

# L'HYDRAULIQUE

Extrait de TECHNOLOGIE de L'HYDRAULIQUE  
De J-P de GROOTE

## LES POMPES HYDRAULIQUES

### DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A ENGRENAGE CLASSIQUE

#### DESCRIPTION.

Une pompe à engrenage est constituée par un carter (1) en fonte ou en alliage d'aluminium. Ce carter est muni de deux orifices : l'un d'alimentation (2), l'autre de refoulement (3). Pour réduire les pertes de charge, l'orifice d'alimentation a souvent une section plus importante que celui de refoulement.

A l'intérieur du carter (1) prennent place deux pignons (4 et 5), le plus souvent à denture droite rectifiée. L'un des pignons est menant, l'autre est mené.

Le pignon menant (4) peut être claveté sur l'arbre de commande ou directement usiné sur celui-ci. Le pignon mené (5) n'est pas toujours solidaire de l'arbre qui le porte, une bague ou un roulement à aiguilles est alors interposé entre les deux pièces. Ce dernier pignon engrène avec l'élément menant (4).

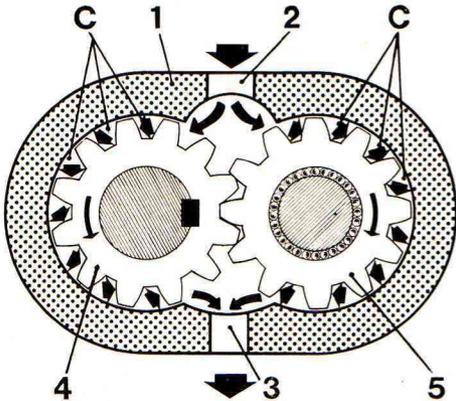


Schéma de principe du fonctionnement d'une pompe à engrenage classique.

1. Corps de pompe. - 2. Orifice d'alimentation. - 3. Orifice de refoulement. - 4. Pignon menant (moteur). - 5. Pignon mené. - C. Creux dans lesquels l'huile est prisonnière et entraînée.

**D**ANS le numéro précédent, nous avons traité des généralités sur les principaux transformateurs d'énergie que sont les pompes hydrauliques. Aujourd'hui, nous étudions dans le détail les pompes à engrenage.

Ces pompes, nous l'avons précisé, sont les plus répandues, parce que les plus simples et par déduction les moins chères tant à l'achat qu'à l'entretien. Toutefois, leurs performances ne permettent pas d'envisager leur emploi partout où une source d'énergie hydraulique est à installer.

En règle générale, l'utilisation des pompes à engrenage n'est souhaitable que pour les centrales de faible ou moyenne puissance.

Pour préciser et situer les limites extrêmes acceptables des pompes à engrenage, disons que des puissances hydrauliques avoisinant 115 ch (84,5 kW) à haut débit et pression moyenne, par exemple 300 l/mn sous 150 bars ne sont pas à dépasser.

Nous englobons, dans cette limite extrême, les pompes à engrenage à carter unique et pourvues selon la tradition technique courante de deux pignons. En effet, pour pallier les risques de surcharges aboutissant à la destruction systématique des pompes, quelques constructeurs ont mis au point des pompes cloisonnées dites « auto-régulatrices » (deux corps - quatre pignons) pourvues de valves « à débit préférentiel » qui permettent :

- sous grand débit et faible pression, un fonctionnement en double corps;
- un fonctionnement en simple corps, donc faible débit, à pression élevée.

Dans ce dernier cas, le premier élément ne fournit aucune puissance hydraulique, le flux d'huile provenant de l'alimentation est directement retourné au réservoir.

Déjà pour atteindre de telles possibilités (pompes à corps unique : puissance hydraulique atteignant 115 ch 84,5 kW) compte tenu de la fragilité non seulement apparente, mais réelle des pompes à engrenage, les constructeurs spécialisés dans l'élaboration de ces transformateurs d'énergie, ont dû réaliser de véritables prouesses. En quelques années, des techniques toutes nouvelles ont vu le jour. Il semble cependant que, dans ce domaine, les limites de la perfection soient maintenant atteintes.

Quoi qu'il en soit, les pompes à engrenage trouveront toujours une place de toute premier ordre dans bon nombre d'applications hydrauliques, applications dans lesquelles la simplicité restera de vigueur et le service demandé compatible aux exigences de l'installation à alimenter.

Les dentures respectives des deux pignons (4 et 5) étant en prise, leur sens de rotation se trouve inversé l'un par rapport à l'autre.

Deux couvercles obturent chacune les deux faces latérales du carter (1) et un dispositif d'étanchéité, placé dans un alésage du couvercle côté sortie arbre d'entraînement évite les fuites, mais également les prises d'air entre l'arbre et le couvercle.

