

Schéma hydraulique de la pompe à débit variable

- | | |
|---|---|
| 1 Pompe à débit variable | 7 Clapet de limitation de la pression de gavage |
| 2 Vérin de positionnement | 8 Commutation de pression |
| 3 Clapet de sens de translation | 9 Electrovanne proportionnelle Pression de pilotage |
| 4 Gicleur | 10 1 Pompe de gavage |
| 5 Clapet de limitation de pression et de gavage A | 11 Raccord d'aspiration pompe de gavage |
| 6 Clapet de limitation de pression et de gavage B | 12 Hydraulique de travail pour servocommande |
| | 13 Vers le radiateur d'huile |

La pompe à débit variable est chargée de l'entraînement hydrostatique dans le circuit fermé. Elle amène l'huile directement aux moteurs à cylindrée variable. L'huile de retour des moteurs à cylindrée variable est ramenée à l'autre côté de la pompe.

Le réglage de la pompe à débit variable s'effectue grâce au micro-contrôleur. Suivant l'état de fonctionnement de la machine, l'électrovanne proportionnelle Pression de pilotage 9 est dirigée par le micro-contrôleur. L'électrovanne proportionnelle règle la pression de pilotage et le débit de la pompe à débit variable.

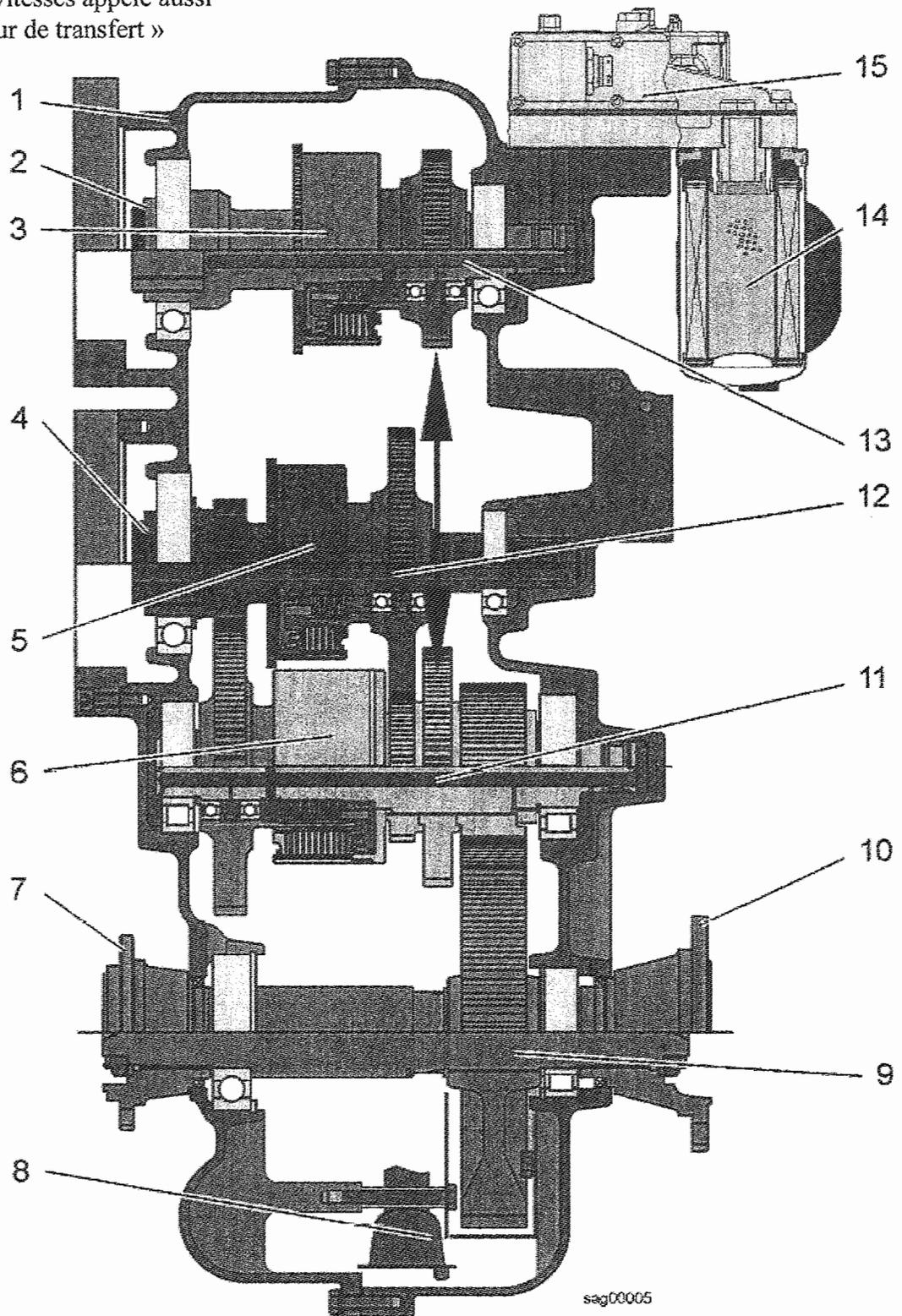
Les forces de rappel produites par la haute pression règlent la pompe à débit variable sur un débit inférieur, lorsque la charge est plus importante.

