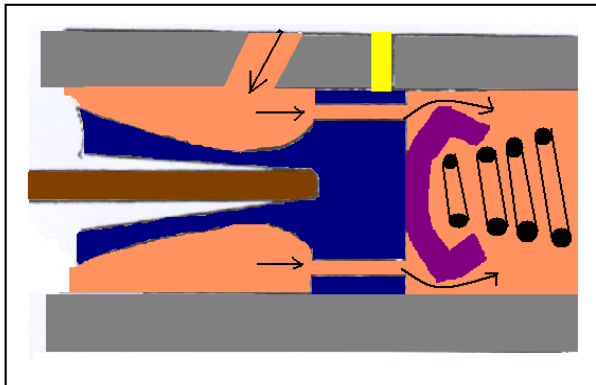
➤ L'action du conducteur sur la pédale de frein provoque le **déplacement** du **piston** et des **coupelles**.

➤ Des que la coupelle primaire **obture** le trou de **dilatation**, la chambre de pression devient **étanche** et la pression peut se créer. Celle-ci dépend de **la force** du conducteur et de **la surface** du piston.

➤ Le liquide étant **incompressible**, la pression se retrouve au niveau des **récepteurs**.

Position relâchement :

➤ Le conducteur cesse son action sur la pédale. Le ressort repousse le piston vers sa position repos. La pression chute dans la chambre de pression.

**Compensation de l'usure**

➤ Lors du recule du piston, la pression **chute** dans la chambre de **pression** (le volume augmente) et **augmente** dans la chambre **d'alimentation** (le volume diminue)

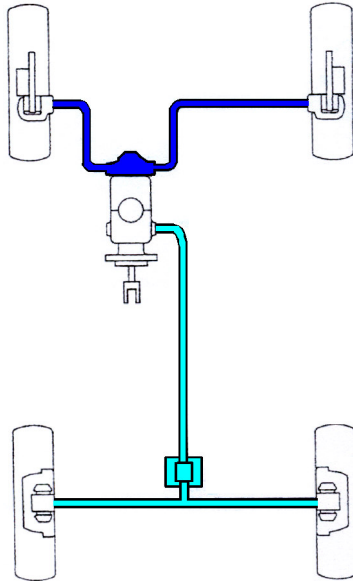
➤ Cette différence de pression entraîne la **courbure** de la coupelle primaire et le passage du liquide à travers les trous **de compensation** du piston. La quantité de liquide transféré permet de **compenser l'usure** des plaquettes et garnitures de frein.

➤ A chaque freinage, le **niveau** de liquide **chute** dans le réservoir. Un niveau faible peut indiquer une usure **importante** des freins, il ne faut pas refaire le niveau car lors du remplacement des plaquettes ou garniture, le fait de repousser les pistons fait remonter le niveau. S'il est trop élevé au départ, il y a risque de fuite (trop plein)

4. Les circuits de freinages :

➤ Depuis 1977 la législation impose l'utilisation de deux circuits indépendants :

- Le circuit en « H »
- Le circuit en « X »



Circuit en H :

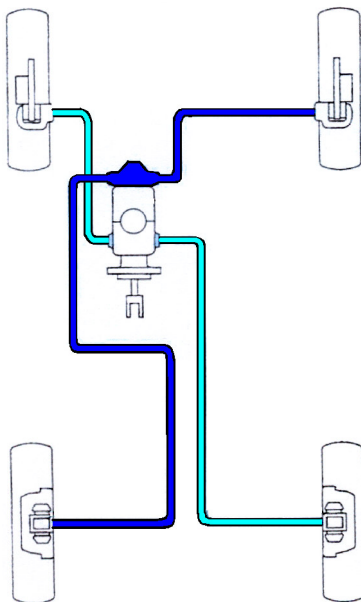
Les circuits avant et arrière sont séparés.

Avantage :

Simplicité du système, la **stabilité** du véhicule n'est que très peu affecté

Inconvénient :

En cas de défaillance, la perte d'efficacité **diffère** suivant le circuit touché



Circuit en X :

Le circuit est séparé en deux. Une roue **avant** avec une roue **arrière**

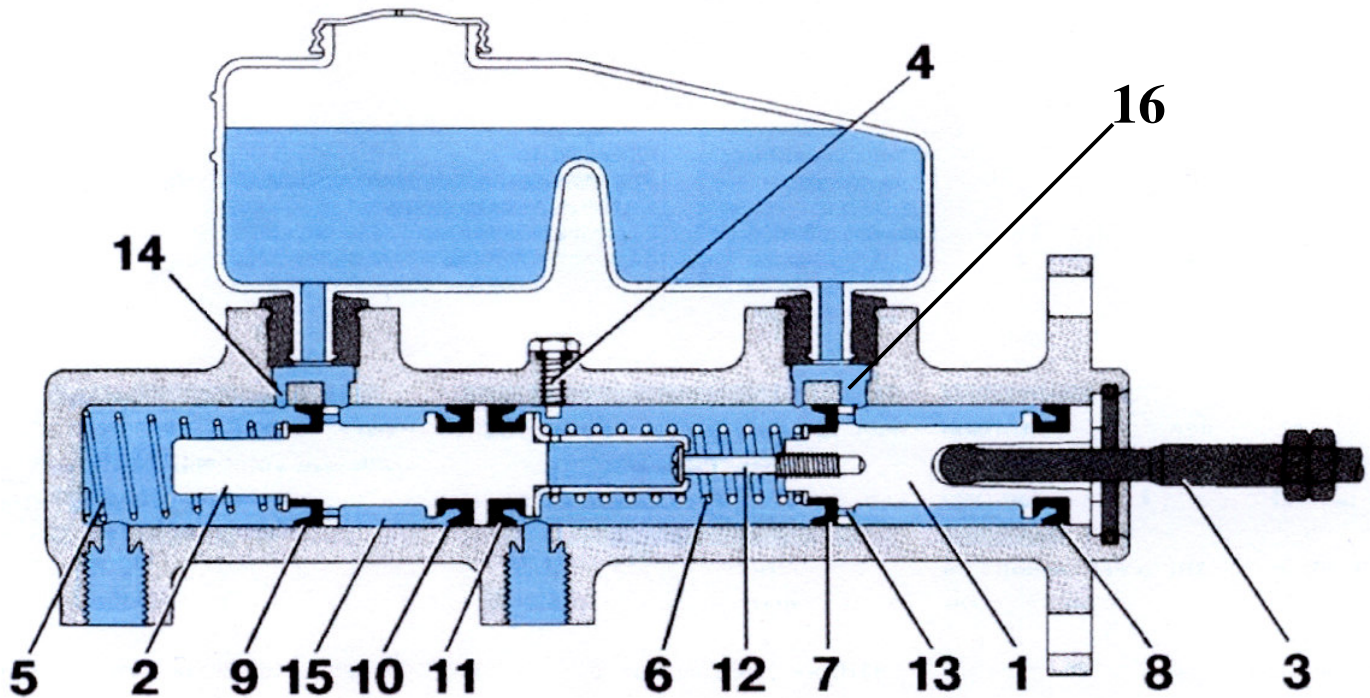
Avantage :

La perte d'efficacité est de **50%** quelque soit le circuit défaillant.

Inconvénient :

En cas de défaillance, la stabilité du véhicule est **très affectée**

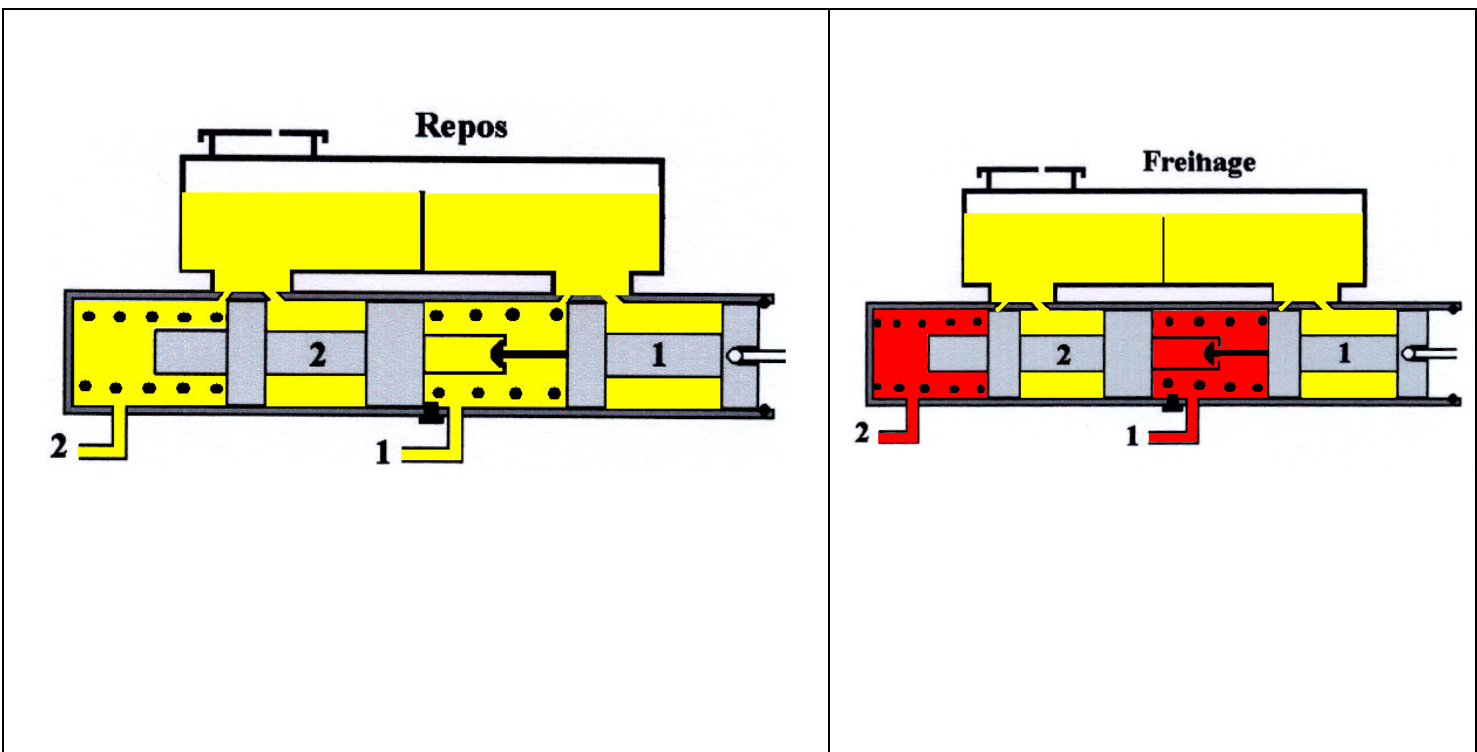
Il est nécessaire d'utiliser un **maître cylindre tandem**

