

# SYSTEME DE FREIN MOTEUR OPTIBRAKE

## DOSSIER TECHNIQUE

### 1. Présentation

Le freinage des véhicules industriels a toujours fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des constructeurs, tant les enjeux sécuritaires et économiques sont cruciaux.

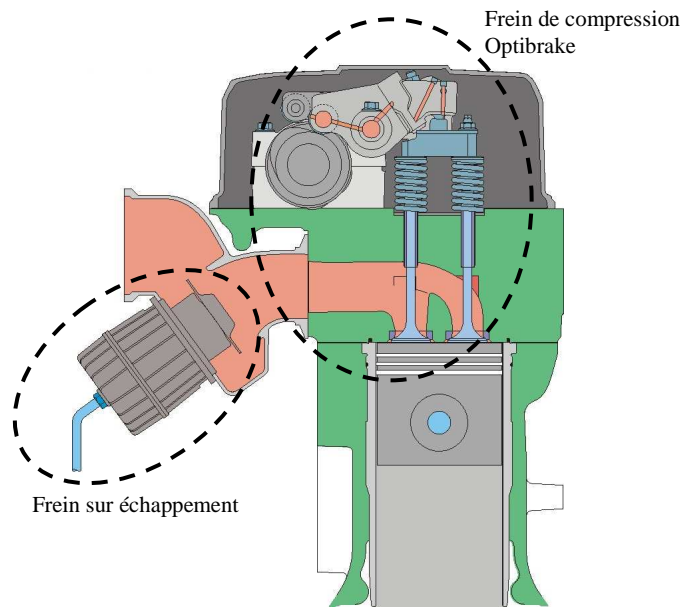
Des freins efficaces et fiables font partie des principaux facteurs déterminants dans la sécurité de conduite. Les véhicules sont équipés de plusieurs systèmes qui interagissent pour offrir la meilleure performance de freinage possible dans toutes les conditions. Aux freins de roues et ralentisseur hydraulique s'ajoute un **frein moteur** efficace (frein sur échappement et frein de compression), en l'occurrence le système **Optibrake**.

La technologie de l'optibrake repose sur une **interaction entre le frein sur échappement**, qui régule le flux des gaz d'échappement, **et le frein de compression Optibrake**, qui régule la pression à l'intérieur des cylindres par **un remplissage et une évacuation**.

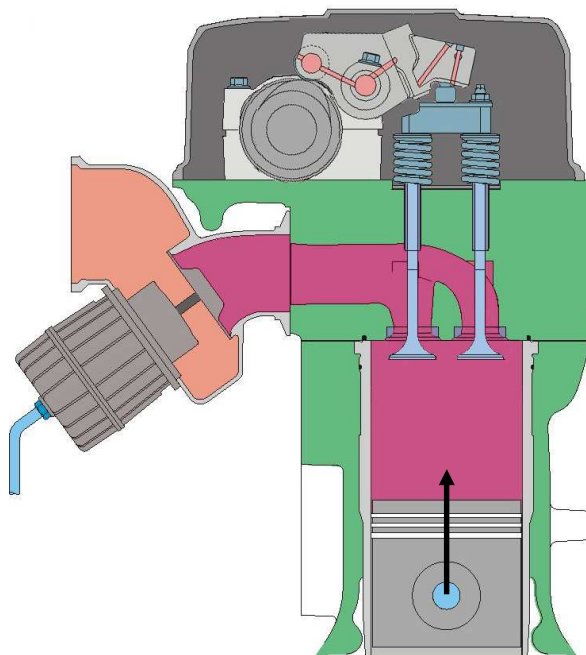
Pour profiter pleinement de la puissance procurée par l'Optibrake, une seule règle, amener le régime moteur entre **1800 et 2300 tr/min**. "Certains chauffeurs mal informés utilisent l'Optibrake comme un système de freinage classique, c'est-à-dire sans se soucier de faire monter le moteur dans les tours. C'est évidemment une erreur : on n'emploie pas un Optibrake à **1300 tr/min**", confie un pilote d'essai. "C'est d'autant plus dommage qu'ils se privent ainsi d'un formidable outil : grâce à l'Optibrake, je descends le Mont-Blanc à 60 km/h sans quasiment toucher mes freins de service, qui restent donc pleinement opérationnels en cas de freinage d'urgence."

Au-delà de son apport sécuritaire, l'Optibrake contribue à une réduction des frais de maintenance (diminution de l'usure des freins de service de l'ordre de 25 %) mais aussi à une augmentation de la productivité (possibilité de tenir une vitesse moyenne plus élevée, les descentes pouvant être abordées plus rapidement).

## 2. Identification du frein sur échappement et du frein de compression Optibrake



## 3. Principe d'action du frein sur échappement



Le frein sur échappement permet la quasi-fermeture du collecteur d'échappement grâce à un actionneur commandé pneumatiquement.

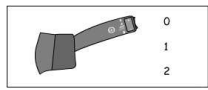
Le frein sur échappement régule une contre-pression dans le collecteur d'échappement en s'opposant à l'échappement libre des gaz.

Lorsque les soupapes d'échappement s'ouvrent au temps moteur « Echappement », la remontée du piston est freinée par la contre-pression dans le collecteur d'échappement.

La fonction de ce système est de créer un travail résistant dans le cycle thermodynamique au temps moteur « Echappement ».

#### 4. Conditions de mise en service du frein Optibrake (Consignes)

Pour que le frein moteur fonctionne, les conditions suivantes doivent être remplies:



Commande frein moteur :

- **en position 1** : frein sur échappement seul.
- **en position 2** : frein sur échappement et frein de compression Optibrake.