#### FONCTIONNEMENT.

Dans toute pompe à engrenage avec pignons à denture extérieure, le circuit

de l'huile durant la rotation des organes est le suivant :

L'huile, qui parvient à l'orifice d'alimentation (2) de la pompe, est entraînée dans les creux (C), formés par les dentures. Durant la rotation des pignons dans le carter, l'huile n'est pas seulement entraînée, mais également prisonnière entre les alésages du carter et les creux formés par la denture de chaque pignon. L'huile n'est remise en « liberté » qu'au moment où les creux des dentures débouchent dans la chambre de refoulement (3). L'huile est alors « chassée » dans la canalisation « pression » vers le distributeur du système hydraulique.

Le type de pompe à engrenage « clas-

sique » dont nous venons de parler n'est pas en mesure de contrebalancer des pressions supérieures à 20 bars. En conséquence, son application se trouve limitée :

- au graissage des moteurs à combustion interne;
- à l'alimentation des circuits Power Shift, Power reverse;
- aux circuits de vidange ou de récupération, etc.

Notons que ces pompes ont un rendement volumétrique extrêmement faible. Les pompes à engrenage utilisées dans les circuits, fonctionnant à des pressions de 150 bars et plus, doivent être conçues différemment. C'est ce que nous allons examiner maintenant.

### POMPES A ENGRENAGE HAUTE PRESSION AVEC PIGNONS A DENTURE EXTERIEURE.

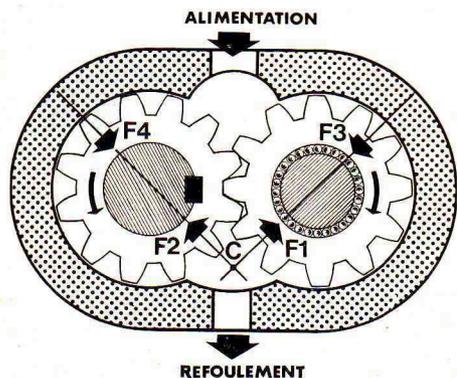
Les deux sources de fuite, donc de perte en rendement volumétrique des pompes à engrenage et, par là même, l'inaptitude à maintenir une pression à partir d'une certaine valeur, sont les suivantes :

- jeu entre le sommet des dentures (diamètre de tête des pignons) et alésages du carter;
- jeu entre les flancs des pignons et les couvercles latéraux du corps de pompe.

Attardons-nous donc maintenant sur ces jeux, dont l'importance est primordiale dans l'élaboration des pompes à engrenage dites « haute pression ».

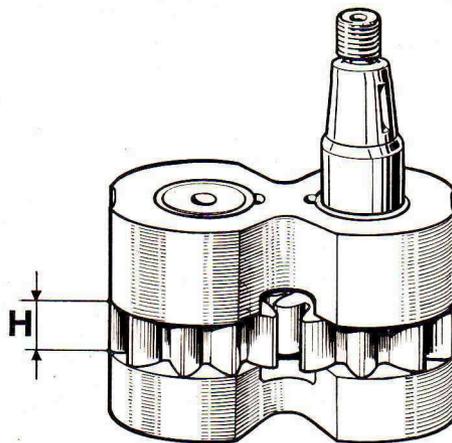
### JEU ENTRE LE SOMMET DES DENTURES ET LES ALESAGES DU CARTER.

Compte tenu de la précision qu'on est en mesure d'attendre des machines-outils actuelles, le jeu entre le sommet des dentures et les alésages du carter pourraient être, à l'état statique, réduit à quelques microns.



**Action des forces nuisibles et compensatrices durant le fonctionnement d'une pompe à engrenage.**

Les forces F1 et F2 prennent naissance au point (C) de la chambre de refoulement. Si des forces égales et opposées F3 et F4 étaient créées, les forces F1 et F2 seraient sans effet.



**Hauteur (H) des pignons d'une pompe à engrenage.**

On remarque ici les deux pignons de la pompe ceinturés des deux jumelles classiques de compensation hydrostatatique. A régime constant, l'augmentation de la hauteur (H) de la denture autorise une élévation du débit, sans pour autant provoquer une variation de sa fluctuation à l'orifice de sortie ou dans la zone de refoulement.

Cependant, durant le fonctionnement d'une pompe à engrenage, le centre de pression dans la chambre de refoulement se situe au point (C) (voir figure ci-dessous). Les poussées qui s'exercent sur les pignons, donc sur les axes, les bagues ou les roulements ont, pour direction, F1 et F2 et l'intensité qui résulte de ces actions se traduit par le produit suivant :

Surface des pignons recevant la pression X, pression unitaire enregistrée au refoulement de la pompe.

La surface des pignons recevant la pression unitaire est variable suivant le débit théorique de la pompe.

En effet, on comprend que, pour augmenter le débit d'une pompe à engrenage, il suffit :

- soit de jouer sur la hauteur des pignons (H figure ci-dessus);
- soit d'élever son régime d'entrée jusqu'à une certaine limite, compatible avec un remplissage correct en fluide;
- soit, en dernier ressort, d'augmenter le module et le nombre de dents des pignons, ce qui peut devenir néfaste quant à la fluctuation enregistrée à l'orifice de refoulement.