5. Le maître cylindre tandem :**5.A constitution :**

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Piston primaire	9	Coupelle primaire
2	Piston secondaire	10	Coupelle secondaire
3	Tige de poussée	11	Coupelle d'étanchéité
4	Vis de butée	12	Vis de commande
5	Ressort de rappel	13	Trou de compensation
6	Ressort précontraint	14	Trou de dilatation
7	Coupelle primaire	15	Chambre de réalimentation
8	Coupelle secondaire	16	Trou d'alimentation

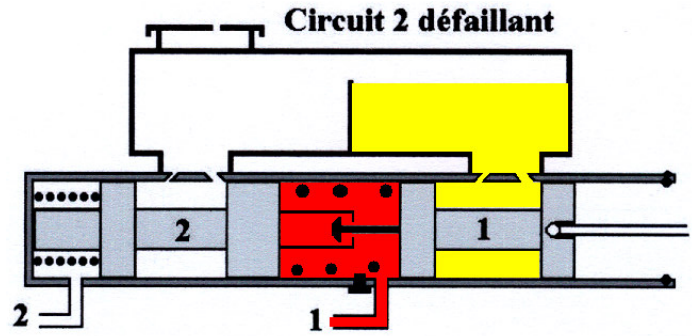
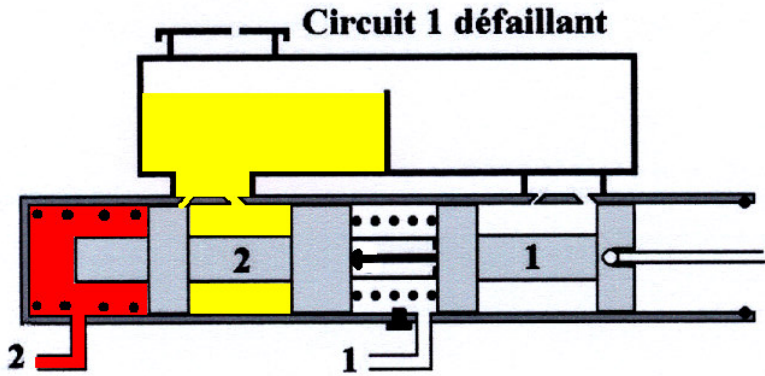
Le freinage

S.B Fonctionnement :



Position	Piston 1	Piston 2	Pression circuit 1	Pression circuit 2	Course pédale
repos	Au repos grâce à son ressort	Au repos grâce à son ressort	Pa	Pa	
Freinage	Avance, commandé mécaniquement par la tige de poussée	Avance, commandé hydrauliquement par la pression qui s'établit dans le circuit 1	Normale selon action du conducteur	Normale selon action du conducteur	Courte

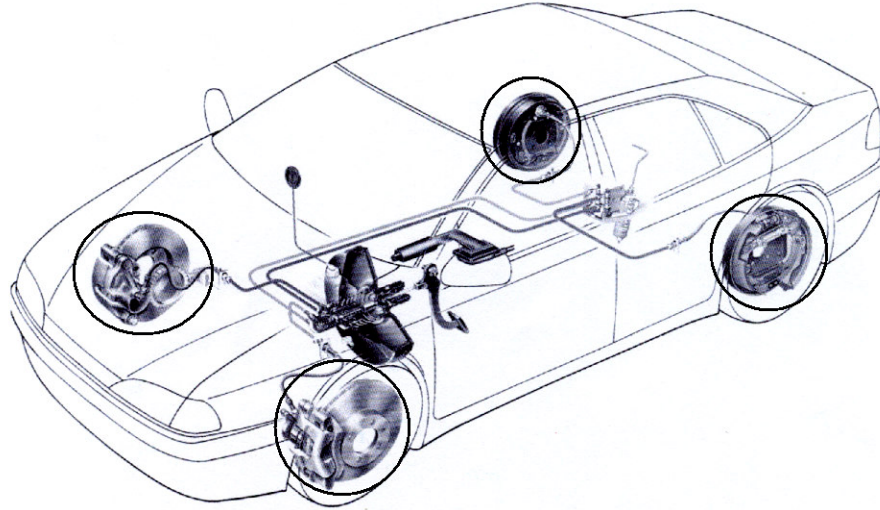
Le freinage



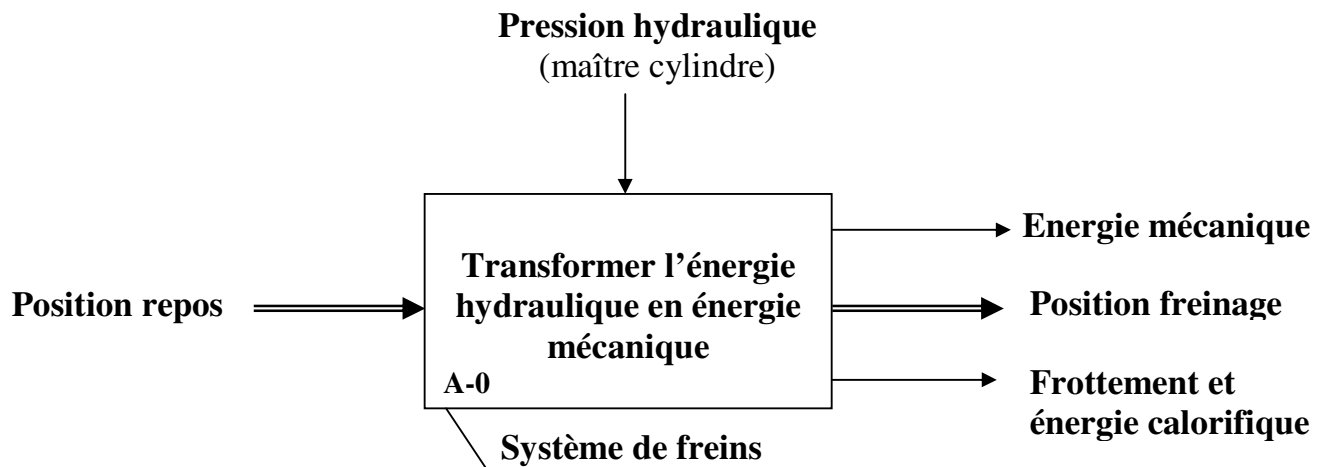
Position	Piston 1	Piston 2	Pression circuit 1	Pression circuit 2	Course pédale
Freinage circuit 1 défaillant	Avance, commandé mécaniquement par la tige de poussée	Avance, commandé mécaniquement par la vis de commande du piston 1	Faible ou pression atmosphérique	Normale	longue
Freinage circuit 2 défaillant	Avance, commandé mécaniquement par la tige de poussée	Avance, commandé hydrauliquement par la pression qui s'établit dans le circuit 1	Normale dès que le piston 2 a pris appui sur le fond de la chambre	Faible ou pression atmosphérique	longue

Systeme operatif :

1. Mise en situation :



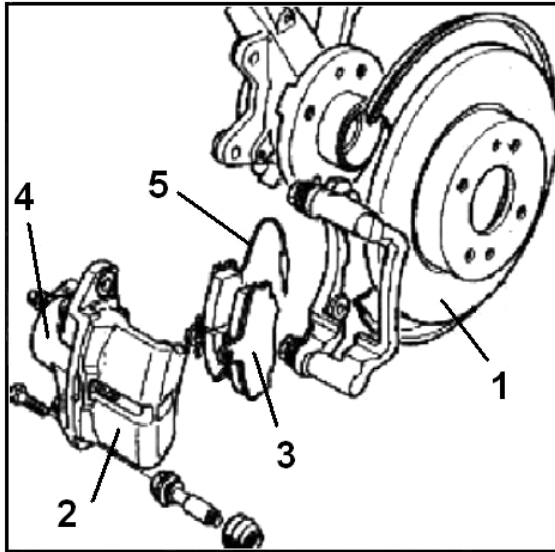
2. Fonction :



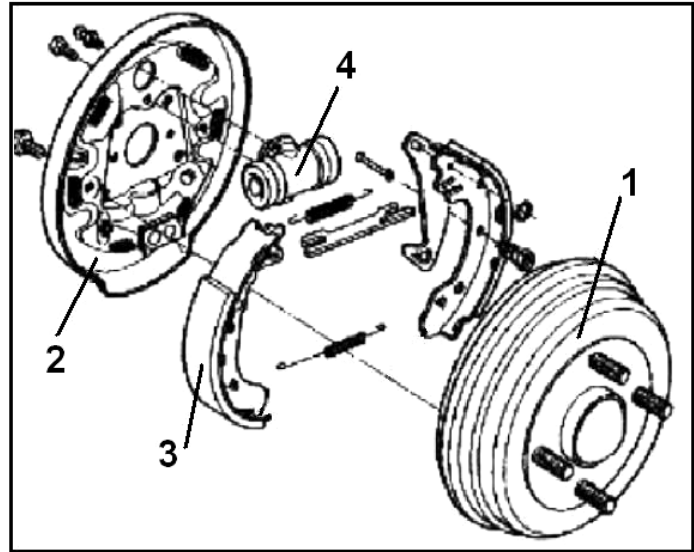
➤ Le système de frein reçoit la **pression hydraulique** issue du maître cylindre et proportionnel au besoin du **conducteur**.