Pédale d'embrayage entièrement libérée



Régime moteur au-delà de 900 tr/min



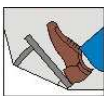
Température d'huile moteur supérieur à 55°C



Vitesse au compteur supérieure à 5 km/h



Pression du turbo compresseur en dessous de 0.5 bar



Pédale d'accélérateur entièrement libérée

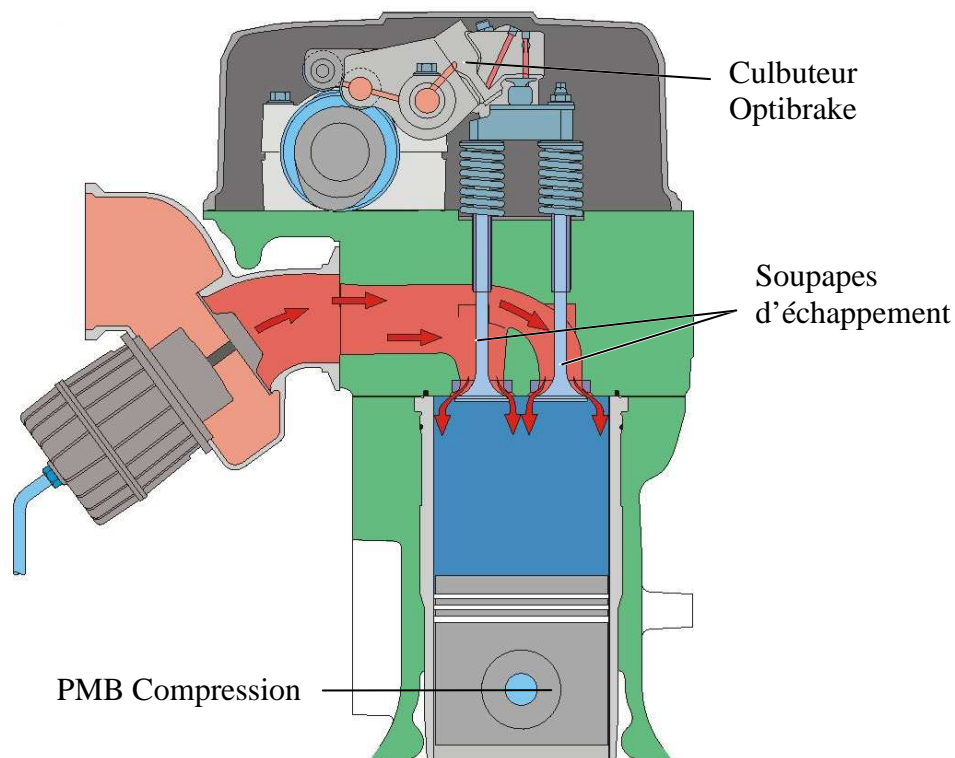
Il n'y a pas de combustion en même temps que le frein moteur est actif (quantité de carburant injectée nulle).

#### 5. Principe d'action du frein de compression Optibrake

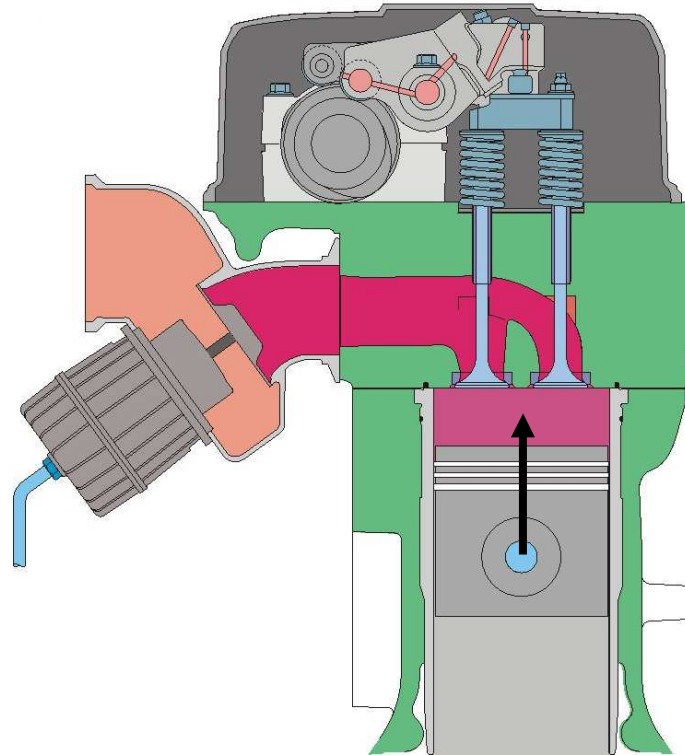
L'Optibrake est activé.

Lorsque le piston est à la position PMB au début du temps moteur « Compression », le culbuteur Optibrake ouvre les soupapes d'échappement.

L'air sous pression, présent dans le collecteur d'échappement piégé par le frein d'échappement, pénètre dans le cylindre.