Revenons donc à la surface présentée par les pignons côté refoulement. Plus le débit est grand, plus cette surface est généralement importante et plus à pression unitaire égale, les poussées F1 et F2 sur les axes sont grandes. Supposons une pompe à engrenage tournant à 2.000 tr/mn et débitant, à ce régime, 260 litres sous une pression de 125 bars.

La surface de chaque pignon qui reçoit la pression unitaire (côté refoulement) est approximativement de 10 cm<sup>2</sup>, ce qui revient à dire que chacune des forces F1 et F2 a une intensité de 10 × 125, soit 1.250 kgf ou daN (à 2% près).

Devant une telle poussée, on conçoit qu'il peut y avoir flexion momentanée des

arbres sur lesquels sont montés les pignons et, de ce fait, rapprochement du sommet des dentures par rapport au carter de pompe côté alimentation. Ce rapprochement se constate, d'ailleurs, visuellement, lors du démontage d'une pompe pour révision. On peut alors remarquer que les dentures ont joué le rôle de fraise et ont entaillé les alésages du carter de pompe côté alimentation (dans le prolongement exact des forces (F1 et F2). Nous reparlerons plus loin de cet incident.

Pour pallier ce phénomène, on peut faire appel à des stratagèmes qui permettent de créer (en F4 et F3) des poussées égales à celles occasionnées (en F1 et F2). On a alors une pompe équilibrée radicalement.

A l'examen de ces considérations, on conçoit que, si à l'état statique, le jeu, entre le sommet des dentures et le carter doit être faible, il ne peut néanmoins, dans la pratique, être inférieur à quelques centièmes de millimètre.

Revenons un instant sur les traces «arrachage - rabottage» laissées sur la surface des alésages des corps de pompes, côté alimentation, par le sommet des dentures des pignons.

Il peut se faire, dans le cas bien précis des pompes pourvues de corps en fonte d'aluminium, de constater sur un producteur d'énergie de ce type n'ayant pratiquement jamais fonctionné à pression élevée, la présence de traces quelque peu similaires à celles dont nous venons de parler.

Ces «traces» ne sont alors pas imputables à l'action des dentures sur les alésages du carter, mais à une vitesse d'écoulement trop grande de l'huile à l'orifice d'alimentation et, par voie de conséquence, à l'intérieur de la cavité correspondante.

Retenons donc qu'une veine liquide s'écoulant trop rapidement attaque la fonte d'aluminium et que cette anomalie est imputable :

- soit à une section trop faible de l'orifice d'alimentation de la pompe;
- soit à une section insuffisante de la canalisation reliant le réservoir à la pompe;
- soit au colmatage prononcé du filtre situé entre le réservoir et la pompe.

Généralement, pour les pompes à engrenage, la vitesse d'écoulement du flux liquide doit se stabiliser dans les limites données ci-après :

- alimentation : 0,28 - 0,32 m/sec.;
- refoulement : 0,6 - 0,7 m/sec.

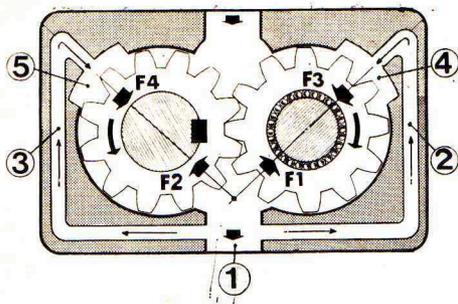
### Stratagèmes permettant de contrebalancer les forces F1 et F2.

Les pompes équipées de systèmes compensateurs de forces sont, de par leur prix prohibitif, assez rares. A titre d'information, nous citerons néanmoins les deux solutions les plus considérées, à savoir :

- pompe avec forages d'équilibrage dans le carter;
- pompe avec forages d'équilibrage dans les pignons.

### Pompes avec forages d'équilibrage dans le carter.

La chambre de refoulement (1) de la pompe est reliée par les forages (2 et 3) venus de fonderie, lors de l'élaboration



**Principe de la pompe à engrenage avec forages d'équilibrage pratiqués dans le carter.**  
 1. Refoulement. - 2 et 3. Forages d'équilibrage. - 4 et 5. Zones d'équilibrage.

Les forces F3 et F4 ont été créées pour contrebalancer l'effet naturel des forces F1 et F2.

du corps, aux zones d'équilibrage (4 et 5) disposées en regard de la direction des forces F1 et F2.

Durant le fonctionnement de la pompe, la pression unitaire est identique aux pertes de charge près :

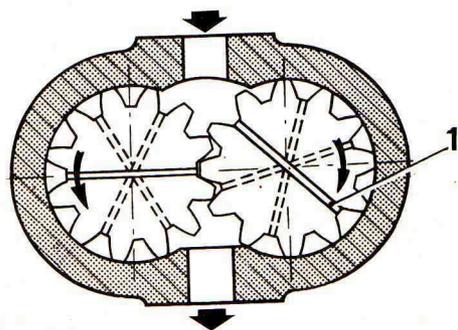
- dans la chambre de refoulement (1);
- dans les zones d'équilibrage (4 et 5).

