

VARIATEUR KOOP.

**Origine de la documentation
KOOP années 70'**

L'illustration en coupe (Fig. 1), est celle d'un type de variateur série "300", dont le principe est commun à tous les types de variateur. La carcasse extérieure se compose d'un carter et de deux couvercles soigneusement alignés et goupillés en position. Les arbres de transmission co-axiaux d'entrée (C), et de sortie (M), sont montés de façon identique. Ils tournent dans le même sens. La puissance est transmise par l'arbre d'entrée (C), à travers un disque (A), assemblé par cannelures sur l'arbre, en passant par un dispositif de pression (B), jusqu'au cône de transmission d'entrée (D), puis vers une série de billes (E), montées sur des axes (K), et tournant sur deux séries de roulement à aiguilles (J). Les axes de billes sont guidés à chaque extrémité par les rainures radiales des couvercles extérieurs et passent à travers une série de fentes hélicoïdales dans une plaque iris (F), qui peut tourner au moyen de la vis sans fin (G). Ce mouvement incline les axes des billes et produit la variation de la vitesse. A partir des billes (E), la puissance est transmise à travers le cône d'entraînement de sortie (L), et un deuxième dispositif de pression (N), vers le disque (P), assemblé par cannelures sur l'arbre de sortie (M). Les billes (E) sont tenues en contact avec les cônes (D) et (L), par un anneau de retenue (H).

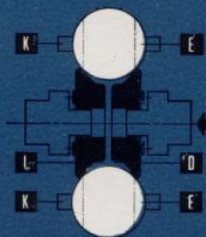


Fig. 2

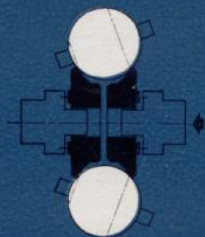


Fig. 3

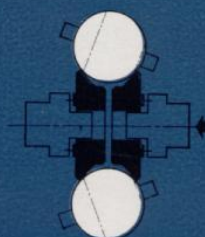


Fig. 4

PRINCIPE DE DISPOSITIFS DE PRESSION.

Les dispositifs de pression (Fig. 5), ajustent automatiquement la pression nécessaire entre les billes et les cônes en fonction du couple.

Un disque (P) est monté par cannelures sur l'arbre (M). Le cône (L) tourne librement sur l'arbre. Le cône et le disque portent chacun une série de rampes en "V" (R) entre lesquelles sont maintenus des galets (S). Une paire de rondelles ressort coniques (T) sont montées en retrait dans les cônes et les disques.

La figure 6 montre la position des galets au creux des rampes quand aucune charge n'est appliquée. Aucune autre pression axiale n'est alors exercée que celle donnée par les rondelles ressorts de précharge (T), donnant la tension nécessaire à la mise en marche.

Quand un couple est appliqué dans le sens de la flèche (X), les galets montent sur les rampes et ont tendance à écarter les cônes des disques en créant une force résultante dans la direction de la flèche (Y), en augmentant la pression spécifique sur les points de contact des billes.