➤ Il **transforme** cette pression en force **mécanique** afin de déplacer les éléments de **friction** et de transformer l'énergie **cinétique** du véhicule en énergie **calorifique** issue des frottements

3. Différents systèmes :



Frein à disque	
1	Disque
2	Étrier
3	Plaquettes
4	Cylindre récepteur
5	Liaison électrique du témoin d'usure

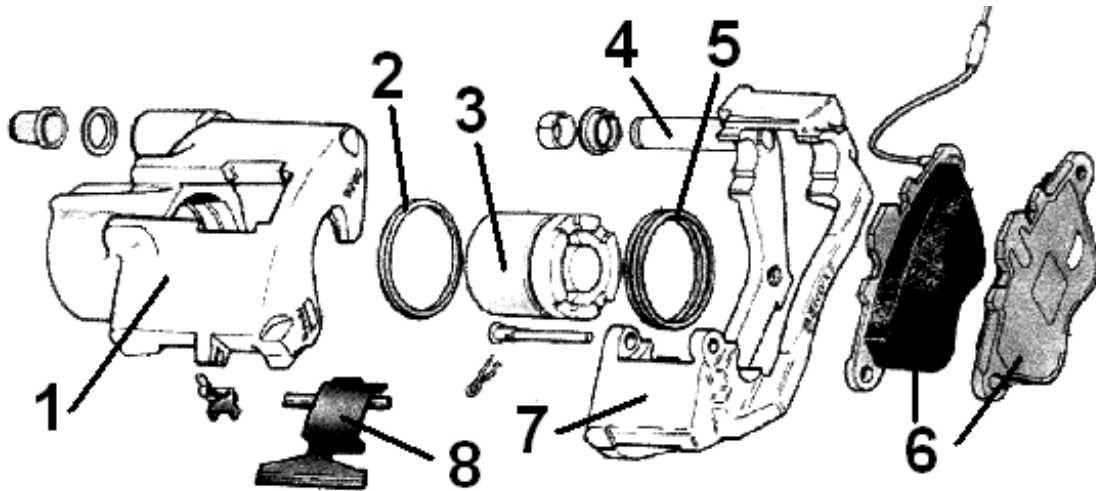


Frein à tambour	
1	Tambour
2	Flasque
3	segments
4	Cylindre récepteur

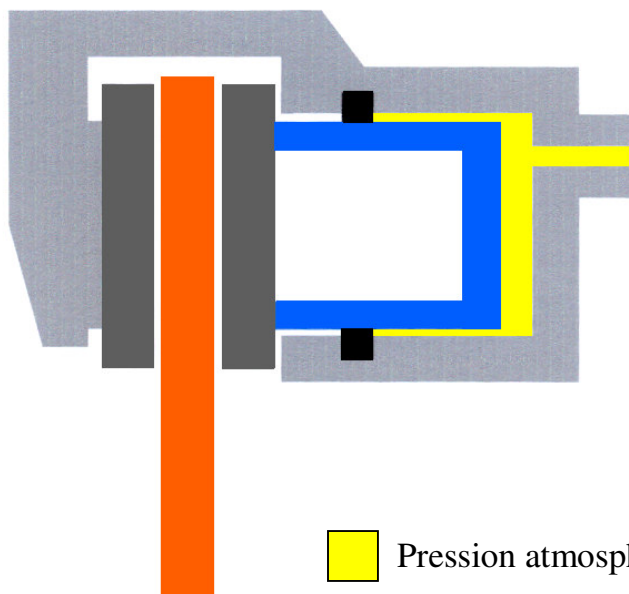
4. Les freins à disque :

➤ Il existe trois systèmes suivant leur utilisation :


- **Les étriers fixes**
- **Les étriers flottants**
- Les étriers flottants avec système de **frein de stationnement** incorporé

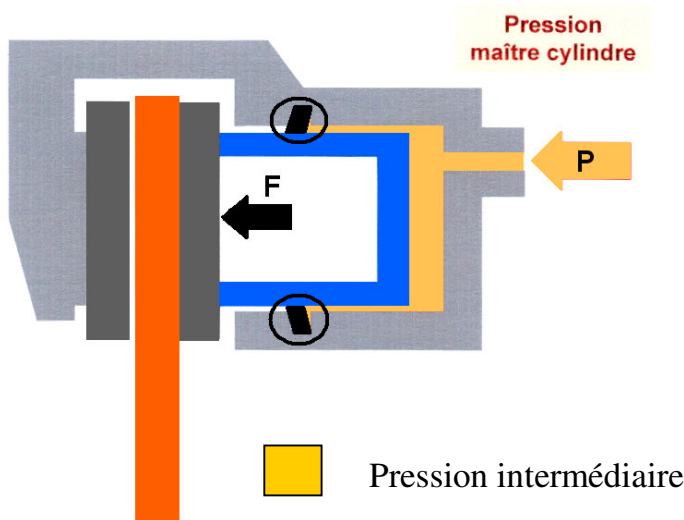
4.A Les étriers flottants :

Repère	Désignation	Repère	désignation
1	Étrier	5	Pare poussières
2	Joint d'étanchéité	6	Plaquettes
3	Piston	7	Chape
4	Colonnnette	8	Ressort antibruit

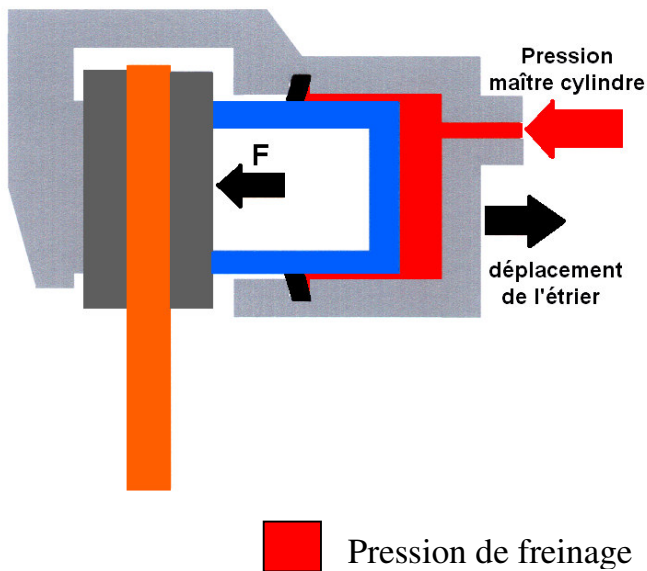
Fonctionnement :Phase repos :

Le conducteur n'agit pas sur la pédale de frein, la pression dans le circuit est égale à la **pression atmosphérique**

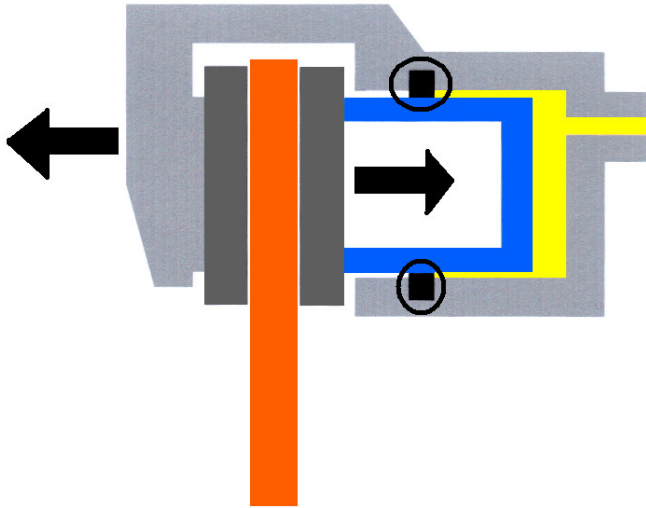
 Pression atmosphérique

Phase freinage :

Le conducteur agit sur la pédale.
 La pression en provenance du **maître cylindre** agit sur le **piston** qui pousse la **première plaquette** contre le disque
 Le déplacement du piston déforme le **joint d'étanchéité**



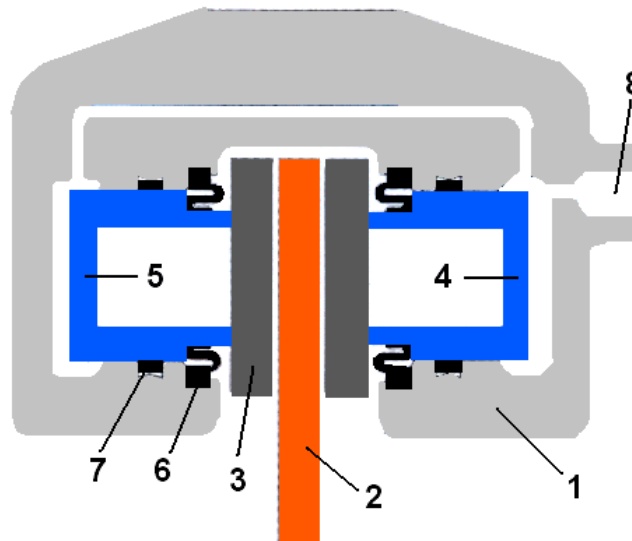
La première plaquette est **contre** le disque. La pression agit également sur le **cylindre récepteur** qui entraîne le **coulissement** de l'étrier qui vient appliquer la **seconde plaquette** contre le disque
 Les deux plaquettes étant contre le disque, elle ne peuvent plus bouger. La pression du maître cylindre **augmente** selon la force du conducteur et donc la force de freinage également