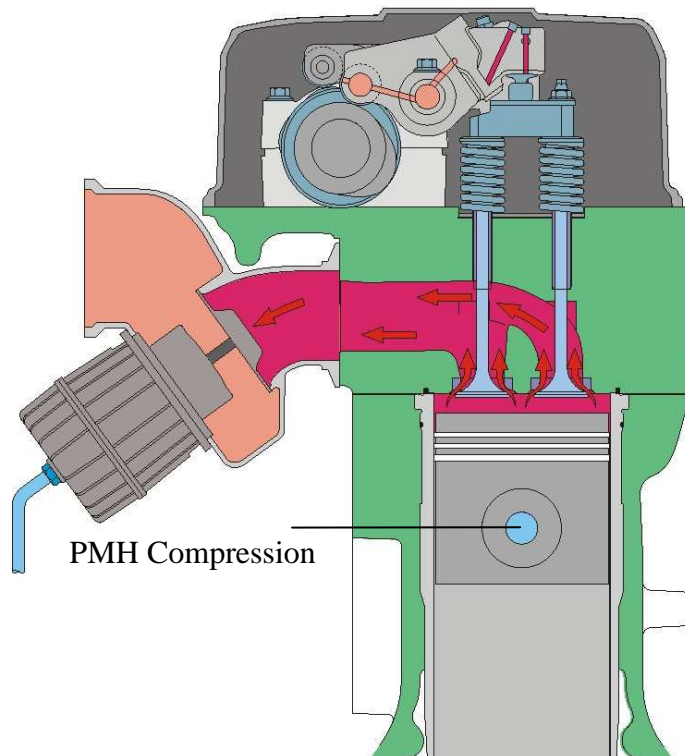


Les soupapes d'échappement se referment et le piston en remontant comprime l'air dans le cylindre.



Lorsque le piston est à la position PMH à la fin du temps moteur « Compression », le culbuteur Optibrake ouvre à nouveau les soupapes d'échappement.

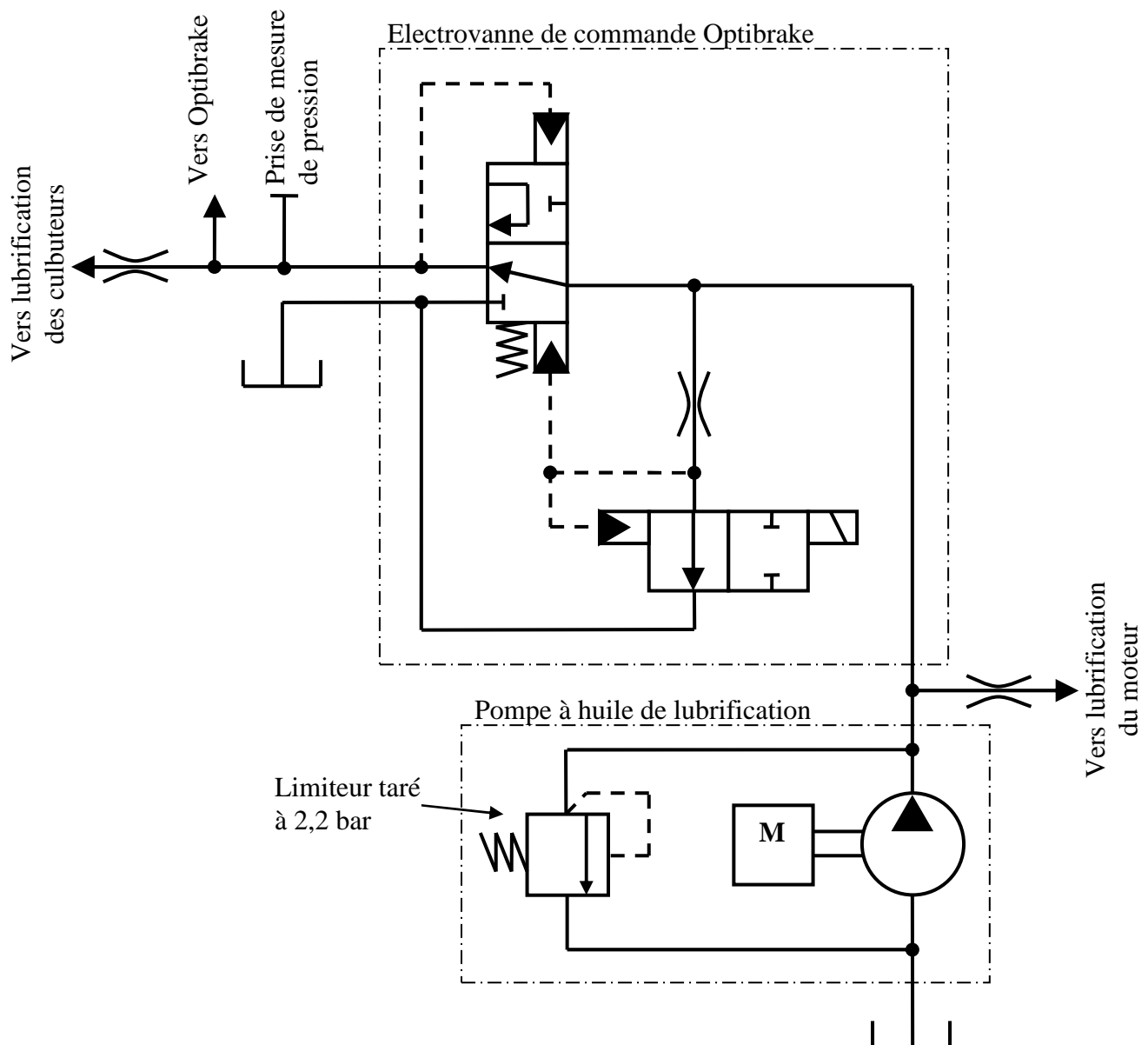
L'air comprimé par le piston s'échappe vers le collecteur d'échappement.



Ainsi, l'énergie transférée dans la compression de l'air, ne sera pas restituée au piston dans le temps moteur suivant (« Détente »).

La fonction de ce système est de créer un travail résistant dans le cycle thermodynamique au temps moteur « Compression ».