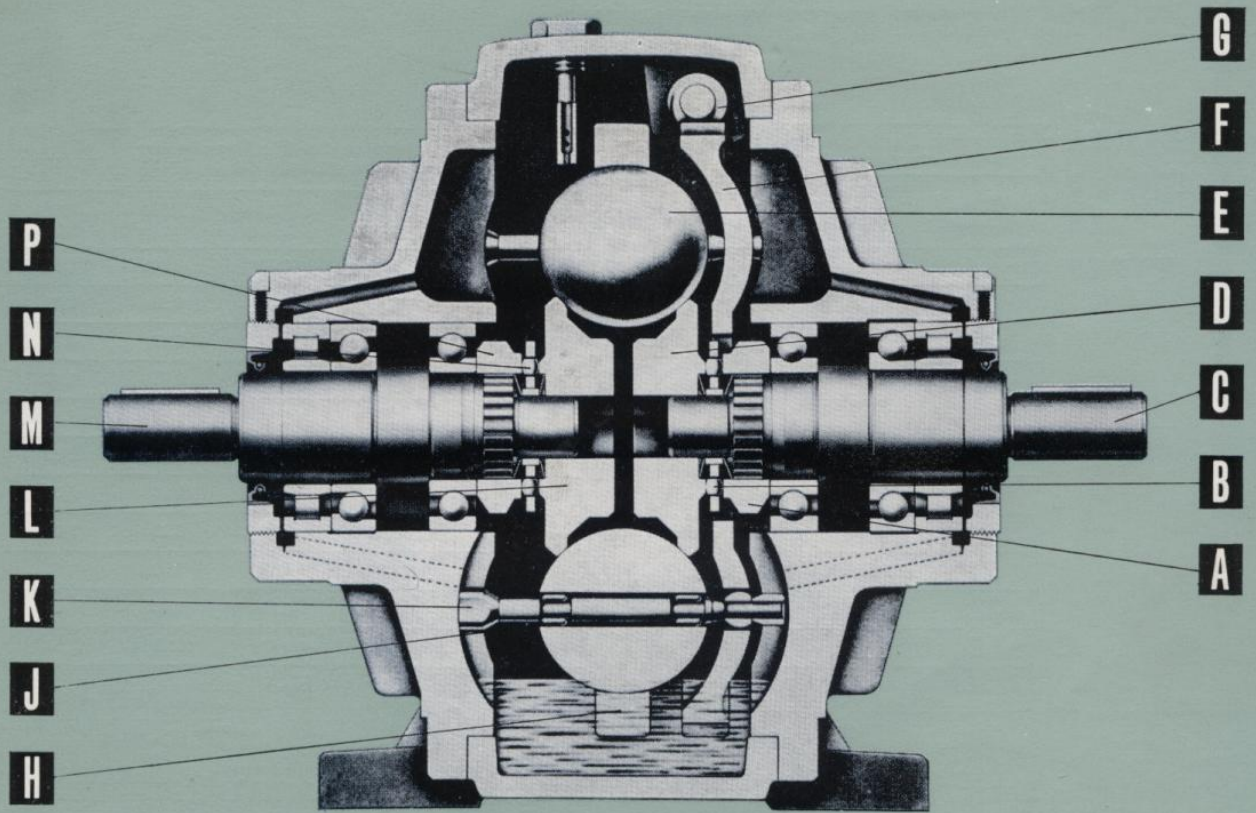


Fig. 1. Vue en coupe d'un variateur série 300 (le montage des roulements n'est pas identique sur tous les types).

◀ PRINCIPE DE LA VARIATION DE VITESSE.

Il est évident que lorsque les axes de billes (K), sont parallèles aux arbres de transmission (Fig. 2), le rapport des vitesses d'entrée et de sortie est de 1:1 parce que les diamètres des billes (E), sur les points de contact avec les cônes d'entraînement (D) et (L), sont égaux. Quand les axes des billes sont inclinés par le mouvement de la plaque iris, les diamètres relatifs des billes sur les points de contact avec les cônes d'entraînement sont changés. Un sens d'inclinaison réduit la vitesse de sortie (Fig. 3), alors que le sens inverse l'augmente (Fig. 4).

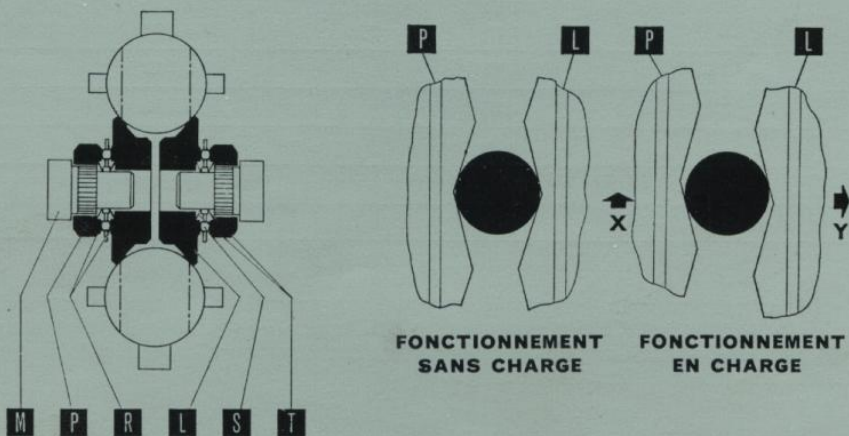


Fig. 5

Fig 6

GAMME STANDARD DES TYPES

Puissance d'entrée à appliquer avec moteurs standard (ch)		
Type de Variateur	6 pôles 930 tr/mn	4 pôles 1410 tr/mn
5	—	—
312	0,25	0,33
314	0,50	0,75
315	0,75	1,00
316	1,00	1,50
317	1,50	2,00
318	2,00	3,00 ou 4,00
320	3,00	5,50
321	4,00 ou 5,50	7,50
322	7,50	10,00
324	10,00	15,00

Fig. 7

Puissance d'entrée à appliquer à diverses vitesses d'entrée (ch)				
Type de Variateur	500 tr/mn	750 tr/mn	1000 tr/mn	1500 tr/mn
5	0,02	0,023	0,025	0,033
312	0,17	0,23	0,29	0,39
314	0,34	0,46	0,57	0,78
315	0,44	0,59	0,75	1,00
316	0,68	0,90	1,15	1,55
317	0,80	1,10	1,50	2,00
318	1,76	2,36	2,80	4,00
320	2,40	3,24	3,90	5,50
321	3,30	4,42	5,50	7,50
322	4,50	6,10	7,80	10,40
324	6,85	9,20	10,40	15,60

Fig. 8

GAMME STANDARD DES VITESSES DE SORTIE

AVEC 2 BOUTS D'ARBRES LIBRES

$\frac{1}{3}$ à 3 fois la vitesse d'entrée

Ceci représente une variation continue dans le rapport de 9 à 1.

MONOBLOC MOTO-VARIATEUR

Vitesse d'entrée	Vitesse de sortie
6 pôles 930 tr/mn	310 à 2790 tr/mn
4 pôles 1410 tr/mn	470 à 4230 tr/mn

Fig. 9

Les vitesses de sortie indiquées sont approximatives, car les vitesses moteur varient avec les puissances.