Le clapet de sens de translation détermine le sens d'écoulement de la pompe à débit variable, et ainsi le sens de translation de la machine.

Les clapets de limitation de pression et de gavage A et B protègent la transmission de pointes de pression excessives. Dans le même temps, les clapets agissent comme clapets de gavage du circuit fermé.

La commutation de pression limite la pression maximale de service dans le circuit fermé.

Boîte de vitesses appelé aussi
« réducteur de transfert »



Vue en coupe du réducteur de transfert (Remarque : L'arbre d'entraînement 2 avec l'accouplement 2 a été tourné vers le haut dans le plan de la projection afin de permettre une meilleure représentation)

- | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Bâti Boîte de vitesses | 7 Bride Arbre de transmission | 12 Canal d'huile de lubrification |
| 2 Arbre d'entraînement Moteur à cylindrée variable 2 | Essieu arrière | Accouplement 3 |
| 3 Accouplement 2 | 8 Tamis à huile | 13 Canal d'huile de lubrification |
| 4 Arbre d'entraînement Moteur à cylindrée variable 1 | 9 Arbre de sortie | Accouplement 2 |
| 5 Accouplement 3 | 10 Bride Arbre de transmission | 14 Filtre à huile |
| 6 Accouplement 1 | Essieu arrière | 15 Bloc de distribution |
| | 11 Canal d'huile de lubrification | |
| | Accouplement 1 | |

La boîte de vitesses est montée de façon élastique dans le châssis arrière de la chargeuse sur pneus et est entraînée par 2 moteurs à cylindrée variable. Les moteurs entraînent les deux arbres d'alimentation 2 et 4, qui dirigent le couple sur les sets d'accouplement 3, 5 et 6. Les accouplements actionnés par hydraulique se composent d'un boîtier d'accouplement (avec denture intérieure), d'un manchon d'accouplement (avec denture extérieure), des lamelles, pistons, plaque de pression et ressorts de rappel.

Les lamelles en acier à denture extérieure et les lamelles de friction à denture intérieure sont disposées alternativement. Les lamelles à denture extérieure sont fixées au boîtier d'accouplement, les lamelles à denture intérieure au manchon d'accouplement. Le moyeu et les lamelles de friction tournent librement avec les arbres d'alimentation, lorsque l'accouplement n'est pas actionné.

Lorsqu'une plage de translation est passée, de l'huile de pression est conduite de l'électrovanne dans le bloc de distribution 15 vers la vanne d'accouplement par le canal d'huile correspondant. Dès que la vanne d'accouplement est actionnée, de l'huile de pression coule à travers le canal d'huile vers le piston d'accouplement correspondant. La pression d'huile appuie le piston et les lamelles sur la plaque de pression.

Les lamelles en acier et les lamelles de friction refermées relient le boîtier d'accouplement et le moyeu, de telle sorte que ceux-ci se déplacent ensemble.

Lorsque l'accouplement est fermé, la puissance du moteur hydraulique correspondant est transmise à l'arbre de sortie. Sur les brides des arbres de sortie 7 et 10, les deux arbres de transmission sont reliés à l'essieu avant et à l'essieu arrière.

Lorsque l'accouplement est ouvert, les ressorts de rappel poussent le piston d'accouplement dans sa position initiale. L'huile devant le piston s'échappe par le biais de la vanne d'accouplement et par les alésages du piston d'accouplement dans le carter à huile. Le carter d'huile est intégré dans le bâti de la boîte de vitesses 1.