De plus, les deux surfaces sur lesquelles la pression agit est identique de part et d'autre des pignons, de sorte que les poussées occasionnées par F1 et F2 sont contrebalancées par F3 et F4 qui leur sont égales et opposées. En conséquence, l'action des hautes pressions se trouve neutralisée.

Des essais ont démontré que, dans ce type de pompe, la fréquence et l'intensité des pulsations (fluctuation du débit) sont considérablement réduites.

Toutefois, telle que la pompe est représentée ici, on conçoit qu'un seul sens de rotation est à envisager.

Des astuces de fabrication permettent néanmoins de faire tourner une pompe de ce type dans les deux sens. Pour cela, des forages identiques à ceux représentés en (2) et (3) doivent être prévus.



**Principe de la pompe à engrenage avec forages d'équilibrage pratiqués dans les pignons.**  
 1. Perçages radiaux (tous les deux creux).

1. Perçages radiaux (tous les deux creux).

### Pompes avec forages d'équilibrage dans les pignons.

Dans ce type de pompe, on utilise des pignons dits « déchargés ». Comme on peut le remarquer sur la figure précédente, ces pignons sont pourvus de perçages radiaux.

La figure illustrant ce système d'équilibrage est des plus simplifiées. Il existe, en effet, des dispositifs de ce type beaucoup plus complexes dans lesquels l'équilibrage obtenu n'est pas seulement radial, mais également axial. Dans ce cas bien particulier, si les perçages radiaux se croisent, ils sont indépendants du fait de la présence des axes dans les alésages des pignons; ils ne communiquent donc pas entre eux.

Par contre, une jonction existe entre les perçages radiaux et d'autres qui leur sont axiaux.

Si cette conception présente l'avantage d'équilibrer les poussées radiales, elle a néanmoins l'inconvénient d'augmenter la fréquence et l'intensité des pulsations (fluctuation du débit).

### JEU ENTRE LES FLANCS DES PIGNONS ET LES COUVERCLES DU CORPS DE POMPE.

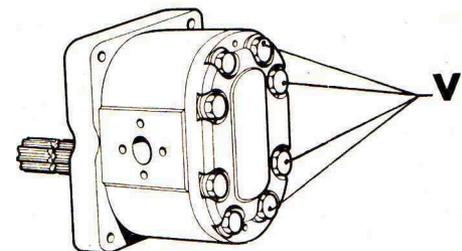
Dans les pompes à engrenage classiques, ce jeu est toujours supérieur à celui qui est compris entre le sommet des dentures et les alésages du carter. Ce jeu a généralement une valeur moyenne située entre un et trois dixièmes de millimètre. Sous basse pression, l'influence des pertes en rendement volumétrique par ces jeux, « axiaux » est faible, par contre sous pressions moyenne ou élevée, ces pertes, tout en prenant une importance certaine, contribuent à élever considérablement, par laminage, la température du fluide en circulation. Pour pallier les conséquences ci-dessus énumérées, les constructeurs font généralement appel à différents systèmes, dont le plus répandu est celui dé-

nommé à « équilibrage ou à compensation hydrostatique ».

Avec ce système, le jeu, entre les flancs des pignons et les parties latérales en contact avec eux est pratiquement constant durant les différentes valeurs de demande en pression. On serait même porté à croire que l'étanchéité latérale est proportionnelle à la pression de refoulement.

### Pompes à engrenage à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique.

Ces pompes sont très répandues sur les engins mobiles. Elles apparaissent généralement sous la forme indiquée sur la

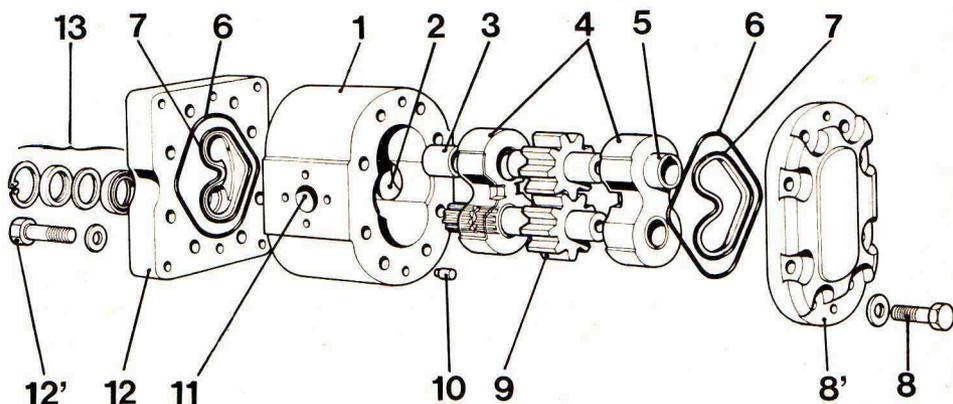


Aspect extérieur d'une pompe à engrenage à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique.

Il faut retenir que les vis (V) sont à bloquer au couple de serrage « impératif » prévu par le constructeur.