Les moteurs standard sont en 220/380 volts, triphasés 50 cycles. Des moteurs spéciaux en voltage, fréquence, monophasés ou antidéflagrants peuvent être fournis.

MONOBLOC MOTO-VARIO-REDUCTEUR

RAPPORT	REDUCTEUR			VITESSES DE SORTIE tr/mn	
	Rapports de réduction avec chaque type de variateur			Vitess d'entrée 930 tr/mn	Vitesse d'entrée 1410 tr/mn
R1	a	b	c	a	a
	312 et 314	315 à 321	322 et 324	3 à 27	4,5 à 27
	1/101	1/91	1/87	b 3,4 à 30	b 5 à 30
R2		1/60		5,3 à 48	8 à 48
R3		1/31		10 à 90	15 à 90
R4		1/16		20 à 180	30 à 180
R5		1/8		40 à 360	60 à 360
R6		1/4		80 à 720	120 à 720

Fig. 10

Quand la vitesse primaire est élevée, comme par exemple 1410 t/m, le rapport de variation est réduit de 9/1 à 6/1. Ceci a pour but de limiter la vitesse maximale d'entrée au réducteur. Cependant, des réducteurs non standard peuvent être fournis pour obtenir des vitesses de sortie différentes de celles mentionnées.

GAMME STANDARD DES MODELES



F A deux bouts d'arbres libres.
Voir pages 14 & 15



M Avec moteur monobloc
Voir page 16



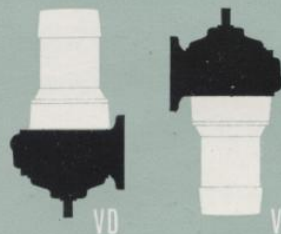
H Pour montage sur moteurs à bride de standardisation internationale. Types 312 à 315: avec flasque et accouplement. Types 316 et au dessus: avec flasque et arbre creux. Détails sur demande.



FR Arbre primaire libre et réducteur en monobloc.
Voir pages 17 & 18



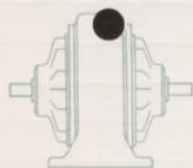
MR Monobloc moto-vario-réducteur
Voir pages 19 & 20



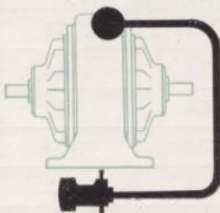
V Toutes les possibilités ci-contre, avec une pompe à huile intégrée, pour fonctionnement à axe vertical.
Voir page 21.

GAMME STANDARD DES COMMANDES

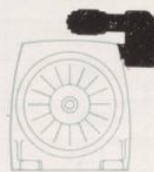
Pour de plus amples détails sur les dispositifs de commande, voir pages 23 & 24



S Commande manuelle avec compteur incorporé



X Commande manuelle S, à distance



E Commande par servo-moteur électrique

SYMBOLES STANDARD

Les symboles de cette page, avec le type du variateur et la référence **R1** . . . **R6** du rapport de réduction page 9, peuvent être utilisés dans n'importe quelle combinaison pour définir l'appareil demandé.

Par exemple: Type **316** MSR2, signifie un variateur type **316**, avec commande manuelle, moteur—930 ou 1410 t/m, à préciser—et réducteur rapport 1/60.

Type **318** MEVD, signifie un variateur **318**, avec commande par servo-moteur électrique, moteur—930 ou 1410 t/m à préciser—prévu pour fonctionnement à axe vertical, sortie en bas.

Les accusés de réception de commandes, avec l'addition d'une lettre "Z" à la définition de l'appareil, indiquent une fourniture comportant un élément spécial, non standard.

PUISSANCE REQUISE

Elle peut être déterminée, (a) d'après le moteur existant, en conjonction avec un test de consommation de courant. (b) par le constructeur des machines, (c) par une mesure du couple sur l'arbre à commander. La dimension de l'arbre sera une bonne indication. La puissance requise par l'application suivra alors soit les caractéristiques d'un couple constant, soit celles d'une puissance constante. Dans le premier cas elle est calculée en fonction du couple nécessaire à la plus grande vitesse de sortie. Dans le deuxième cas, elle l'est en fonction du couple nécessaire à la plus petite.

Il est à noter que sur des transmissions existantes, une puissance additionnelle sera exigée en raison des vitesses accrues obtenues grâce au variateur.

Rendement du variateur pour une vitesse primaire de 1500 tr/mn

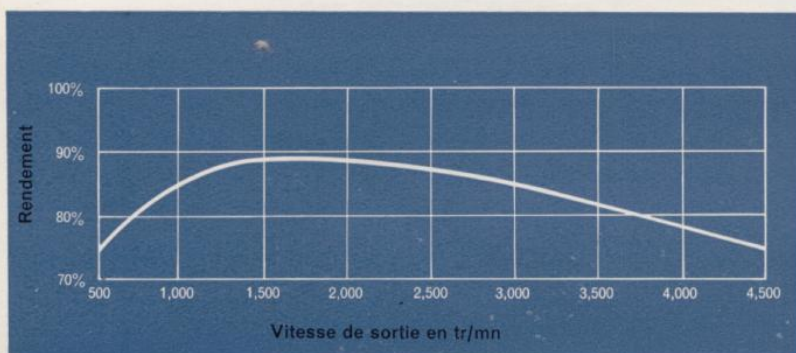


Fig. 11

La courbe ci-dessus donne les rendements en fonction des vitesses de sortie. A des vitesses de sortie comprises entre la moitié et le double de la vitesse d'entrée, le rendement est à son maximum.