Phase défreinage :

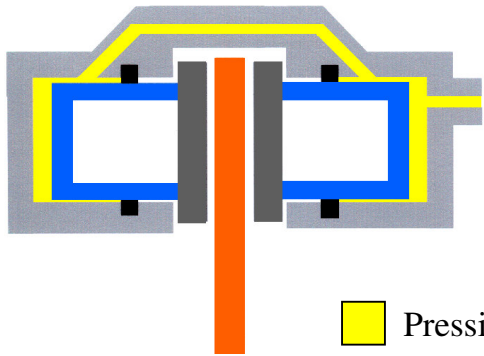
Lorsque le conducteur cesse son action sur la pédale, la pression **chute**

Le **joint** reprend sa **forme** initiale, ce qui entraîne le **retour** du piston et donc de la **première** plaquette


La seconde est repoussée par le **voile** du disque de frein

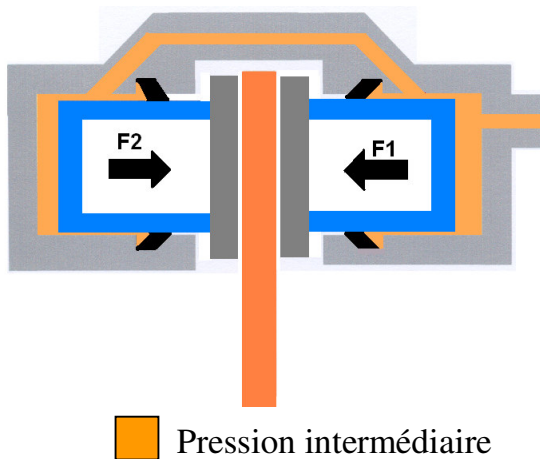
4.B Les étriers fixes :


Repère	désignation	repère	désignation
1	Étrier	5	Piston secondaire
2	Disque	6	Pare poussière
3	Plaquette	7	Joint d'étanchéité
4	Piston primaire	8	Arrivée de liquide

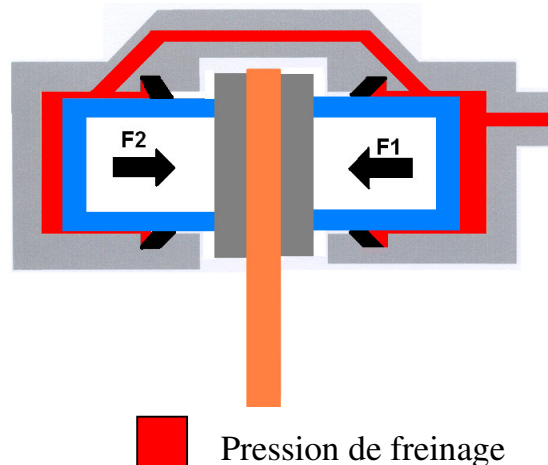
Fonctionnement :Phase repos :

Le conducteur n'agit pas sur la pédale de frein, la pression dans le circuit est égale à la **pression atmosphérique**

 Pression atmosphérique

Phase freinage :

 Pression intermédiaire

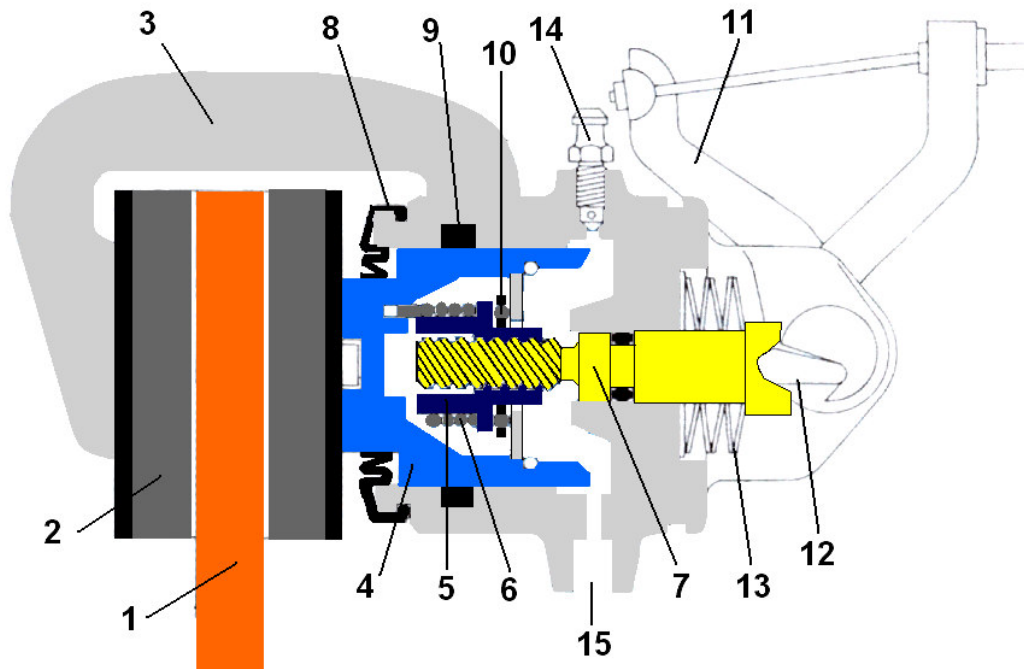


 Pression de freinage

Le conducteur agit sur la pédale.
La pression en provenance du **maître cylindre** agit sur **les deux pistons** qui poussent les **plaquettes** contre le disque
Le déplacement du piston déforme le **joint d'étanchéité**

Les deux plaquettes étant contre le disque, elle ne peuvent plus bouger. La pression du maître cylindre **augmente** selon la force du conducteur et donc la **force de freinage** également

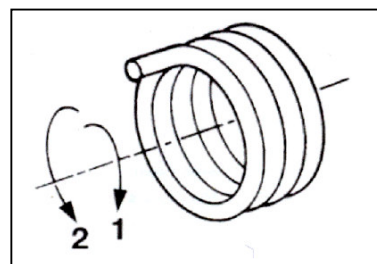
Retour en position repos : Lorsque la pression chute, en reprenant leur forme, les joints font reculer les pistons. Les plaquettes sont repoussées par le voile du disque

4.C Les étriers flottants avec système de frein de stationnement incorporé :

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Disque	9	Joint d'étanchéité
2	Plaquette	10	Butée à bille
3	Étrier	11	Levier frein stationnement
4	Piston	12	Poussoir
5	Écrou	13	Rondelles ressort
6	Ressort	14	Vis de purge
7	Axe fileté (vis)	15	Arrivée de liquide
8	Pare poussière		

- Le fonctionnement **hydraulique** est **identique** à l'étrier flottant.
- Le frein de stationnement est déclenché par **le levier**. Sous son action, **l'axe fileté** se déplace en translation et entraîne **l'écrou** en contact avec **le piston**. Celui-ci est poussé contre la première plaquette qui vient en contact avec le disque. Par réaction, l'étrier se déplace (coulisse) à son tour jusqu'au contact de la seconde plaquette contre le disque.
- Selon **l'usure** du système, le ressort **dévisse** l'écrou et permet d'augmenter la longueur de l'ensemble afin de **rattraper l'usure** des plaquettes

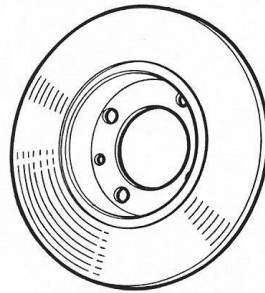
Remarque : Il faut revisser l'écrou lors du changement des plaquettes de freins



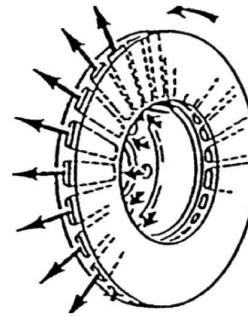
4.D Disque et Plaquettes :

Le disque :

- Il existe deux types de disques :
 - **Les disques pleins**
 - **Les disques ventilés**
- Il doit résister à des températures de **600 à 800°c**