## 6. Schéma hydraulique de commande de l'Optibrake

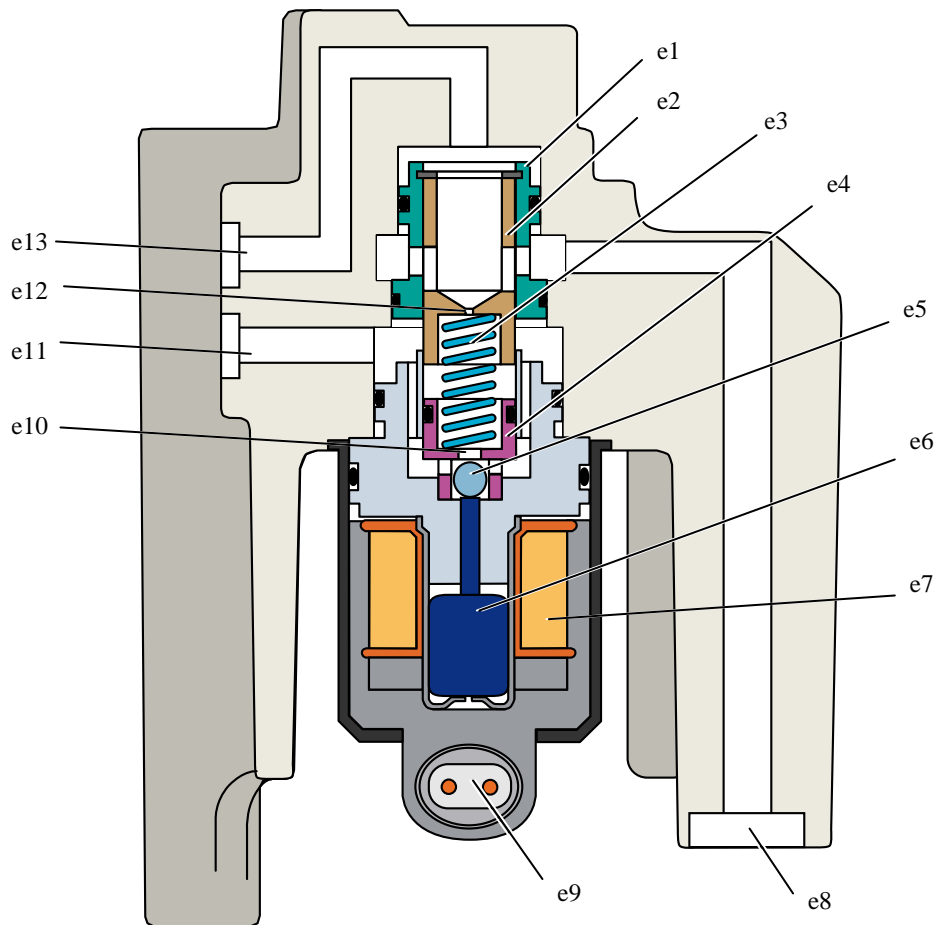


Le débit d'huile est créé par la pompe à huile de lubrification.

La commande du système Optibrake est réalisée par une électrovanne qui permet de délivrer deux niveaux de pression d'huile : **1 bar** en position Optibrake désactivé, **2,2 bar** en position Optibrake activé.

L'huile sous pression est acheminée vers les culbuteurs et l'Optibrake par un perçage dans l'axe des culbuteurs. A ce niveau une prise de mesure de pression est prévue pour le raccordement d'un manomètre afin de mesurer la pression dans la rampe de culbuteur lors d'une opération de maintenance.

**7. L'électrovanne de commande.**



- |                                           |                                                   |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| e1 Douille                                | e8 Arrivée de pression                            |
| e2 Tiroir                                 | e9 Raccord électrique                             |
| e3 Ressort de tarage                      | e10 Orifice de régulation pour la pression pilote |
| e4 Siège de ressort avec support de bille | e11 Retour                                        |
| e5 Bille de fermeture                     | e12 Orifice calibré                               |
| e6 Piston                                 | e13 Passage d'huile vers les culbuteurs Optibrake |
| e7 Bobine magnétique                      |                                                   |

**Moteur tournant, Optibrake désactivé, régulation à 1 bar : (voir C2/4)**

Le moteur tourne et l'Optibrake est désactivé. Si la pression aux culbuteurs et donc dans l'orifice (e13) dépasse **1 bar**, alors le tiroir (e2) comprime le ressort (e3). En se déplaçant, le tiroir (e2) met en communication l'orifice (e13) et l'orifice (e11) et ferme l'arrivée de pression. La pression dans (e13) est ainsi régulée à **1 bar**.

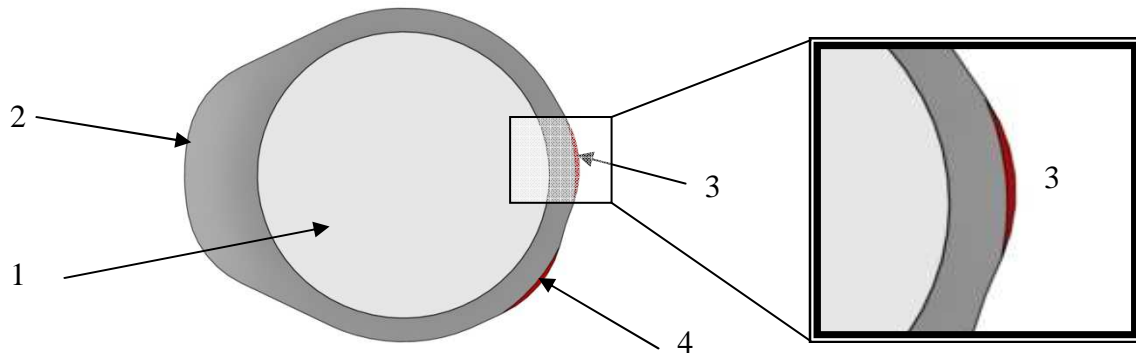
**Moteur tournant, Optibrake activé : (voir C2/4)**