La formule donnant la relation entre la puissance P et le couple C est la suivante:

$$C = \frac{716P}{n} \quad P = \frac{Cn}{716}$$

Avec C=Couple en mètres kilogramme
P=Puissance en chevaux
n=Vitesse en tours minute

$$\text{Couple en mètres Newton} = \frac{1}{9,8} \text{ m/kg}$$

COUPLE DE SORTIE DU VARIATEUR (kg/cm)

Type de Variateur	RAPPORT DES VITESSES SORTIE/ENTREE						
	$\frac{1}{3}$ kgcm	$\frac{1}{2}$ kgcm	1 kgcm	1,5 kgcm	2 kgcm	2,5 kgcm	3 kgcm
312	37,0	29,0	15,9	10,3	7,2	5,6	4,4
314	76,0	59,5	31,7	20,4	14,2	10,8	8,64
315	100,0	79,3	42,6	27,2	18,8	14,4	11,5
316	152,0	119,0	63,4	40,3	28,2	21,7	17,3
317	215,0	164,0	86,4	53,0	38,0	30,0	23,0
318	403,0	317,0	169,0	108,0	75,0	57,6	46,0
320	634,0	449,0	230,0	150,0	104,0	79,5	63,4
321	864,0	617,0	317,0	204,0	142,0	108,0	86,4
322	1152,0	824,0	415,0	277,0	188,0	144,0	115,0
324	1729,0	1244,0	622,0	392,0	277,0	219,0	169,0

Fig. 12

Au rendement près (Fig. 11), la puissance de sortie du variateur KOPP est constante sur toute la plage des vitesses. Comme l'indique la figure 12, ceci permet de disposer du couple maximal à la plus petite vitesse d'utilisation, et du couple minimal à la plus grande.

Lorsqu'un variateur doit fournir un couple constant, il est nécessaire de choisir un variateur capable de donner ce couple à la plus grande vitesse d'utilisation.

DEVIATION DE LA VITESSE SOUS CHARGE VARIABLE

Si l'on suppose une vitesse de sortie constante, toute variation de charge peut être la cause d'une faible déviation de la vitesse.

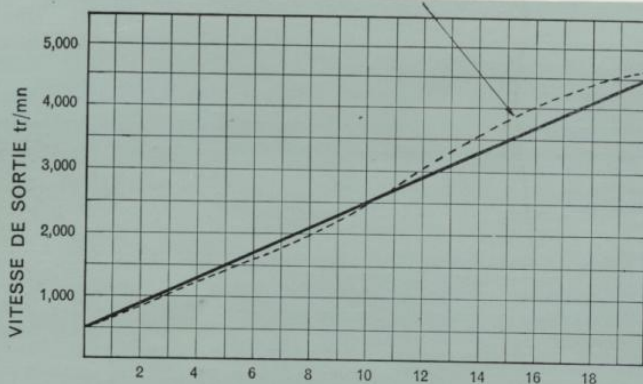
Il faut souligner que ceci n'est pas dû au glissement, mais au fait que les changements de charge produisent un changement de la valeur de la poussée axiale expliquée page 7. L'élasticité de l'ensemble mécanique auquel cette pression est appliquée, et, à un degré moindre, l'élimination des jeux de fonctionnement, entraîne un déplacement minime de la position relative des billes et des cônes d'entraînement, provoquant une légère variation des rayons actifs, donc du rapport des vitesses.

Par exemple, les arbres d'entrée et de sortie ayant une vitesse de rotation de 1500 t/m, on peut observer une déviation de 0,7% pour une charge passant de 100% à 50%. Il faut cependant se souvenir que sous des conditions de charge constante, la déviation de la vitesse est inférieure à 0,1%.

REGULATION DE LA VITESSE

La figure 1, page 8 montre que la commande de vitesse est effectuée à l'aide d'une vis sans fin (G), faisant tourner la plaque iris (F).

Courbe de variation de la vitesse pour entrée à 1500 tr/mn



NOMBRE DE TOURS DU VOLANT DE COMMANDE
NOTE:—UNE UNITÉ SUR LE COMPTEUR RÉPÉSENTE UN TOUR DE LA VIS DE COMMANDE

Fig. 16

La figure 16 donne la variation de la vitesse en fonction du nombre de tours de cette vis, pour tous les variateurs de la série "300". Cette variation est pratiquement linéaire. La déviation par rapport à une droite apparaît en deux points de la gamme et n'est jamais supérieure à 5%. Ceci est vrai à condition d'utiliser comme arbre d'entrée celui défini par la les planches donnant les dimensions, sinon la flèche sur courb sera différente. La variation est linéaire quel que soit le système de commande choisi. Toutes ces commandes se montent à l'extrémité de la vis sans fin de commande de variation, à l'extérieur du variateur proprement dit, comme décrit en pages 23 et 24. Sans avis contraire, la commande est toujours montée du côté droit, le variateur étant vu en bout côté sortie. L'augmentation de la vitesse est obtenue en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

SENSIBILITE DE LA COMMANDE

La figure 17 met en évidence qu'il suffit d'un effort minime pour faire fonctionner la commande. Le tableau donne le couple nécessaire pour parcourir toute la plage en trente secondes, pour une vitesse primaire égale ou supérieure à 900 t/m. Ces faibles valeurs contribuent à donner au variateur KOPP une précision et une sensibilité extrêmes et permettent de choisir et de revenir avec précision aux vitesses voulues. Ces caractéristiques sont particulièrement intéressantes dans le domaine de l'automation où le variateur KOPP sera peu encombrant, précis, sensible, fidèle et aisément asservi à n'importe quelle valeur physique.