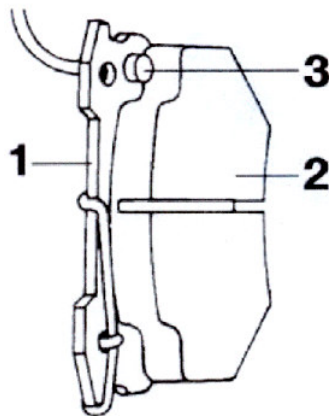


disque plein



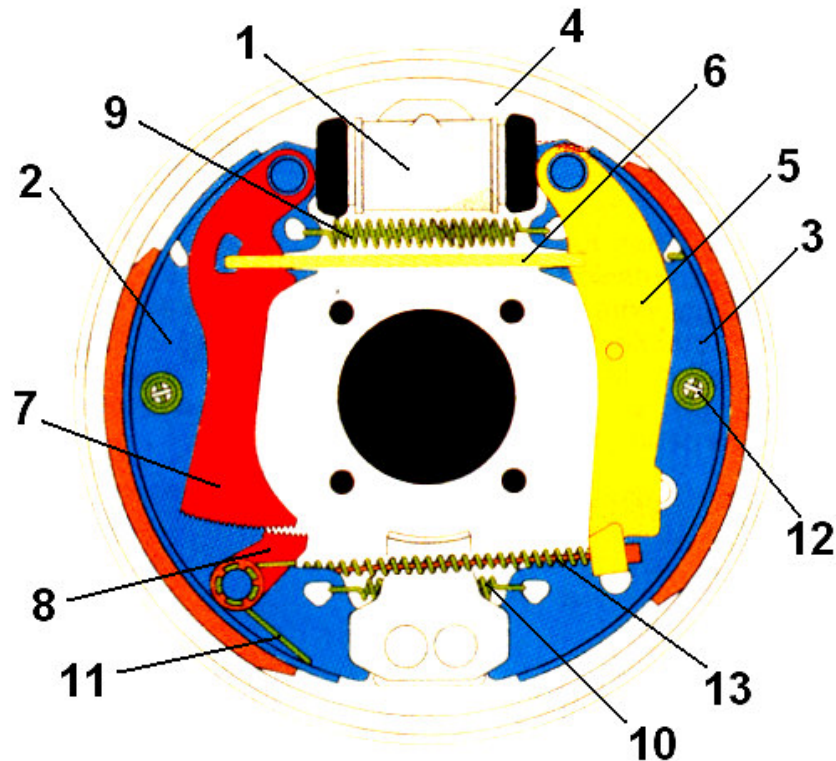
disque ventilé

Les plaquettes :

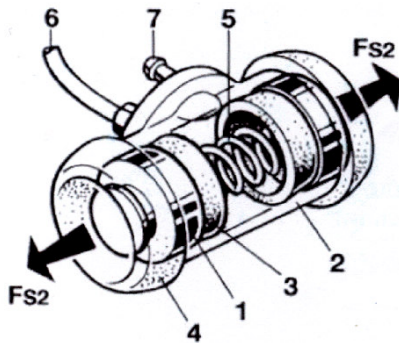


1. Support métallique
2. Garniture
3. Plot de témoin d'usure

- Elles doivent :
 - présenter une bonne résistance à l'**usure** et ne pas être agressive vis-à-vis **du disque**
 - fonctionner sans **bruit**
 - Résister à des **températures** de fonctionnement pouvant atteindre **800°c**
- **Remarque** : Une température trop élevée peut entraîner une perte d'efficacité presque totale du freinage appelée **fading** ou **glaçage**

5. Les freins à tambours :**5.A Constitution:**

Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Cylindre récepteur	8	Loquet de verrouillage
2	Segment primaire ou comprimé	9	Ressort de rappel
3	Segment secondaire ou tendu	10	Ressort de maintien
4	Flasque	11	Ressort de loquet
5	Levier de frein à main	12	Ressort d'ancrage
6	Biellette de frein à main	13	Câble de frein à main
7	Levier d'ajustement		



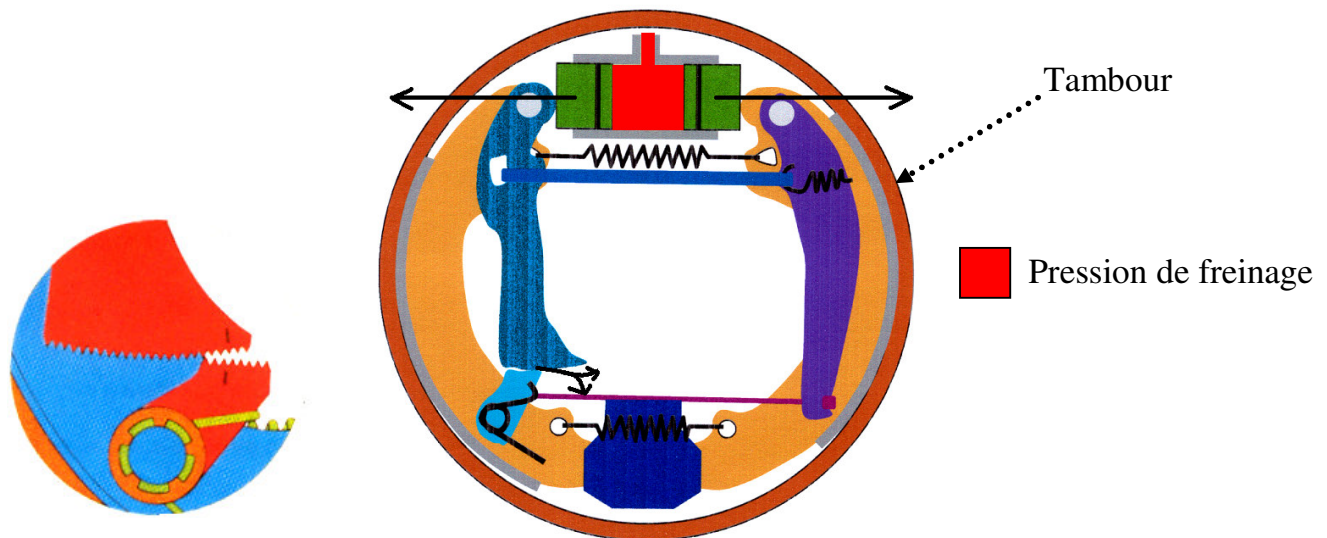
1. Piston
2. Corps
3. Coupelle d'étanchéité
4. Capuchon de protection
5. Ressort
6. Arrivée de liquide
7. Vis de purge

➤ Au freinage, la pression générée par le maître cylindre s'exerce sur la surface des deux pistons qui se déplacent et transmettent une force aux segments de frein

➤ Lorsque la pression chute, les segments sont rappelés par le ressort de rappel et provoquent le retour des pistons en position repos

5.B Fonctionnement :

Freinage :



➤ Le conducteur agit sur la pédale.

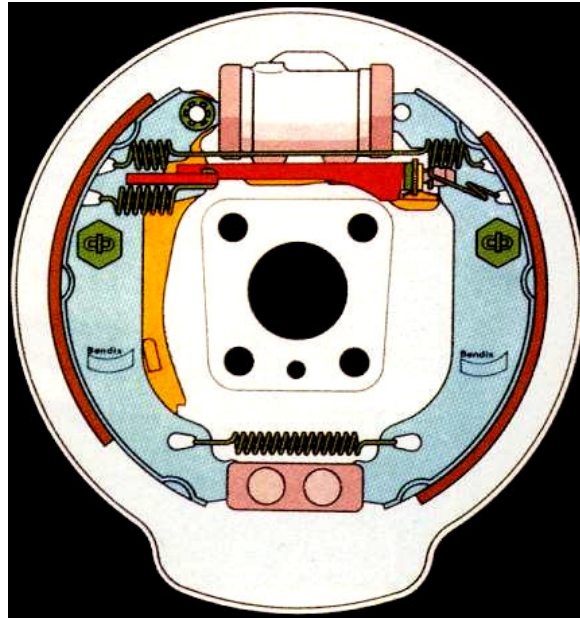
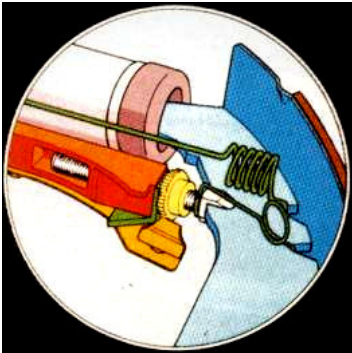
➤ La pression en provenance du **maître cylindre** agit sur les deux pistons du cylindre récepteur. Ceux-ci poussent **les segments** de freins jusqu'au contact avec **le tambour**

Dans le même temps, **la biellette** de frein à main **tire** sur **le levier** d'ajustement et entraîne le **basculement** du loquet de verrouillage. Si l'usure des garnitures devient trop **importante**, le levier passe **une dent** sur le loquet, il y a **rattrapage automatique**

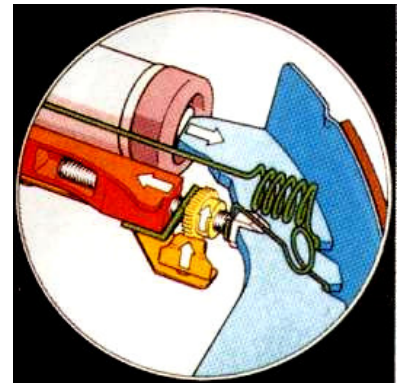
➤ La force de freinage dépend de **la pression** du maître cylindre

5.C Autre système :

Repos



Freinage



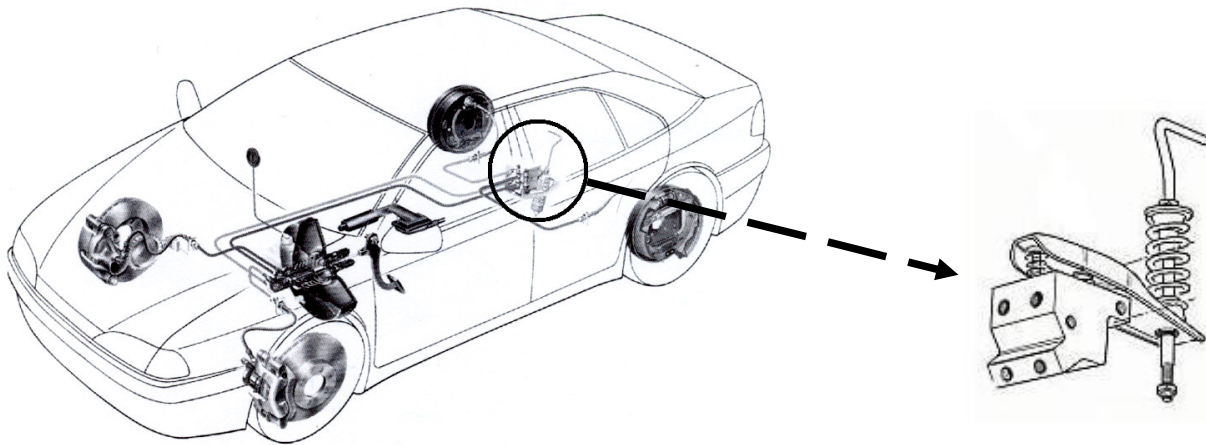
➤ Le fonctionnement en phase freinage est **identique** au précédent exemple, seul le système de **rattrapage** est différent