Lorsque le moteur tourne et que l'Optibrake est activé, le solénoïde (e7) est alimenté et la bille (e5) est repoussée, fermant ainsi le retour par l'orifice (e10). Le tiroir (e2) ne peut plus se déplacer, l'électrovanne ne fait plus la régulation à 1 bar. L'huile venant de la pompe, dont la pression est limitée à **2,2 bar**, arrive donc à l'axe de culbuteurs et le frein de compression Optibrake entre en service.

## 8. Structure de l'Optibrake

Il y a un frein de compression Optibrake par cylindre.

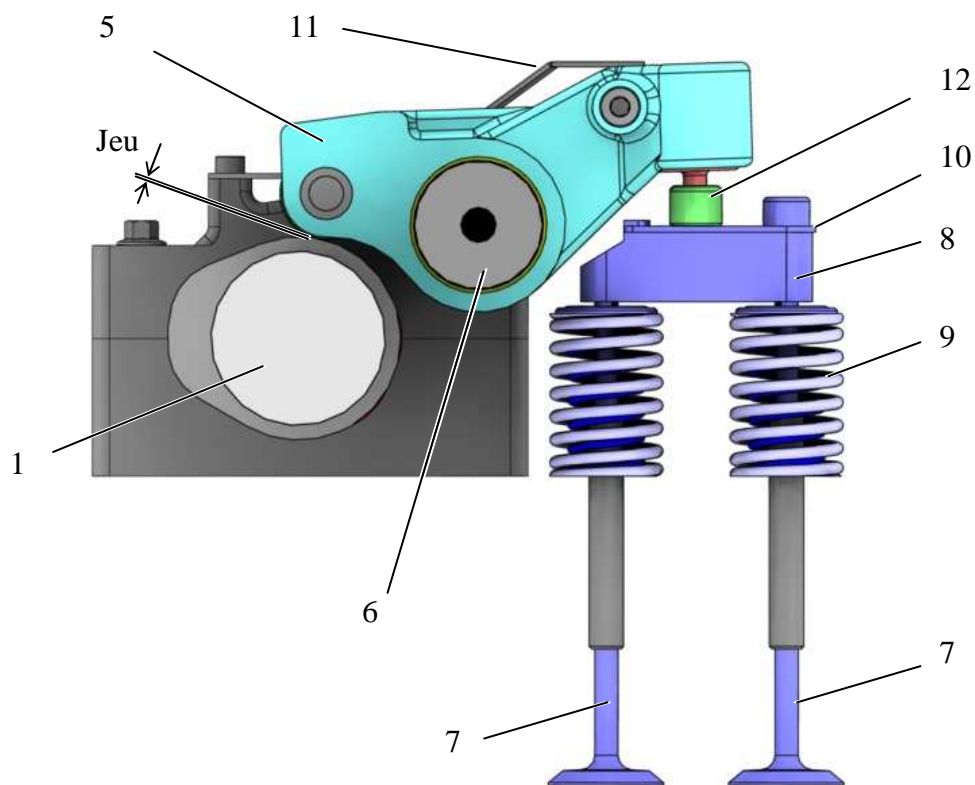
Afin que l'Optibrake puisse ouvrir les soupapes 2 fois dans le temps moteur de compression en plus de l'ouverture nécessaire à l'échappement, la came d'échappement (1) comporte un bossage d'ouverture d'échappement (2), un bossage d'ouverture au début de la compression (3) et un bossage d'ouverture à la fin de la compression (4).



Le culbuteur (5) est guidé sur un arbre (6) creux à travers lequel passe l'huile provenant de l'électrovanne de commande.

Les deux soupapes d'échappement (7) sont liées par un étrier (8). Chaque soupape est associée à deux ressorts gigognes (9). Sur le dessus de l'étrier est fixée une cale de réglage (10) permettant de régler le jeu aux soupapes.

Une lame de ressort (11) maintient le culbuteur à sa position de repos contre l'étrier de soupape, le jeu étant reporté entre le galet du culbuteur et la came (1).