Une pompe construite sur le moteur diesel aspire l'huile de boîte hors du carter d'huile, par des conduites. Le tamis à huile 8 est monté dans le carter d'huile, dans l'orifice d'aspiration. L'huile de boîte est reconduite par une pompe dans la boîte de vitesses, au travers d'un filtre. Une partie de l'huile passe par le radiateur à huile. L'huile refroidie est acheminée dans le graissage de boîte.

Les 3 rapports

1er rapport

Dans le premier rapport, les accouplements K1 et K2 sont fermés. Ainsi les couples des deux moteurs à cylindrée variable sont utilisés en même temps pour la force de traction maximale.

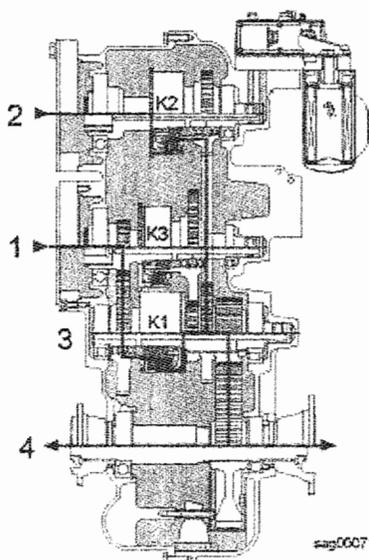
Arbre d'alimentation 1

La puissance du moteur à cylindrée variable 1 est transmise directement de l'arbre d'alimentation au pignon d'entraînement de l'arbre intermédiaire 3. Le moment est transmis par l'accouplement fermé K1 du pignon de sortie de l'arbre intermédiaire 3 à l'arbre de sortie 4.

Arbre d'alimentation 2

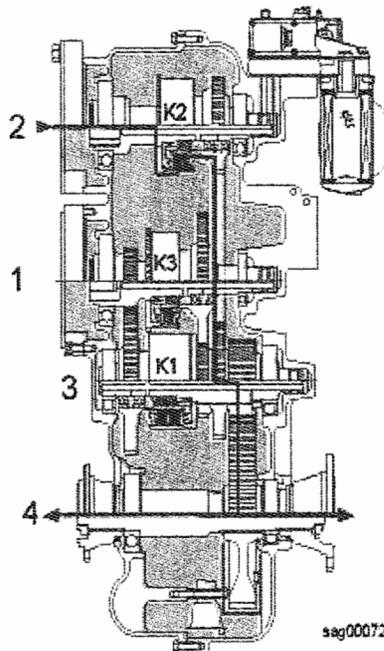
La puissance du moteur à cylindrée variable 2 est transmise de l'arbre d'alimentation 2 à l'accouplement K2 et au pignon de sortie de l'arbre d'alimentation 2. La puissance est alors conduite sur l'arbre de sortie 4 par les pignons de sortie de l'arbre intermédiaire 3.

La puissance des deux moteurs à cylindrée variable est additionnée dans l'arbre intermédiaire 3. L'écoulement des forces est représenté clairement dans le graphique ci-contre.



2e rapport

Dans le deuxième rapport, l'accouplement K1 est ventilé et le moteur à cylindrée variable 1 pivote sur 0°. Simultanément, l'angle de pivotement du moteur à cylindrée variable 2 augmente.

**Arbre d'alimentation 1**

Le moteur à cylindrée variable 1 pivote sur 0° et l'accouplement K1 s'ouvre.

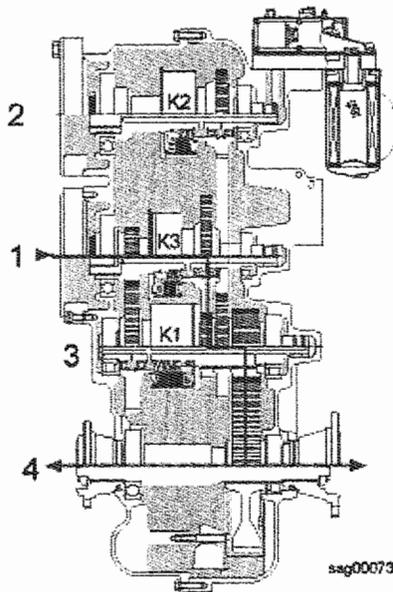
Arbre d'alimentation 2

La puissance du moteur à cylindrée variable 2 est transmise de l'arbre d'alimentation 2 à l'accouplement K2 et au pignon de sortie de l'arbre d'alimentation 2. La puissance est alors conduite sur l'arbre de sortie 4 par les pignons de sortie de l'arbre intermédiaire 3.