➤ Le rattrapage est réalisé par un système **vis écrou**. Lorsque l'usure devient importante, l'écrou est **dévisé**, entraînant une **augmentation** de la longueur de la biellette de frein à main

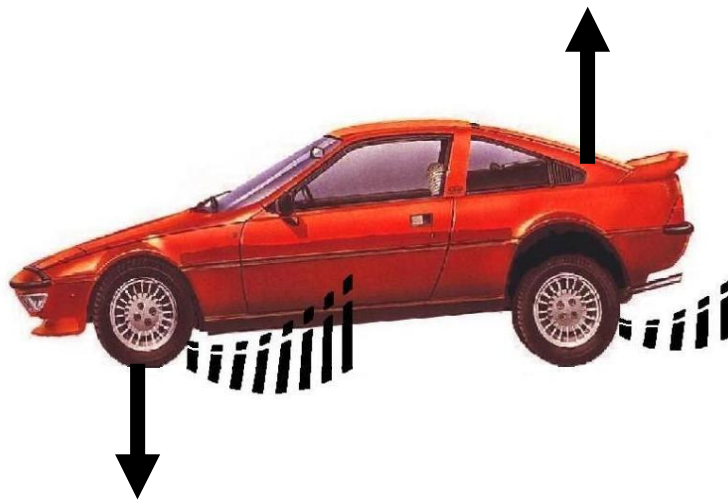
➤ Les pistons du cylindre récepteur restent en **contact** avec les **segments** de frein grâce aux ressorts **incorporés**

Les correcteurs de freinage :

1. Mise en situation :



2. Nécessité :

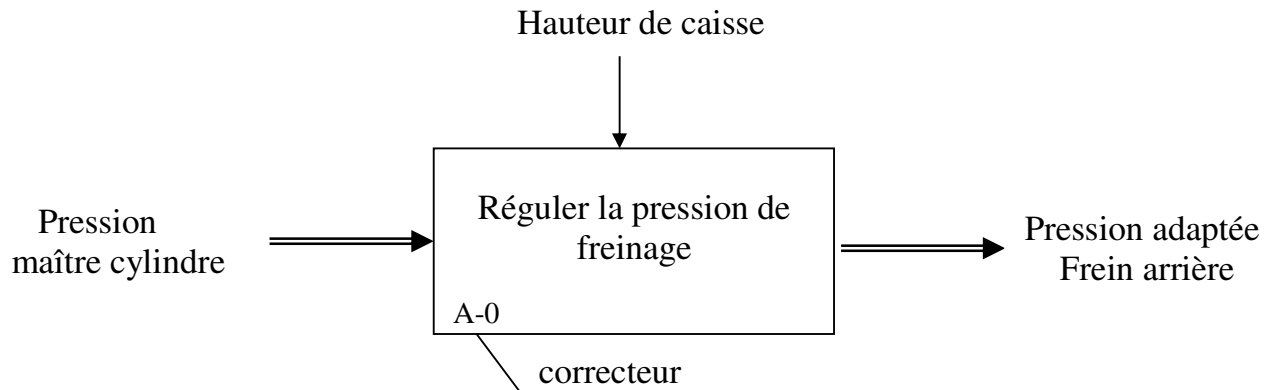


➤ Lors d'un freinage, il y a un transfert de masse de l'arrière vers l'avant. Le train avant est **surchargé** alors que le train arrière est **délesté**

➤ L'adhérence des roues avant **augmente** tandis que celle des roues arrière **diminue**.

➤ **Conclusion :** Afin d'éviter le blocage des roues arrière, il faut **diminuer** la force de freinage à l'arrière.

3. Fonction globale :



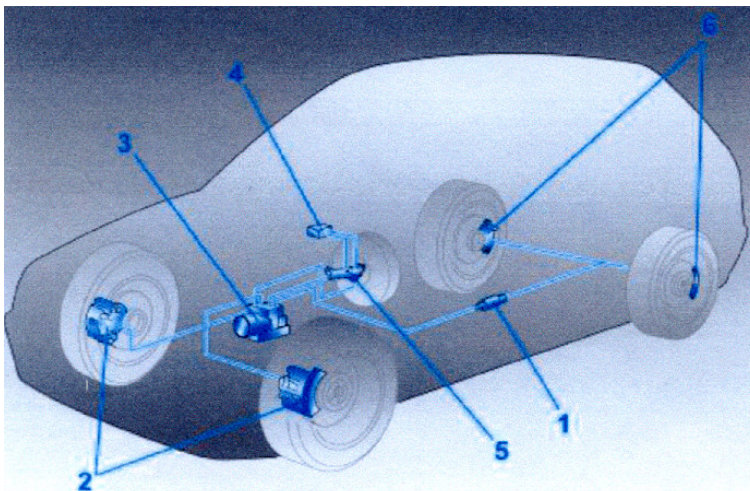
4. Solution adoptées :

➤ Il existe deux systèmes :

- Les **limiteurs** de pression asservis à la charge ou non
- Les **compensateurs** asservis à la charge ou non

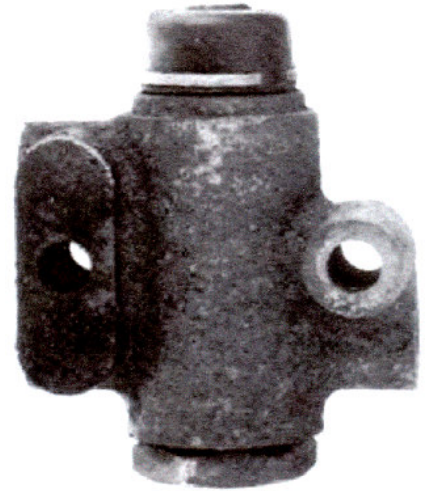
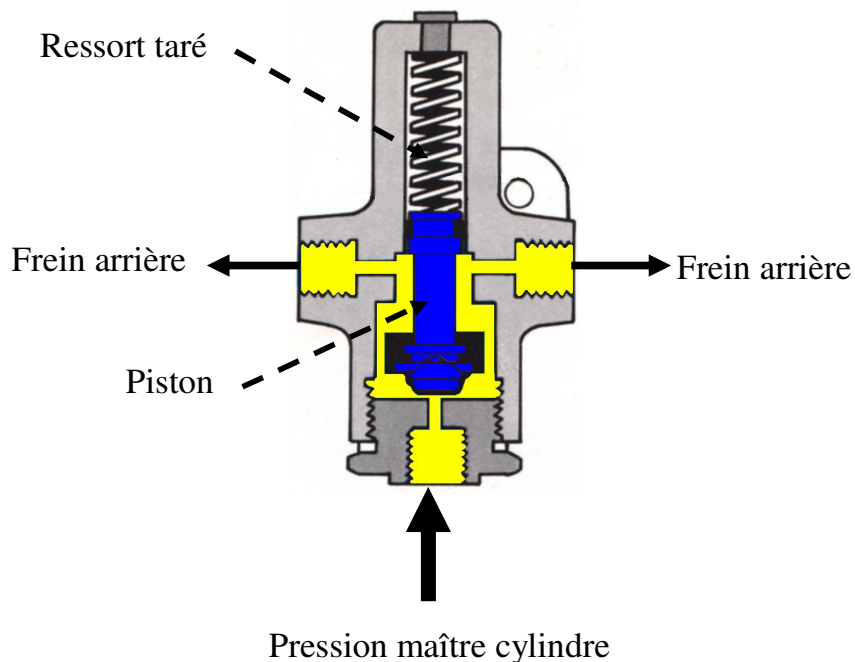
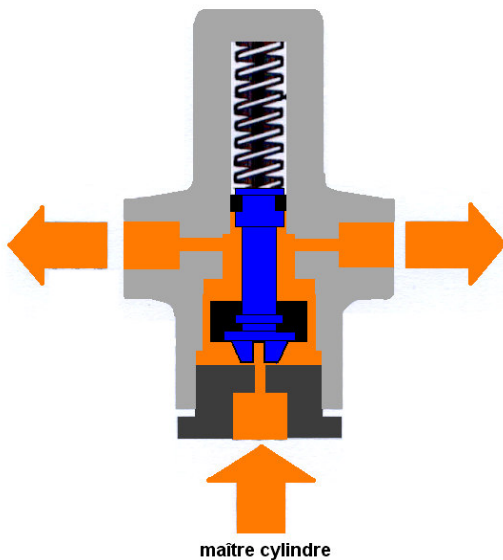
5. Les limiteurs de freinage :