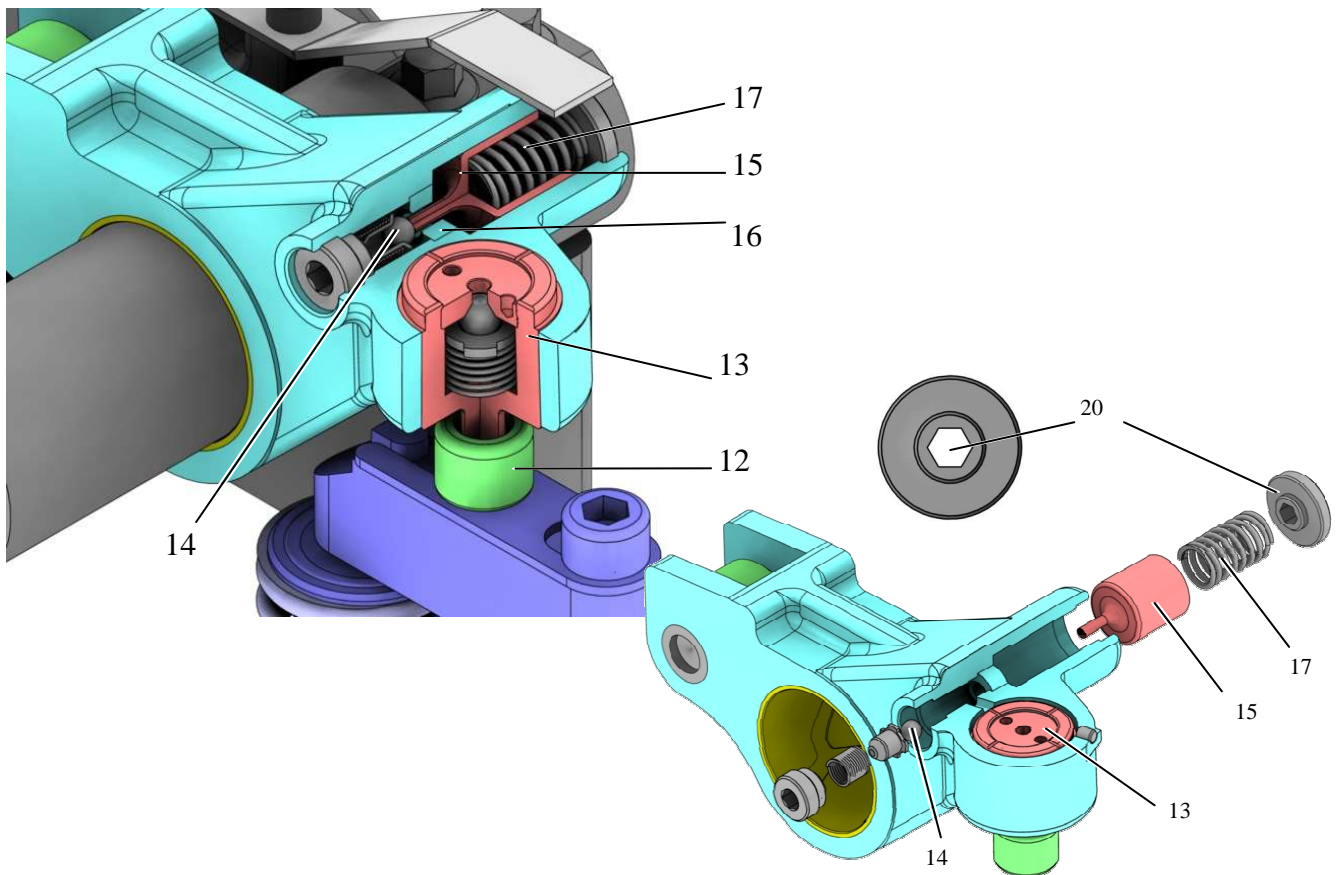


Le culbuteur (5) comporte un vérin hydraulique dont l'embout (12) reste au contact avec l'étrier de soupape (8) et la cale de réglage (10)

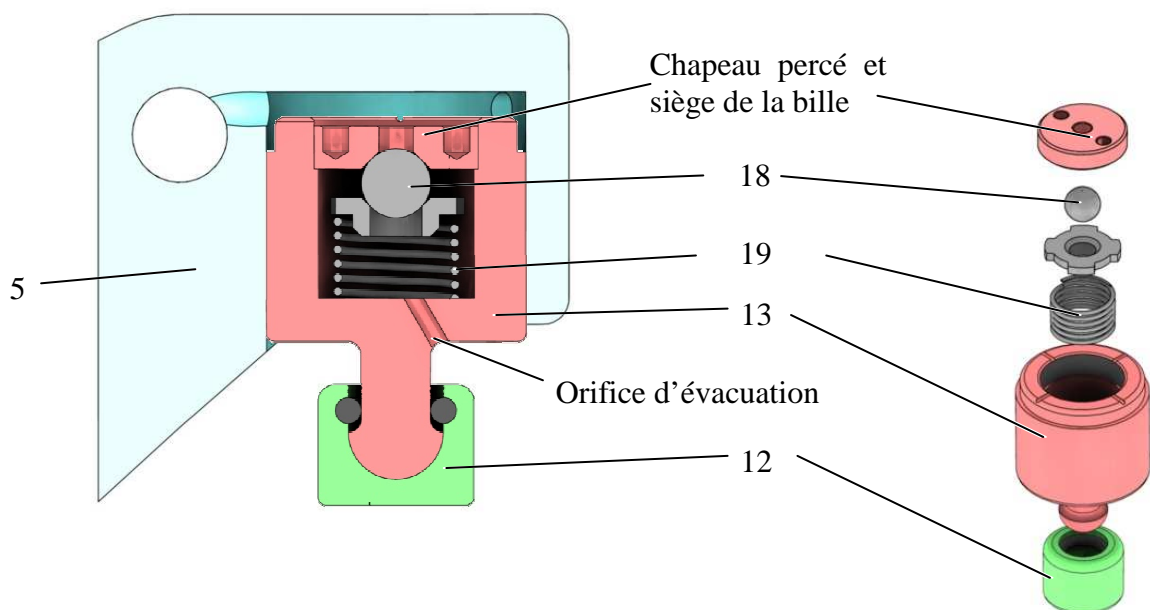


**Clapet anti-retour et limiteur de pression :**

Les figures suivantes montrent le piston (13) du vérin hydraulique et son embout (12). On peut voir aussi le système de clapet anti-retour composé d'un coté de la bille (14) de clapet et de son siège (16) et de l'autre d'un piston (15) de désactivation du clapet anti-retour.