L'écoulement des forces est représenté clairement dans le graphique ci-contre.

3e rapport

Dans le troisième rapport, l'accouplement K3 se ferme et l'accouplement K2 s'ouvre. Pendant le changement de rapport, tout le couple est transmis.

**Arbre d'alimentation 1**

La puissance est amenée du moteur à cylindrée variable 1 au pignon de sortie de l'arbre d'alimentation 1 par l'arbre d'alimentation 1 et l'accouplement K3. La puissance continue alors vers l'arbre de sortie 4 par les pignons de sortie de l'arbre intermédiaire 3.

Arbre d'alimentation 2

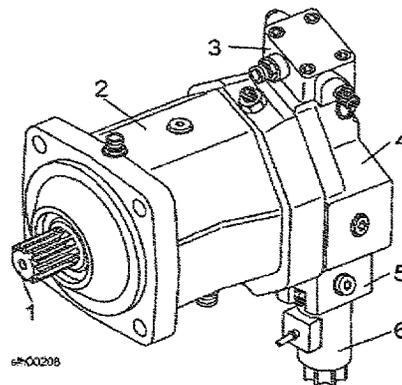
Après fermeture de l'accouplement K3, le moteur à cylindrée variable 2 pivote sur 0° et l'accouplement K2 s'ouvre.

L'écoulement des forces est représenté clairement dans le graphique ci-contre.

Caractéristiques techniques

Désignation	Valeur	Unité
Nombre de rapports	3	
Démultiplication 1er rapport	6,103	
Démultiplication 2e rapport	3,033	
Démultiplication 3e rapport	1,342	

Désignation	Valeur	Unité
Mode de régulation	EP	
Cylindrée max.	80	cm ³
Angle de rotation max.	25°	
Angle de rotation min.	0°	
Régime max.	5900	min ⁻¹
Couple (Δp 400 bar)	489	Nm



Eléments principaux du moteur à cylindrée variable

- 8 Arbre d'entraînement
- 9 Carter
- 10 Clapet d'irrigation
- 11 Module de régulation
- 12 Bloc régulateur
- 13 électrovanne proportionnelle

Le moteur à cylindrée variable est bridé sur le réducteur de transfert. Un entraînement à pistons axiaux coniques à barillets oscillants et le module de régulation et de réglage sont intégrés au moteur à cylindrée variable.

Caractéristiques techniques

Moteur à cylindrée variable 1

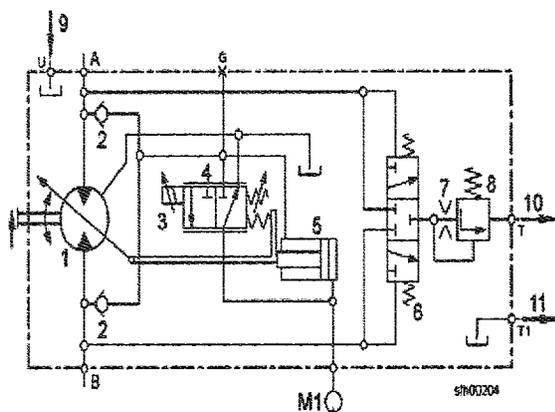


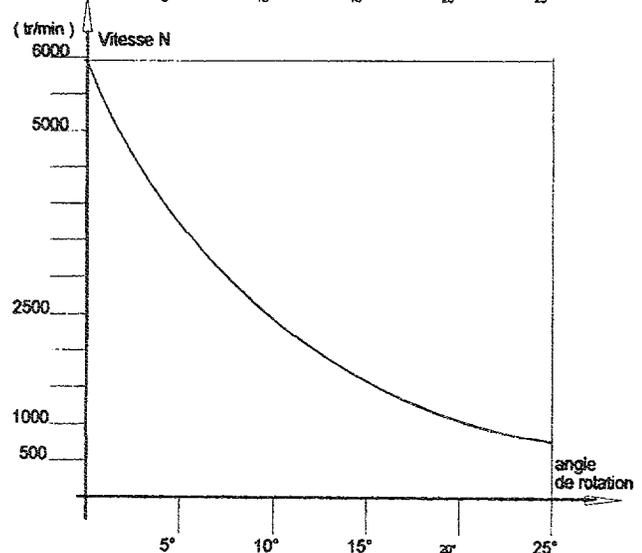
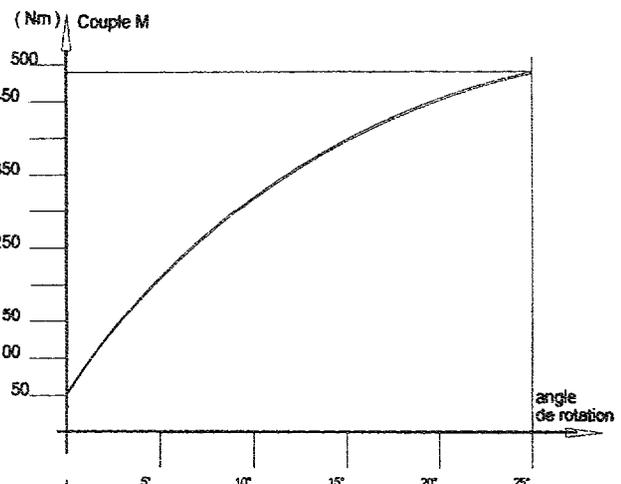
Schéma hydraulique du moteur à cylindrée variable