Sur les pompes Plessey, les couples de serrage à appliquer sur les écrous ou vis (V) sont les suivants :

- sur type BETA (de taille 10 à 42) : 6,2 à 6,9 m.daN ;
- sur type GAMMA (de taille 43 à 94) : 6,5 à 7 m.daN ;
- sur type GAMMA (de taille 170 à 325) : 20 à 22 m.daN.



**Ecorché d'une pompe à engrenage à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique.**  
 1. Corps de pompe. - 2. Orifice d'alimentation. - 3 et 5. Bague support de l'arbre du pignon mené. - 4. Jumelles de compensation hydrostatique. - 6 et 7. Joints toriques délimitant l'action de la pression d'huile sur les jumelles (4). - Action proportionnelle à la pression. - 8. Vis de fixation du couvercle (8') sur le corps de pompe (1) - couple de serrage à respecter scrupuleusement. - 8'. Couvercle de pompe. - 9. Pignon menant (moteur). - 10. Pion de centrage (corps de pompe - couvercle avant). - 11. Orifice de refoulement. - 12. Couvercle arrière de pompe. - 12'. Vis de fixation du couvercle arrière sur le corps de pompe. - 13. Dispositif d'étanchéité de l'arbre moteur du pignon (9).

figure ci-dessus. Elles autorisent des pressions de fonctionnement à bas débit allant parfois jusqu'à 400 bars. Cependant, comme nous l'avons dit précédemment (action et effet des forces F1 et F2), la pression de ces pompes est limitée en fonction de leur débit.

En effet, pour un même régime de rotation, l'augmentation du débit d'une pompe de ce type est généralement obtenue en majorant la hauteur des pignons, d'où à pression identique, augmentation très sensibles des forces F1 et F2.

Pour rester objectif, les pompes à engrenage les plus perfectionnées, que nous examinerons maintenant, ne sont pas en mesure de réaliser, sous 150 bars, des performances en débit supérieures à 300 litre/minute. Au-delà et parfois même avant, de ces exigences, il faut faire appel aux pompes à pistons.

Les pompes à engrenage, à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique, sont constituées des éléments suivants :

- un corps en alliage d'aluminium (1), corps doté d'un orifice d'alimentation (2) et d'un orifice de refoulement (11). Signalons, à nouveau, que l'orifice d'alimentation est généralement d'une section plus importante que celui de refoulement;
- deux couvercles :
- l'un (12), côté entraînement, pourvu d'un ou plusieurs joints S.P.I. (13) logés dans un alésage;

Ce ou ces joints (13) assurent l'étanchéité sur la périphérie de l'arbre menant du pignon (9). Noter que le pignon (9), tout comme celui sur lequel il engrène, est en acier cémenté.

- l'autre (8) est guidé par l'intermédiaire de pieds de centrage (10) sur le corps de pompe (1);

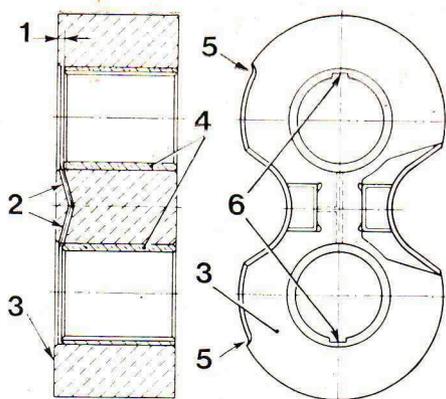
Ces deux couvercles (12) et (8') sont chacun équipés, dans des gorges spécialement aménagées à cet effet, de deux joints toriques ou quad Ring (6) et (7) qui ont pour rôle principal de délimiter la surface sur laquelle la pression de refoulement vient s'établir durant le fonctionnement de la pompe. Nous reviendrons sur ces joints toriques ou quad ring, mais précisons, dès à présent, que l'aire délimitée par ces joints constitue la zone d'action de la compensation axiale hydrostatique. Les joints toriques peuvent d'ailleurs recevoir, dans des conditions de fonctionnement dites « service sévère », des bandelettes plates en Teflon ou autre matière, placées dans les gorges des joints, côtés opposés à la pression, de sorte à éviter les phénomènes d'extrusion;

— deux jumelles (4) dont les alésages peuvent être, comme c'est le cas ici, équipés de bagues de frottement (3) et (5).

C'est sur les faces extérieures de ces jumelles, que vient s'appliquer la pression hydrostatique de compensation.

Les vis de fixation (8) et (12) des couvercles doivent être serrées sur le corps de pompe à un couple répondant aux normes du constructeur.

Les jumelles sont parfaitement ajustées dans le corps de pompe (voir description détaillée d'une jumelle sur la figure ci-contre).



#### Analyse d'une jumelle de compensation hydrostatique.

1. Retrait des bagues après montage (cote variable suivant le type de pompe. Notons que toutes les jumelles ne sont pas baguées. Sur certaines pompes, les alésages sont directement réalisés dans les jumelles : pompes de faible capacité. - 2. Orifices calibrés de graissage des bagues. Ces orifices sont orientés côté refoulement. - 3. Surface rectifiée de jumelle côté pignons. - 4. Bagues. - 5. Fraisages de lubrification côté refoulement. 6. Rainures de graissage des bagues.