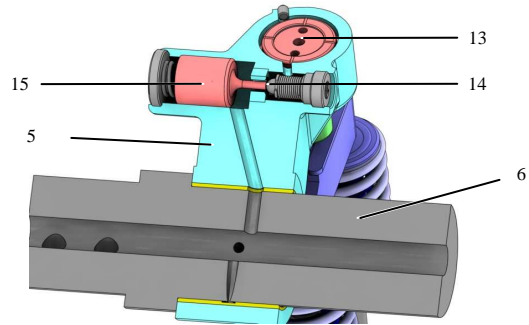
Le piston (13) inclut un limiteur de pression constitué d'une bille (18) et d'un ressort (19). Ce limiteur permet, en cas de surcharge à l'ouverture des soupapes, de relâcher la pression contenue dans le vérin. Ainsi l'ouverture Optibrake des soupapes n'a pas lieu.





### Fonctionnement du clapet anti-retour :

La coupe ci-contre montre comment est amenée l'huile depuis le centre de l'arbre de culbuteurs (6) vers le piston (13) du vérin hydraulique et vers les paliers afin d'assurer leur lubrification.



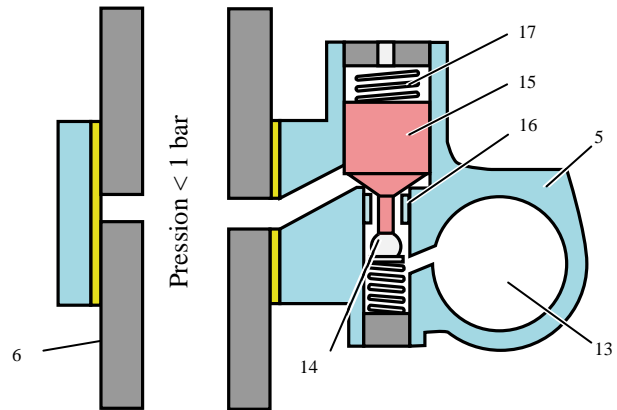
### Moteur arrêté et démarrage du moteur :

Au démarrage du moteur, c'est la fonction lubrification des paliers de culbuteurs qui est assurée en premier.

La pression de l'huile dans l'arbre de culbuteur (6) est **inférieure à 1 bar**.

Le ressort (17) maintient le piston (15) plaqué sur le siège (16) de façon à ce que l'huile ne puisse accéder au piston (13).

L'huile lubrifie les paliers avant d'alimenter le vérin.

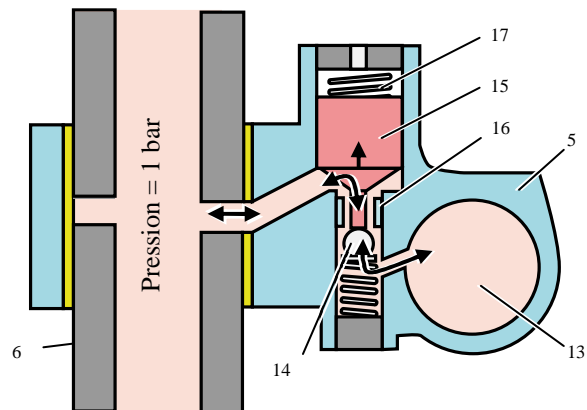


### Moteur tournant, Optibrake désactivé :

Lorsque la pression de l'huile dans l'arbre de culbuteur (6) vaut **1 bar**, la pression s'exerçant sur le piston (15) comprime un peu le ressort (17) et repousse le piston (15).

L'huile peut accéder au piston (13) mais l'extrémité du piston (15) repousse la bille (14) de son siège (16), le clapet anti-retour ne peut se refermer.

Si le piston (13) est repoussé alors l'huile sera évacuée dans l'arbre de culbuteurs (6). Le piston (13) peut remonter jusqu'au fond du vérin pour se trouver en butée mécanique.



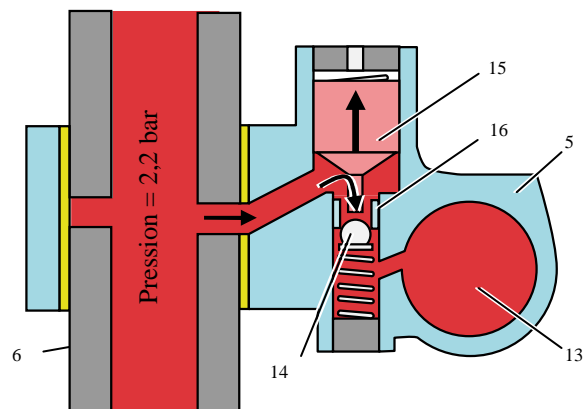
### Moteur tournant, Optibrake activé :

Lorsque la pression de l'huile dans l'arbre de culbuteur (6) vaut **2,2 bar**, la pression sur la surface du piston (15) comprime le ressort (17).

La bille (14) est repoussée par son ressort sur son siège (16), le clapet anti-retour est fermé.