Type de variateur	Couple de commande en kgcm
312	1,8
314	2,8
315	2,9
316	5,8
317	6,3
318	6,6
320	7,2
321	7,9
322	7,9
324	8,9

Fig. 17

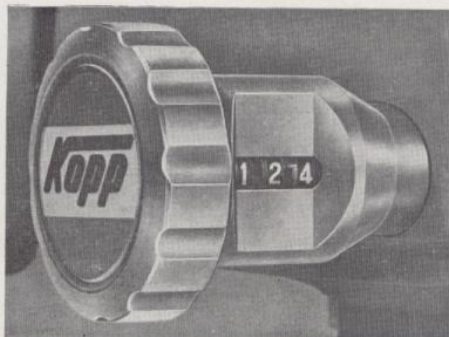
Ces deux pages illustrent et présentent une sélection des commandes le plus souvent utilisées. Elles sont adaptables sur n'importe quel type de variateur et sont interchangeables. Si l'une de ces commandes ne peut résoudre votre problème, il existe d'autres dispositifs éprouvés et nous mettons à votre disposition notre expérience étendue dans ce domaine.

INDICATION DE LA VITESSE

Le moyen le plus répandu consiste à utiliser le volant décrit ci-après. Il indique la position exacte d'une vitesse donnée.

Une indication semblable peut être obtenue en incorporant un potentiomètre à l'ensemble de la commande pour alimenter un galvanomètre gradué en tours minute. Si la mesure de la vitesse exige une plus grande précision, il peut être fourni un tachymètre électrique ou électronique.

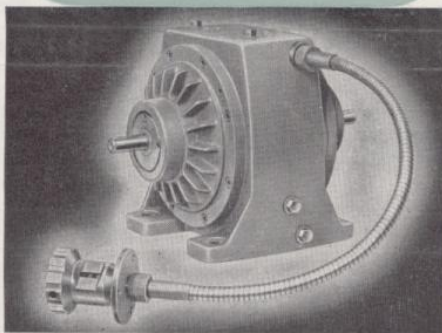
Fig. 20



VOLANT Ce volant est le type standard de commande qui permet une régulation extrêmement sensible de la vitesse. Il comporte un compteur incorporé indiquant le 1/10 de tour de la vis de commande et permet de revenir avec rapidité et précision à des vitesses précédemment choisies. Le volant est normalement fixé sur le côté droit du variateur, celui-ci étant vu côté sortie. Sans difficultés, il peut être monté de l'autre côté. Un autre avantage est obtenu au moyen d'une friction évitant qu'un couple trop élevé soit appliqué sur l'axe du volant, ce qui pourrait occasionner des dégâts au variateur si celui-ci est à l'arrêt. Cette friction évite aussi toute tentative d'aller au-delà des limites de la variation.

COMMANDES DE VARIATION

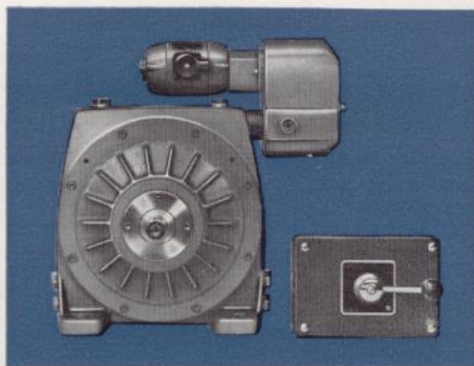
Fig. 21



COMMANDE MECANIQUE A DISTANCE

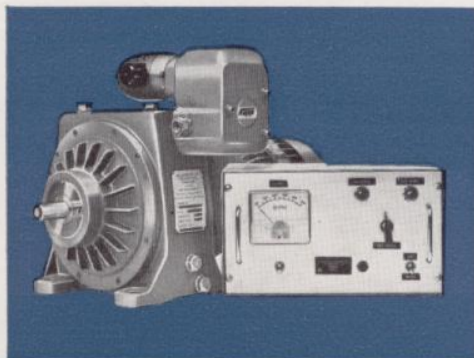
Quand le variateur est monté dans une position inaccessible ou a besoin d'être commandé à la main à distance, le volant de commande est monté à l'extrémité d'un flexible d'une longueur maximale de 3 mètres. Les longueurs standard sont multiples de 0,3 m. Le rayon de courbure minimal à respecter au montage est de 0,15 m et le flexible doit être solidement maintenu à intervalles de 0,30 m, ou moins. Le volant comporte une platine de fixation rendant son montage aisé à l'emplacement choisi.