#### EXAMEN SUCCINCT DE QUELQUES TYPES DE POMPES A RATTRAPAGE DE JEU AXIAL PAR COMPENSATION HYDROSTATIQUE.

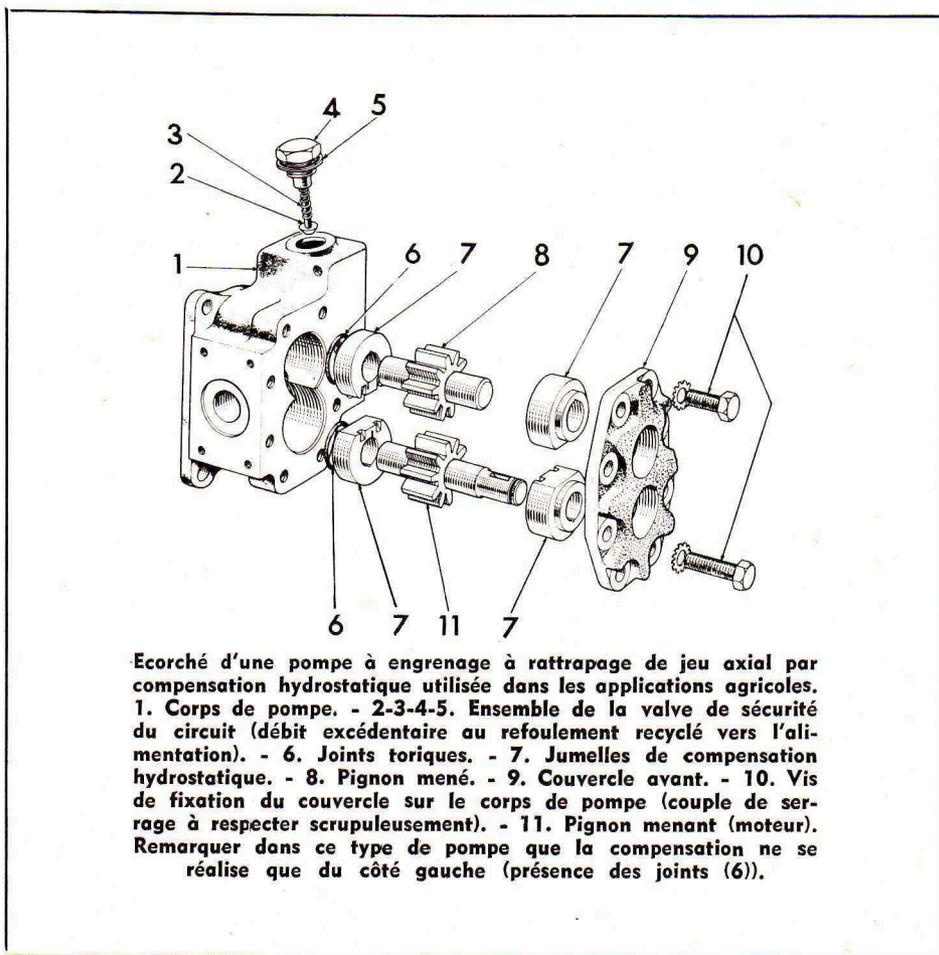
Il existe un grand nombre de types et de marques de pompes utilisant le procédé à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique. Sans vouloir énumérer, ici, toutes ces pompes, contentons-nous d'en examiner quelques-unes.

Disons également qu'un des problèmes les plus délicats à résoudre dans l'élaboration de ces pompes est, sans aucun doute, celui de la lubrification des organes constitutifs. Quelques constructeurs ont, à ce sujet, mis au jour de nouvelles conceptions assez séduisantes (voir page suivante).

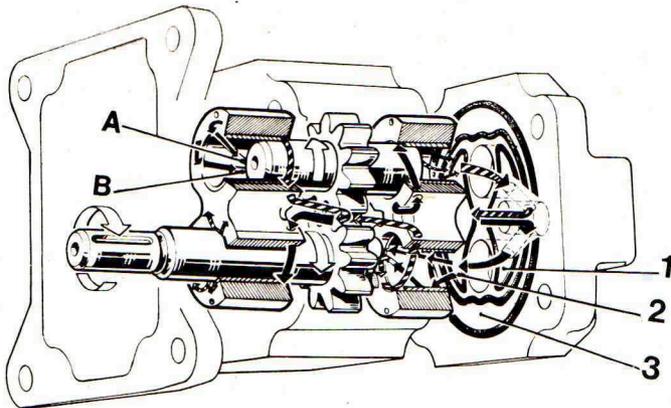
#### CONSEILS PRATIQUES SUR LES POMPES A RATTRAPAGE DE JEU AXIAL PAR COMPENSATION HYDROSTATIQUE.