5.1 Le limiteur simple :



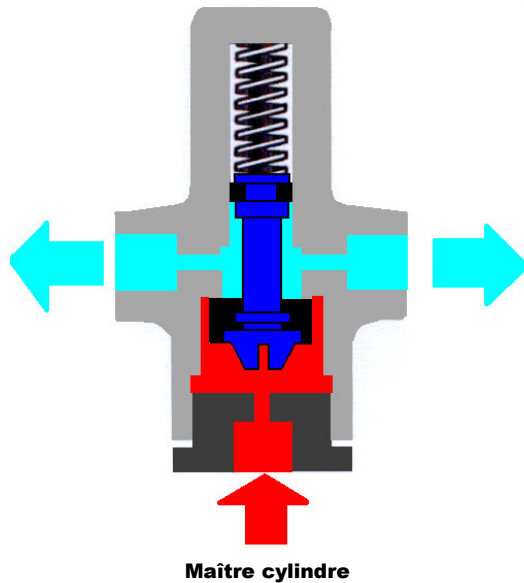
Exemple Clio V6

1. Limiteur
2. Étrier avant
3. Bloc ABS
4. Réservoir liquide
5. Maître cylindre
6. Étrier arrière

A. Constitution :B. Fonctionnement :Freinage normal :

Le conducteur agit sur la pédale de frein
 La **pression** issue du maître cylindre **pénètre** dans le limiteur de pression et agit sur **le piston** qui est maintenu par un **ressort** taré
 Le piston se **soulève** proportionnellement à la pression du maître cylindre, permettant la **communication** avec les **cylindres** récepteurs

 Pression du maître cylindre (inférieure au tarage du ressort)



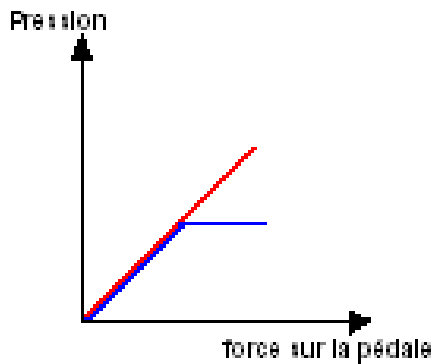
Freinage puissant :

La pression issue du maître cylindre est très **importante**. Le piston comprime le ressort et **ferme** le clapet entraînant **l'isolation** des circuits. La pression arrière est **stabilisée** quelle que soit la pression dans les freins avant.

■ Pression du maître cylindre (supérieure au tarage du ressort)

■ Pression dans les cylindres récepteurs (arrière)

C. Exemple de courbe :



La pression du maître cylindre (frein avant) est **proportionnelle** à la force du conducteur sur la pédale.

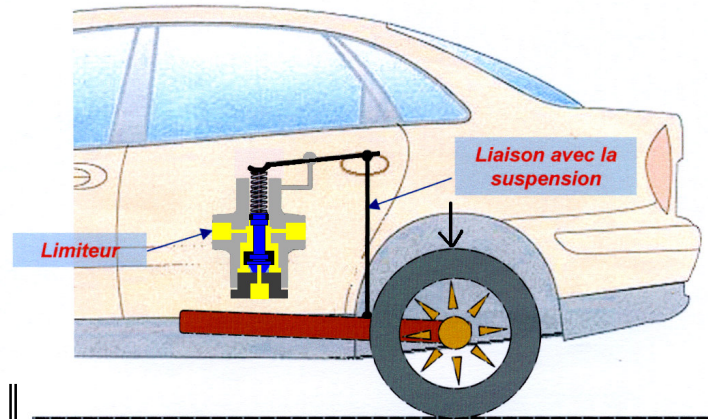
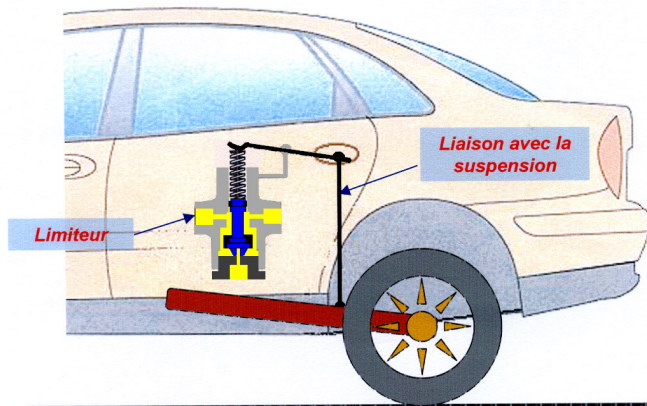
La pression arrière est **limitée** à partir d'une certaine pression (fermeture du clapet).

■ Pression avant ■ Pression arrière

5.2 Le limiteur asservis :

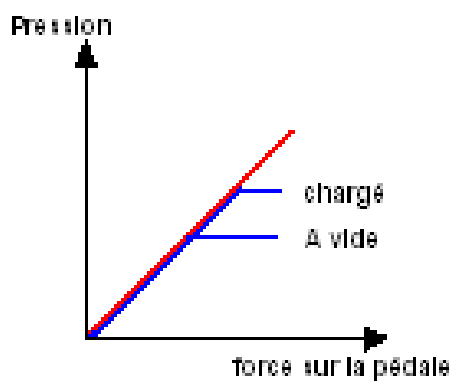
➤ Le fonctionnement est **identique** au limiteur simple. La seule différence est que le **tarage** du ressort **varie** en fonction de la **hauteur** de caisse du véhicule :

➤ Plus le véhicule est **chargé**, plus la hauteur de caisse **diminue**. Plus la hauteur de caisse diminue, plus le **tarage** du ressort **augmente**, donc la **pression** aux cylindres récepteurs **augmente**.

A. Principe :

- Le véhicule est **très peu** chargé, sa hauteur de caisse est **importante**.
- Le levier agit **peu** sur le ressort, la pression aux cylindres de roue est **faible**

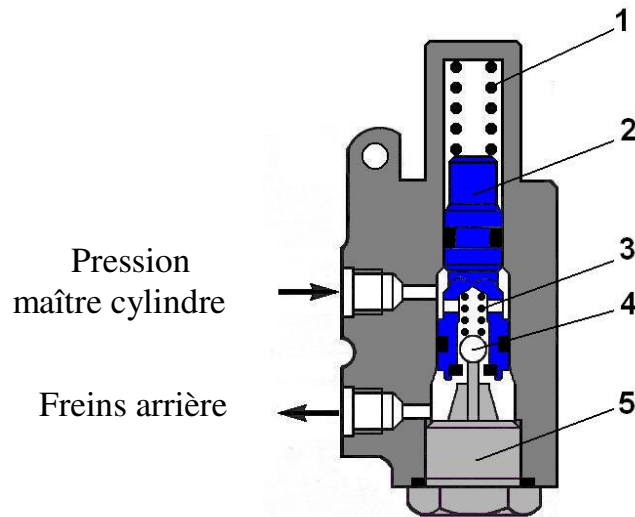
- Le véhicule est **très** chargé, sa hauteur de caisse a **diminuée**.
- Le levier est actionné, il agit sur le ressort et **augmente son tarage**
- La pression aux cylindres de roue **augmente** proportionnellement au nouveau **tarage**

B. Exemple de courbe :

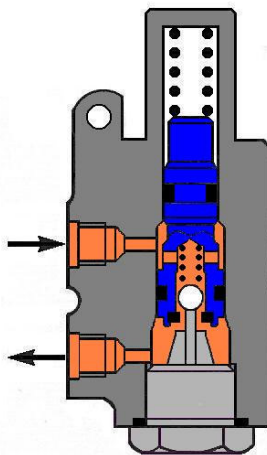
La pression aux cylindres de roue est toujours **limitée** par la fermeture du clapet. Cette fermeture dépend du **tarage** du ressort qui varie selon la **charge** du véhicule (hauteur de caisse)

Conclusion : La pression des freins arrière, donc la force de freinage, dépend de la charge du véhicule

■ Pression avant ■ Pression arrière

6. Les compensateurs :6.1 Le compensateur simple :A. Constitution :

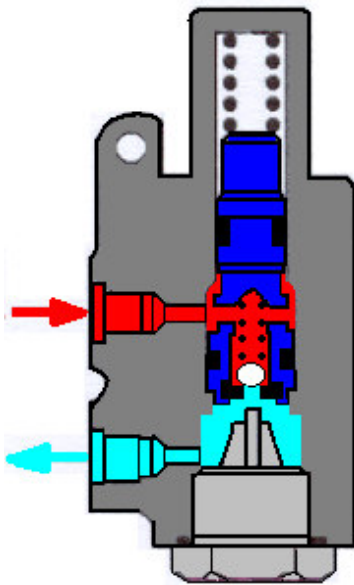
1. Ressort de limitation
2. Piston étagé
3. Ressort
4. Clapet de communication
5. Bouchon avec poussoir

B. Fonctionnement :Freinage normal :

Le conducteur agit sur la pédale de frein
 La **pression** issue du maître cylindre **pénètre** dans le **compensateur** de pression et agit sur le **piston** étagé qui est maintenu par un **ressort** de limitation
 Le clapet de communication est **ouvert**. La pression dans les cylindres récepteurs est **identique** à celle du maître cylindre



Pression du maître cylindre




Freinage puissant :

La pression issue du maître cylindre est **très importante**. Le piston étagé **comprime** le ressort entraînant la **fermeture** du **clapet** de communication

Les freins arrières sont **isolés** du maître cylindre.

A chaque **augmentation** de pression du maître cylindre, le piston étagé redescend très **rapidement** et **ouvre** le clapet de communication. La pression arrière **augmente**, puis le clapet se **referme**.