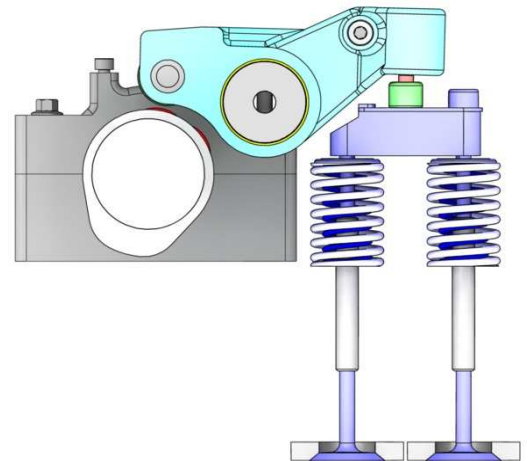
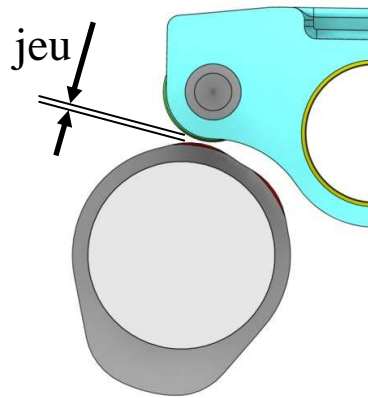
L'huile accède au piston (13) et remplit donc le vérin mais ne peut en ressortir.

Le piston (13) ne peut plus remonter dans le vérin, il est en blocage hydraulique.

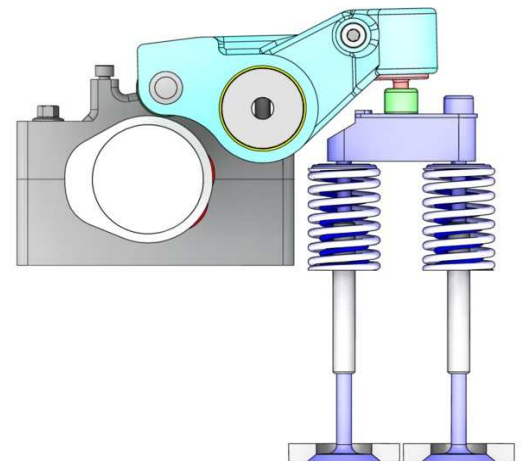
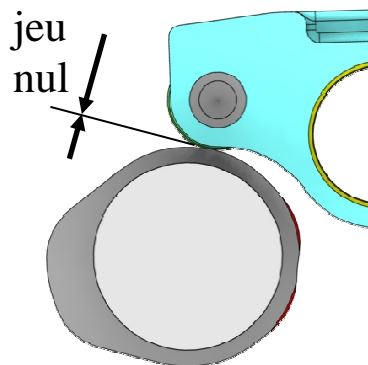


Activation de l'Optibrake :Optibrake non activé :

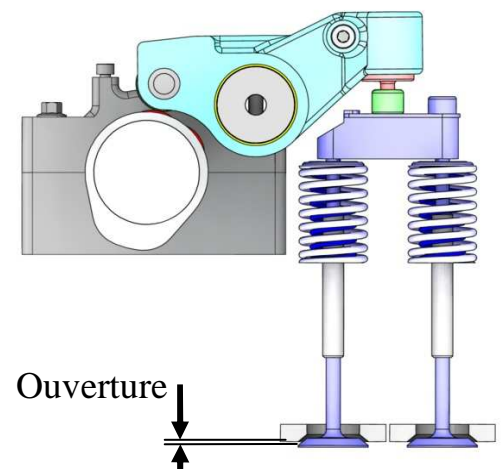
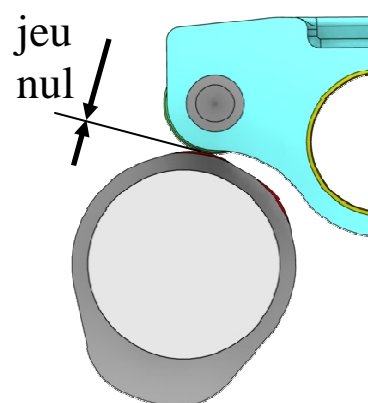
- Pression d'huile à **1 bar**.
- Le vérin ne permet pas de rattraper le jeu.
- Les bossages Optibrake (3) et (4) passent sans toucher le culbuteur.
- Pas d'ouverture des soupapes.

Optibrake activé :

- Pression d'huile à **2,2 bar**.
- Le clapet anti-retour se ferme.
- Le vérin rattrape le jeu.



- Au passage des bossages Optibrake (3) et (4), le culbuteur bascule.
- Les soupapes s'ouvrent.



**9. Caractéristiques techniques Renault Magnum 500.19T, moteur DXi13 équipé de l'Optibrake**

**MOTEUR DXi13**

Puissance maximale ..... 368 kW  
 Régime de puissance maximale ..... 1600 → 1800 tr/min  
 Couple maximal ..... 2450 Nm  
 Régime de couple maximal ..... 1050 → 1450 tr/min  
 Nombre de cylindres ..... 6  
 Cylindrée ..... 12780 cm<sup>3</sup>  
 Rapport volumétrique ..... 18,1/1

**BOITE BV.ZF.16 S 2520 TO**

Rapport de boîte	1P	1G	2P	2G	3P	3G	4P	4G	5P	5G	6P	6G	7P	7G	8P	8G
Rapport de transmission	13,80	11,5 4	9,4 9	7,9 3	6,5 3	5,4 6	4,5 7	3,8 2	3,0 2	2,5 3	2,0 8	1,7 4	1,4 3	1,2 0	1,0 0	0,8 4

On rappelle que le rapport de transmission est  $\frac{\omega_E}{\omega_S} = \frac{C_S}{C_E}$

**PONT P13170**

Rapport de transmission ..... 3,36

**PNEUMATIQUES**

Dimensions ..... 315/70R22,5

**OPTIBRAKE**

Puissance maxi ..... 320 kW  
 Régime de puissance maxi ..... 2300 tr/min  
 Pression d'huile, axes de culbuteurs  
     Optibrake non activé ..... 1 bar  
     Optibrake activé ..... 2,2 bar