- 1 Moteur à cylindrée variable
- 2 Clapets anti-retour
- 3 Electrovanne proportionnelle
- 4 Piston de commande
- 5 Piston de positionnement
- 6 Clapet d'irrigation
- 7 Diaphragme
- 8 Clapet de limitation de la pression
- 9 Huile pour graissage de palier
- 10 Huile de retour venant du clapet d'irrigation
- 11 Raccord aspiration dans le carter
- M1 Point de mesure Pression de positionnement

Le débit de la pompe à débit variable est acheminé vers le moteur à cylindrée variable par le biais du raccord de pression A ou B. Il alimente les pistons coniques à déplacement axial dans le vérin de l'entraînement. La puissance produite fait tourner l'arbre d'entraînement, créant ainsi un certain couple. Le couple de l'arbre d'entraînement dépend de l'angle de rotation et de la pression de service du moteur à cylindrée variable. Le régime de l'arbre d'entraînement est fonction de la quantité d'huile amenée et de l'angle d'inclinaison du moteur à cylindrée variable.

- Lorsque l'angle de rotation diminue, le régime augmente et le couple possible diminue.
- Lorsque l'angle de rotation augmente, le couple augmente et le régime possible diminue.

Le module de régulation et de réglage situé dans la plaque de raccordement modifie l'angle de rotation du moteur à cylindrée variable. Le réglage du moteur à cylindrée variable est contrôlé par le micro-contrôleur.



FORMULAIRERaison :

$$r = (-1)^c \frac{\text{produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{produit du nombre de dents des roues menées}}$$

c : nombre de contacts extérieurs entre pignons

Puissance mécanique :

$$P = M \times \omega$$

P : puissance en **W**
 M : couple en **N.m**
 ω : vitesse angulaire en **rad/s**

Puissance hydraulique :

$$P = Q \times p$$

P : puissance en **W**
 Q : débit en **m³/s**
 p : pression en **Pa**

Vitesse angulaire :

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

ω : vitesse angulaire en **rad/s**
 n : fréquence de rotation en **tr/min**

Couple transmissible par adhérence :

$$Ma = Fp \times n \times fa \times Rm$$

$$Rm = \frac{R + r}{2}$$

Ma : couple transmissible en **N.m**
 Fp : effort presseur en **N**
 n : nombre de surfaces de friction soumises à Fp
 fa : coefficient d'adhérence
 Rm : rayon moyen de la surface de friction en **m**

Vitesse linéaire instantanée à partir d'un mouvement de rotation

$$V = \omega \times R$$

V : vitesse linéaire en **m/s**
 ω : vitesse angulaire en **rad/s**
 R : rayon en **m**

Pression :

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

1 bar = 0.1 MPa
 1 MPa = 1 N/mm²

p : pression **MPa**
 F : force en **N**
 S : surface en **mm²**

p : pression en **bar**
 F : force en **daN**
 S : surface en **cm²**

Poids :

$$P = m \times g$$

P : poids en **N**
 m : masse en **kg**
 g : 9,81 **ms⁻²**

$$\text{Rendement} : \eta = \frac{P_{\text{restituée}}}{P_{\text{absorbée}}}$$

Force due à l'accélération(ou décélération)

$$F = m \times a$$

F : force en **N**
 m : masse en **kg**
 a : accélération **ms⁻²**