Fig. 22



◀ **COMMANDE ELECTRIQUE A DISTANCE** Elle consiste en un servo-moteur commandant la vis de variation par l'intermédiaire d'un réducteur. Des interrupteurs de fin de course réglables sont fournis avec l'ensemble. Avec équipement standard, le temps mis pour parcourir la plage de vitesses est de 30 s. D'autres réducteurs permettent d'obtenir des temps compris entre 15 secondes et 6 minutes. Le servo-moteur peut être prévu pour courant triphasé ou monophasé. Son branchement doit être tel qu'il ne puisse tourner si le moteur principal est à l'arrêt.

Fig. 23



◀ **COMMANDES ELECTRONIQUES** Deux types d'équipement permettent une commande automatique, l'un dont les éléments électroniques de base donnent une précision de $\pm 2,5\%$, l'autre, plus complexe, une précision allant jusqu'à $0,2\%$. Les deux systèmes agissent selon le principe d'un pont équilibré qui compare deux signaux de voltages variables. L'un des signaux est donné par l'arbre secondaire variable, l'autre est généralement obtenu par l'affichage de la vitesse désirée et reçu sur le pont par l'intermédiaire d'un potentiomètre ou d'un transducteur. Tout déséquilibre est amplifié et commande le servo-moteur qui corrige la vitesse secondaire jusqu'à l'équilibrage du pont.

COMMANDE PAR DEPLACEMENT LINEAIRE COURT ▶

Au moyen de ce dispositif, toute la gamme de variation est contrôlée par un mouvement axial de 31 mm de la tige que l'on aperçoit en saillie sur la boîte de commande. Lié mécaniquement ou physiquement à un élément variable du dispositif entraîné par le variateur, le déplacement axial de cette tige dans un sens ou dans l'autre commande la rotation du servo-moteur dans l'un ou l'autre sens pendant un temps proportionnel à son amplitude. L'énergie nécessitée par cet asservissement est très faible: elle doit seulement vaincre le frottement de l'ajustement "gras" de la tige dans son coussinet.

Fig. 24

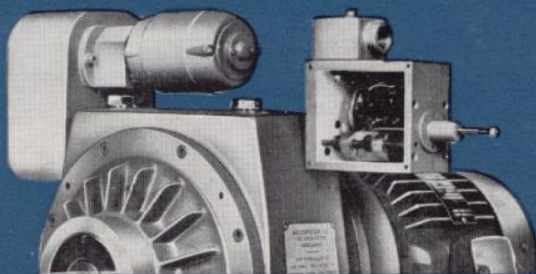
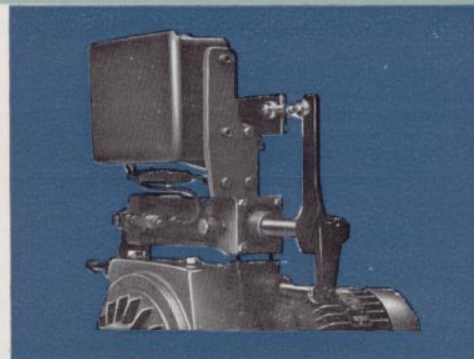
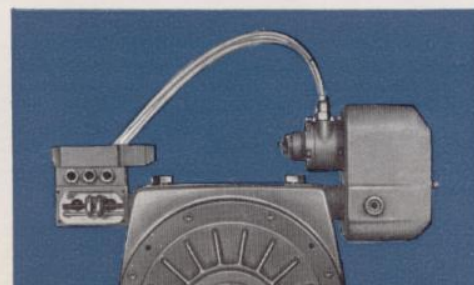


Fig. 25



◀ **COMMANDE PAR CREMAILLERE** Quand l'asservissement du variateur est plus aisé à réaliser au moyen d'un déplacement linéaire et que l'on dispose d'une force et d'une amplitude plus importantes que ci-dessus, la vis sans fin est remplacée par une crémaillère permettant de couvrir la plage de variation avec une course de 95 mm pour les types 312 à 315 inclus, et de 127 mm pour les types 316 et au-dessus. Le déplacement de la crémaillère peut être commandé par tous dispositifs mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques. Le cliché représente une commande pneumatique actionnée par une variation de pression comprise entre 0,2 et 1 kgcm². La commande pneumatique peut-être asservie à des dispositifs enregistrant des changements de température, de débit, de viscosité, de niveau, etc.

Fig. 26



◀ **COMMANDE PNEUMATIQUE** Ce dispositif a été développé pour répondre aux exigences d'une commande anti-déflagrante. En remplaçant le servo-moteur électrique et les interrupteurs de fin de course décrits ci-avant, par une turbine à air et des valves, on obtient le même résultat en évitant d'utiliser tout accessoire électrique. Ce principe offre l'avantage de faire varier le temps de variation en réglant la pression de l'air sur la turbine.