La **succession** d'ouverture et de fermeture du clapet permet une augmentation de la pression arrière **proportionnelle** à la pression avant mais **plus faible**

 Pression du maître cylindre (supérieure au tarage du ressort)

 Pression des cylindres récepteurs (arrière)

C. Exemple de courbe :



La pression du maître cylindre (frein avant) est **proportionnelle** à la force du conducteur sur la pédale

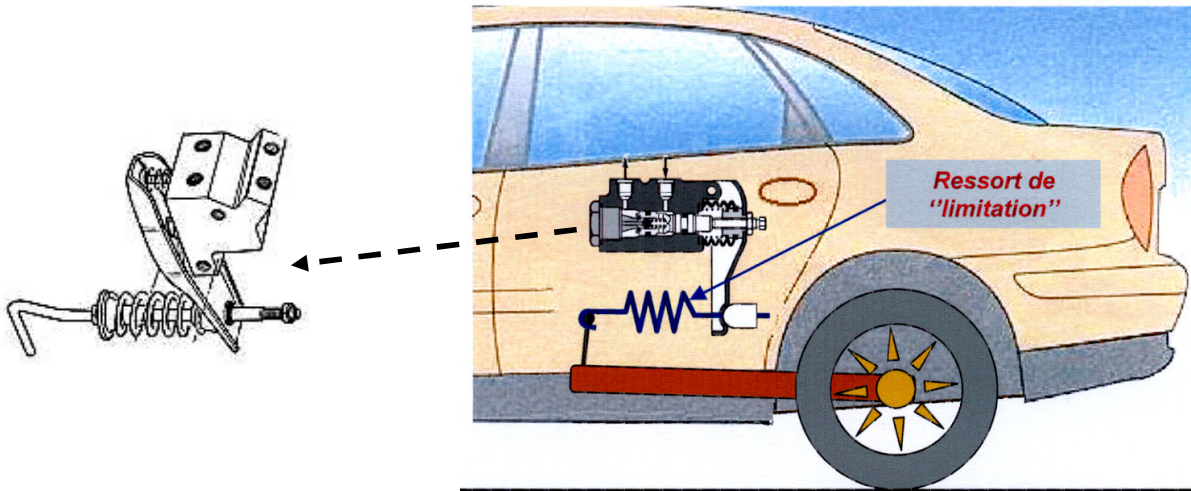
La pression arrière est **compensée** à partir d'une certaine pression (fermeture du clapet)

 Pression Avant

 Pression arrière

6.2 Le compensateur asservi :

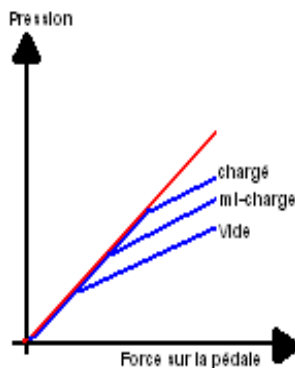
A. Principe :



➤ Le ressort de limitation n'est plus intégré au compensateur mais se trouve à l'**extérieur** du système

➤ Selon la **charge** du véhicule, son **tarage** sera plus ou moins important. Plus le véhicule est **chargé**, plus le tarage **augmente**, ainsi la pression aux récepteurs arrière **augmente**.

B. Exemple de courbe :

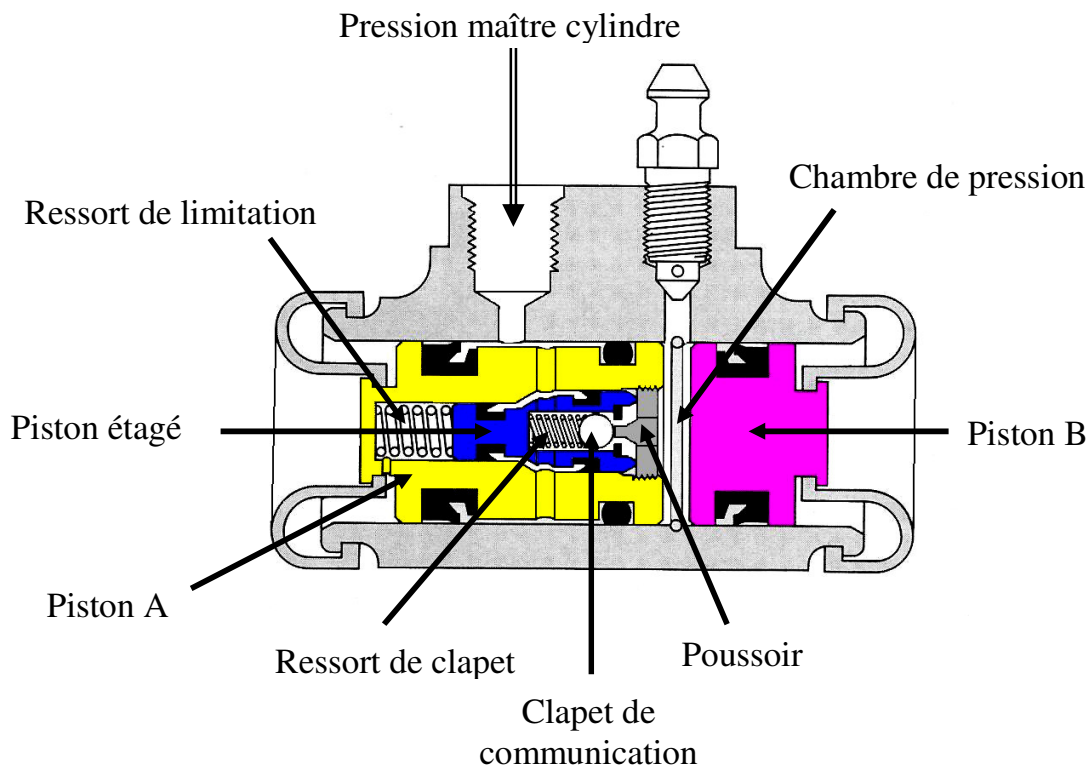
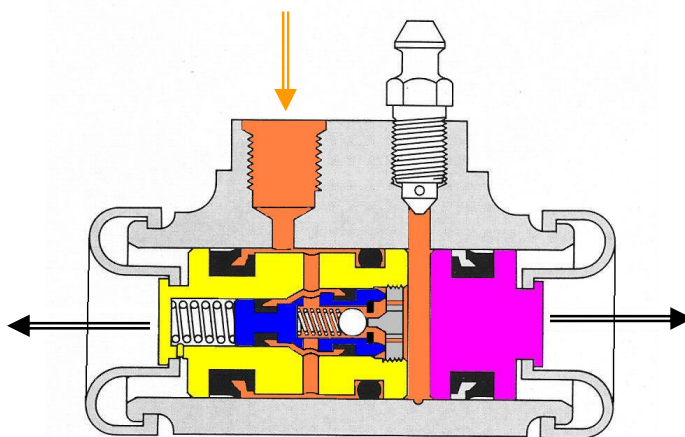


La pression arrière est toujours compensée à partir d'une certaine pression, mais cette pression dépend maintenant de la charge du véhicule

■ Pression avant

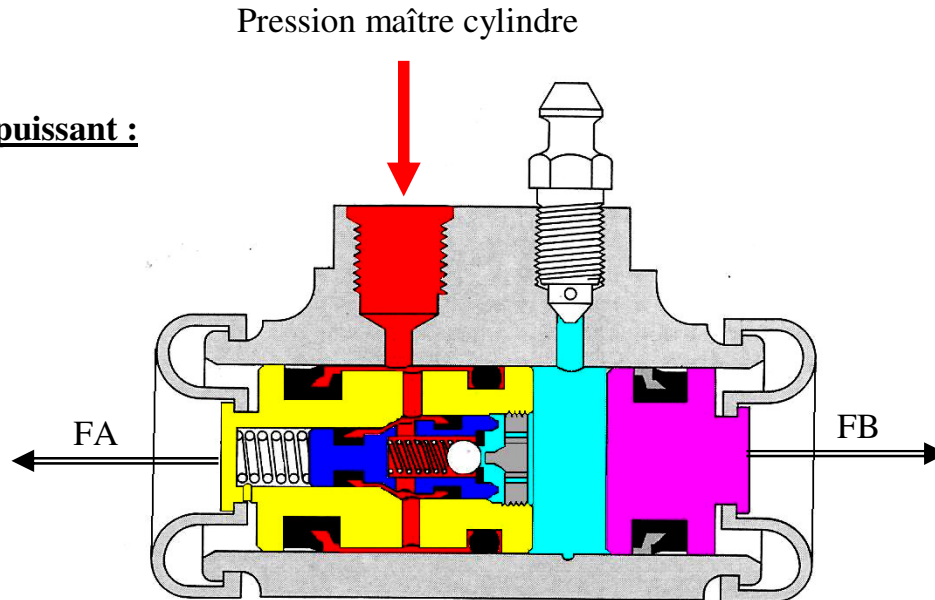
■ Pression arrière

	Pression compensation	
	AV	AR
Vide	50 b	27.5 b
Mi Charge	50 b	35 b
Chargé	50 b	42.5 b

6.3 Le compensateur intégré :A. Constitution :B. Fonctionnement :Freinage normal :

■ Pression maître cylindre

Le conducteur agit sur la pédale de frein
 La **pression** issue du maître cylindre **pénètre** dans le compensateur de pression et agit sur le **piston** étagé qui est maintenu par un **ressort** de limitation
 Le **clapet** de communication est **ouvert**. La **pression** qui règne dans la chambre de pression est **identique** à celle du maître cylindre
 Les pistons A et B se **déplacent** et commande les **segments** de frein

Freinage puissant :

- Pression du maître cylindre (supérieure au tarage du ressort de limitation)
- Pression chambre haute pression (isolée)

- La pression issue du maître cylindre est **très importante**. Le piston étagé **comprime** le ressort de limitation entraînant la **fermeture** du **clapet** de communication
- La **chambre** haute pression est **isolée** du maître cylindre, sa pression reste **fixe**
- A chaque **augmentation** de la pression du maître cylindre, le clapet de communication s'**ouvre** pendant un très **bref instant**, permettant une **hausse** de la pression dans la chambre. Ainsi la pression de freinage arrière peut **augmenter** mais pas autant que la pression du maître cylindre

C. Exemple de courbe :

- Pression avant
- Pression arrière