En considérant un entretien rationnel du circuit hydraulique :

- renouvellement périodique du fluide;
- fluide de qualité requise;
- nettoyage, rinçage à intervalles réguliers;
- vérification; nettoyage et changement



Ecorché d'une pompe à engrenage à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique utilisée dans les applications agricoles. 1. Corps de pompe. - 2-3-4-5. Ensemble de la valve de sécurité du circuit (débit excédentaire au refoulement recyclé vers l'alimentation). - 6. Joints toriques. - 7. Jumelles de compensation hydrostatique. - 8. Pignon mené. - 9. Couvercle avant. - 10. Vis de fixation du couvercle sur le corps de pompe (couple de serrage à respecter scrupuleusement). - 11. Pignon menant (moteur). Remarque dans ce type de pompe que la compensation ne se réalise que du côté gauche (présence des joints (6)).



**Pompe H.P.I. série 1 « Saphir ».**

A 8.000 tr/mn, ce type de pompe est en mesure de fournir un débit de 16 l/mn sous une pression maximale de 400 bars. Son rendement volumétrique est alors de 90 %, sa masse de 0,90 kilogramme.

**Flèches sans rayures : sens de rotation. - Flèches avec rayures : basse pression. - Flèches pleines : haute pression. - 1. Equilibrage basse pression. - 2. Equilibrage haute pression (pression de refoulement). - 3. Equilibrage à action complémentaire (zone de compensation proportionnelle).**

La pression qui règne dans la zone (3) est en relation avec la pression de refoulement et la vitesse de rotation de la pompe.

**A. Rainure principale de graissage. Cette rainure de forme hélicoïdale à grand angle est destinée à assurer la lubrification à basse vitesse. - B. Rainure secondaire de graissage. Cette rainure de forme hélicoïdale à petit angle est destinée à assurer la lubrification aux vitesses élevées.**

**CARACTERISTIQUES DES POMPES HPI SERIES SAPHIR**

	Modèle	Capacité par tour (cm3)	Pression maxi (bar)	Régime maximal tr/mn	Débit à 1500 tr/mn
Série 1 (SAPHIR)	1001	1	400	8000	1,5
	1002	2	400	8000	3
	1003	3	400	7000	4,5
	1004	4	300	6000	6
	1005	5	250	6000	7,5
	1006	6	200	5000	9
Série 2 (SAPHIR)	2004	4	300	3500	6
	2006	6	300	3500	9
	2008	8	300	3500	12
	2012	11,5	300	3500	18
	2015	15	250	3500	22
	2018	18	225	3500	27
Série 3 (SAPHIR)	3020	20	200	3000	30
	3025	25	200	3000	37
	3031	31	200	3000	46
	3040	40	200	3000	60
	3050	50	200	2500	75
	3060	60	175	2500	90
	3071	71	150	2500	106
	3080	80	125	2200	120

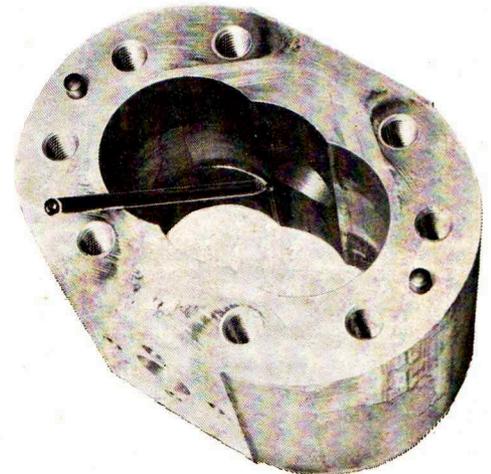
des éléments filtrants (basse et haute pression) à espaces déterminés,

**Nota.** — La vérification de la structure de la toile constituant les éléments filtrants est à réaliser au moyen d'une ampoule électrique placée à l'intérieur de la cartouche.

et le travail réalisé par le système hydraulique à savoir, fonctionnement :

- à pression constante, qu'elle soit, d'ailleurs, faible ou élevée;
- à pression variable avec légers à-coups;
- à pression variable, avec fréquences constantes à amplitude très rapprochées, il est possible, avec l'expérience, de limiter considérablement le coût des réparations sur les pompes à rattrapage de jeu par compensation hydrostatique.

En effet, lorsque, pour un travail déterminé, on a pu constater, en un temps précis et renouvelé, la détérioration d'un corps de pompe, il est facile, grâce à un fichier parfaitement tenu à jour, d'arrêter le matériel avant que l'incident irréparable se produise.



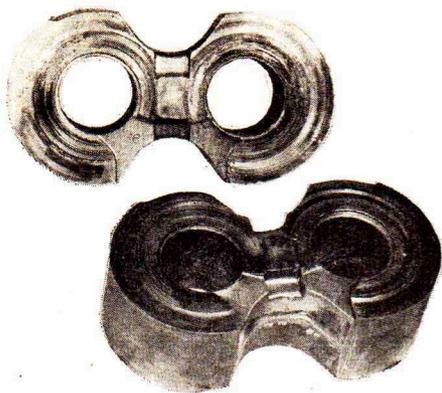
**Corps « entaillé-usé » d'une pompe à engrenage.**

On constate dans ce corps de pompe la large rayure (égale à la hauteur des pignons) provoquée par le frottement des sommets de la denture des pignons. Le crayon indique l'arête de l'entaille. Bien entendu, cette usure se constate côté alimentation (action des forces F1 et F2 qui se manifestent côté refoulement).