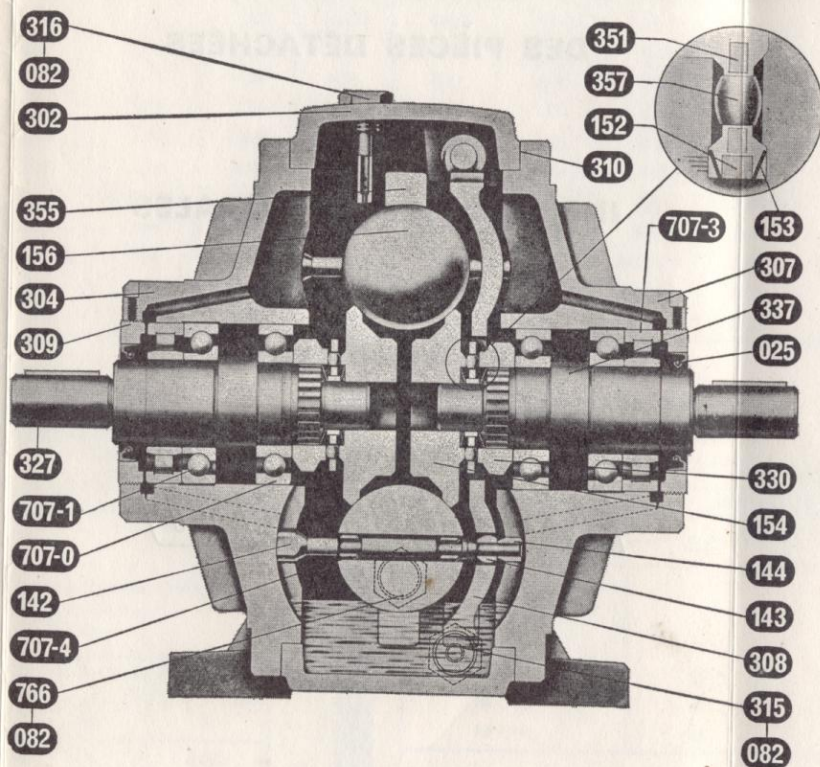
LISTE DES PIÈCES

Réf.	N b.	DESIGNATION	Réf.	N b.	DESIGNATION
025	2	Joint d'étanchéité	COMMANDE ELECTRIQUE A DISTANCE A 2 Microrupteur B 1 Platine de branchement C 1 Potentiomètre D 1 Vis sans fin E 1 Roue de vis sans fin (NOTE : Les pièces non référencées varient en fonction des approvi- sionnements) ENSEMBLE VENTILATEUR 013 1 Circlips 329 1 Entretoise de roulem. 358 1 Ventilateur 359 1 Carter de ventilateur 360 1 Grille de protection COMMANDE PAR VOLANT MANUEL 365 1 Ens. vis de comm. 367 2 Ens. coussinets de vis 612 1 Ens. du volant 614 1 Ens. limiteur de course mécanique 622 1 Ens. limiteur et bouchon POMPE DE GRAISSAGE (Variateur vertical) 012 1 Circlips 345 1 Ens. pompe COMMANDE PAR CRÉMAILLÈRE 025 Jeu de joints 035 1 Vis de guidage 081 1 Rondelle joint 318 1 Ens. crémaillère 319 2 Carter de crémaillère 320 2 Carter de joint 321 2 Couvercle de carter 724 2 Collier de verrouillage		
030	3	Goupille			
082	3	Rondelle joint			
142	*	Axe de bille			
143	*	Rotule			
144	*	Canon			
152	2	Entretoise cage à galets			
153	4	Ressort de précharge			
154	2	Cône			
156	*	Billes			
302	1	Bâti			
304	1	Couvercle secondaire			
307	1	Couvercle primaire			
308	1	Disque de réglage			
309	2	Ecrou de réglage			
310	2	Joint			
315	1	Ens. bouchon magn.			
316	1	Ens. bouchon reniflard			
325	+ 1	S/Ens. arbre secondaire			
327	1	Arbre secondaire			
330	2	Bague d'entraînement			
335	+ 1	S/Ens. arbre primaire			
337	1	Arbre primaire			
351	2	Cage à galets			
355	1	Anneau de retenue			
357	*	Galets			
Roulements :					
707-0	*	Normal à billes			
707-1	*	Contact oblique			
707-3	*	A rouleau			
707-4	*	A aiguilles			
707-5	*	Butée à billes			
766	1	Bouchon de niveau			
—	*	Jeu de vis			

* Dépend du type de variateur.

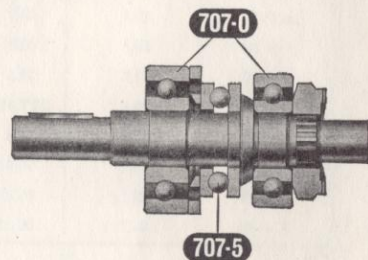
+ Sous-ensemble comprenant arbre, roulements et bague d'entraînement.

**POUR TOUTE COMMANDE DE PIÈCES DÉTACHÉES
INDIQUER TOUJOURS LE NUMÉRO DE SÉRIE DU VARIATEUR**

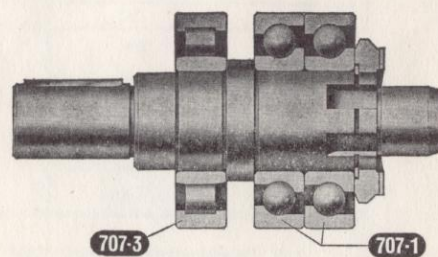


VARIATEUR STANDARD
avec montage des arbres pour types 318 à 321 inclus

MONTAGE DES ARBRES



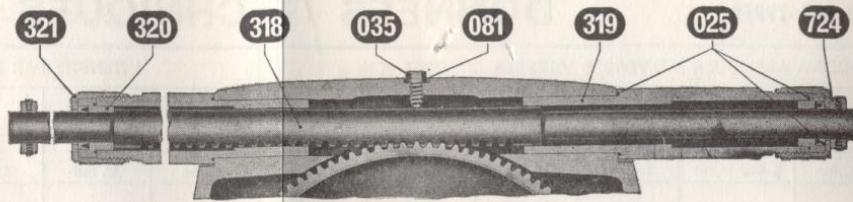
TYPES 312 A 317 INCLUS



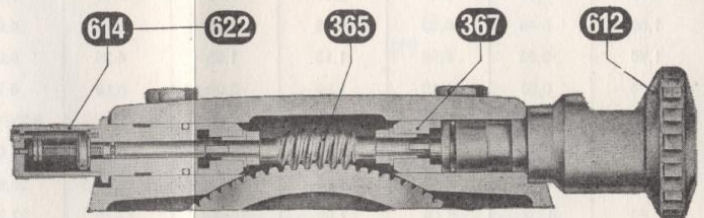
TYPES 322 & 324

337

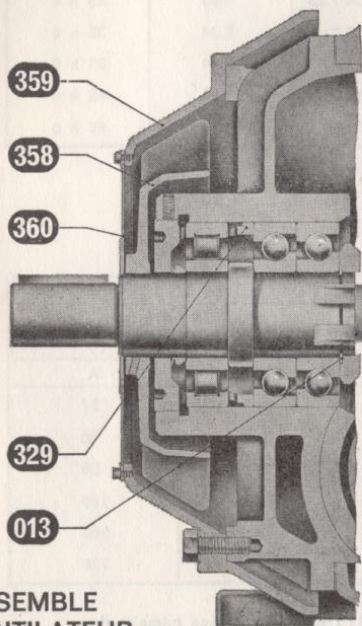
ARBRE D'ENTRÉE
CREUX POUR
VARIATEURS
AVEC MOTEURS
MONTÉS EN
MONOBLOC.
TYPES 316 à 324
INCLUS



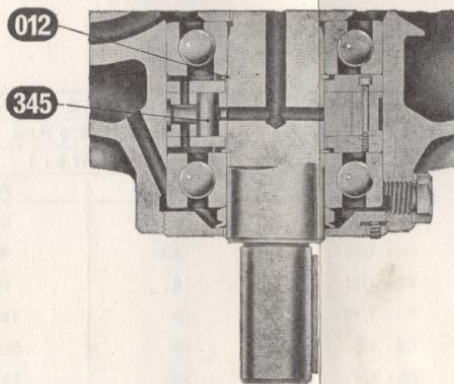
COMMANDE PAR CRÉMAILLÈRE



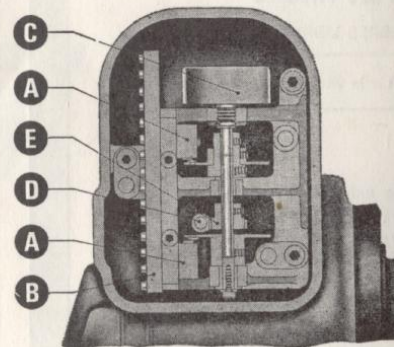
COMMANDE PAR VOLANT MANUEL



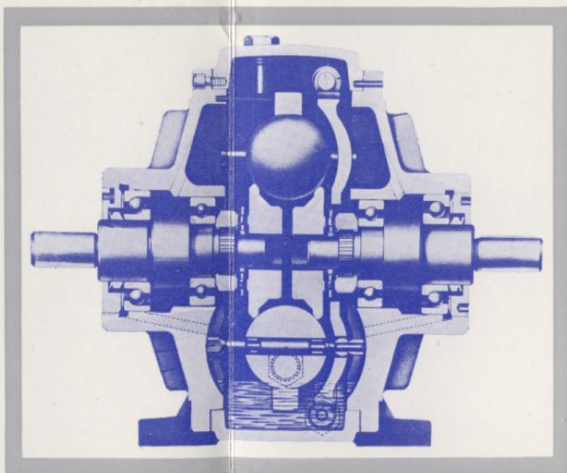
ENSEMBLE
VENTILATEUR
(TYPES 320 à 324 INCLUS)



MONTAGE DE LA POMPE A HUILE
SUR LES VARIATEURS A AXE
VERTICAL



COMMANDE ÉLECTRIQUE
A DISTANCE



**VARIATEURS
KOPP A BILLES
TYPE B**

Puissance transmise : 0,18 à 11 kW
Rapport de variation : 9 à 1
de 1,3 à 3 fois la vitesse primaire



**VARIATEURS
KOPP A GALETS
TYPE K**

Puissance transmise : 11 à 44 kW
Rapport de variation maximal 12 à 1
de 1,7 à 1,7 fois la vitesse primaire