L'entaillage du carter de pompe est toujours produit par un jeu trop important entre les alésages des jumelles et les arbres portant les pignons.

On doit donc changer les jumelles avant que le carter subisse le rabotage des sommets de denture des pignons. La pompe est alors sauvée.

De plus, il arrive que, par arrachement de métal (impuretés inattendues conte-



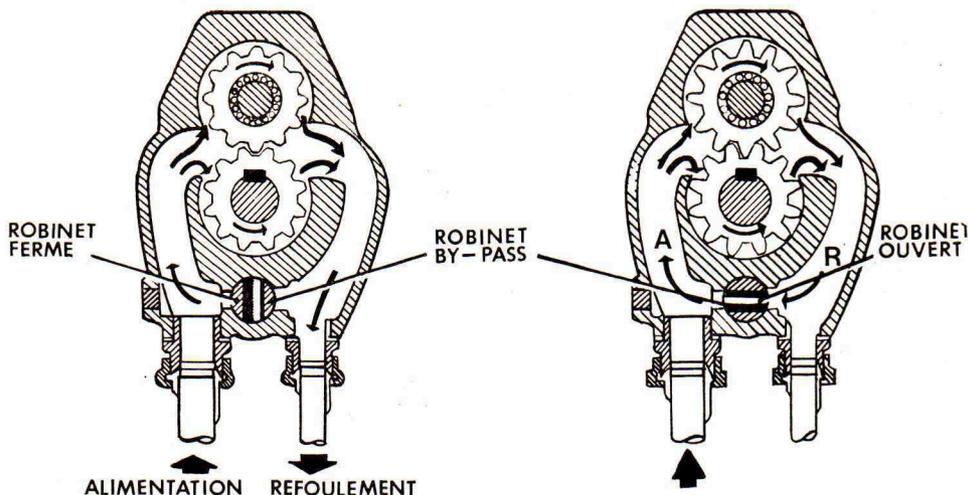
Jumelles d'une pompe à rattrapage de jeu axial par compensation hydrostatique. Les faces latérales (rectifiées d'origine) sont ici dans un état déplorable. Ces faces, rapelons-le, sont en contact avec les pignons de la pompe. Les alésages ont également souffert, une partie des saignées de graissage des bagues est devenue inexistante. Dans l'état actuel, ces organes sont irrécupérables.

nues dans l'huile), les faces latérales des jumelles subissent des inégalités de structures superficielles. Le métal entraîné par le flux d'huile, s'infiltré alors inévitablement entre les alésages des jumelles et les axes portant les pignons.

Lors de la révision d'une pompe de ce type, il est également nécessaire de prévoir la rectification des faces des jumelles au contact des pignons, au moyen de papier abrasif très fin, dans le cas bien précis ou les alésages de celles-ci ne sont pas ovalisés (cas de pompes travaillant à pression constante ou à pression variable avec légers à-coups).

#### CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES POMPES A RATTRAPAGE DE JEU AXIAL PAR COMPENSATION HYDROSTATIQUE.

Il a été parfaitement compris que l'accroissement en étanchéité du fluide hydraulique entre chacun des deux flancs



Pompe avec « by-pass » entre alimentation et refoulement.

A gauche : marche normale. - A droite : le refoulement est en communication avec l'alimentation.

des dentures des deux pignons est obtenue par un appui des jumelles sur ceux-ci.

Quoique l'huile permette la lubrification entre les pièces fixes (jumelles) et mobiles (pignons), il n'est pas moins vrai que l'augmentation du rendement volumétrique, qui en d'écoule, se répercute par une diminution du rendement mécanique (augmentation des frottements).

#### REMARQUES PARTICULIERES RELATIVES A TOUS LES TYPES DE POMPES A ENGRENAGE.

Il y a quelques années, certains constructeurs ont pensé minimiser l'usure des pompes à engrenage, en montant un robinet « by-pass » entre les orifices d'alimentation et de refoulement, lorsque la source d'entraînement était employée à d'autres fins qu'à l'utilisation de la pompe hydraulique.

On a alors fréquemment rencontré ce dispositif sur les tracteurs agricoles.

Toutefois, cette solution, maintenant abandonnée, a révélé plusieurs sources principales de désaccord avec l'idée première de cette technique.

1) Appel trop fréquent des utilisateurs employant ce dispositif auprès des services après-Vente des sociétés distributrices : une orientation incorrecte de la commande du « by-pass » provoquerait la panne, la « vraie ».

2) Le même volume d'huile en circulation, volume jamais renouvelé après parfois des centaines d'heures de marche, favorisait l'oxydation de l'huile provoquant alors des dégâts importants entre les organes fixes et mobiles.

3) Une étanchéité souvent douteuse se manifestait dans le « by-pass », lorsque les pressions maximales étaient sollicitées.