

Ralentisseur hydraulique

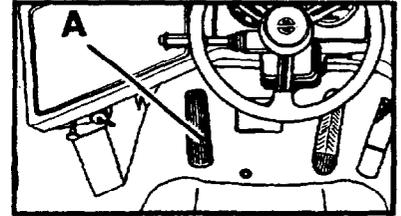
1. description du fonctionnement

Le ralentisseur est un frein hydrocinétique, monté dans la boîte de vitesses. Il consiste en un rotor et un stator. En conduite normale, le ralentisseur est vide d'huile et le rotor tourne librement avec l'arbre principal de la boîte de vitesses. Le ralentisseur est rendu actif en remplissant plus ou moins d'huile l'espace entre le rotor et le stator.

La commande du ralentisseur est réalisée grâce à la pédale du ralentisseur **A**. L'effet de décélération est progressif.

Le couple maximal exercé par le stator sur le rotor est réalisé lorsque le remplissage en huile est maximal ; il est de 1200 N.m

En fonctionnement continu ($N_{\text{moteur thermique}} = 2000 \text{ tr/min}$), la puissance maximale du ralentisseur est de 250 kW. Elle est de 300 kW lors d'un fonctionnement intermittent ($N_{\text{moteur thermique}} = 2400 \text{ tr/min}$).



décélération à partir de la pédale du ralentisseur (voir doc 10/14)

Lorsqu'on appuie sur la pédale du ralentisseur de l'air sous pression, proportionnelle à la pression sur la pédale, est insufflé. L'air comprimé atteint le capteur SE56 qui se ferme et indique ainsi à l'ECU¹ que le ralentisseur est requis.

Pour que l'ECU active le ralentisseur, les conditions suivantes doivent être satisfaites :

- la pédale d'accélérateur doit être relâchée, valeur de position = 0, position qui est enregistrée par SE57, (le capteur de pression de suralimentation) ;
- la vitesse est supérieure à 1,8 km/h, état qui est enregistré par SE4 (capteur, régime de sortie) ;
- la température dans la boîte de vitesses n'est pas supérieure à 120 °C, état qui est enregistré par SE11D (capteur, température de la boîte de vitesses). Si la température a dépassé 120 °C, elle doit redescendre au-dessous de 110 °C avant que le ralentisseur ne puisse être utilisé de nouveau ;
- le régime du moteur est supérieur à 14 tr/s (840 tr/min), état qui est enregistré par SE3 (capteur, régime d'entrée).

Si toutes ces conditions sont remplies, l'ECU active la vanne magnétique MA8 laquelle ouvre et laisse passer l'air comprimé vers la valve du ralentisseur qui active le ralentisseur. La pression d'air vers la valve du ralentisseur varie entre 0 - 650 kPa (0 - 6,5 bars), fonction de la pression exercée sur la pédale du ralentisseur.

Décélération à partir de la pédale de frein (voir doc 10/14)

Une poussée sur la pédale de frein ferme le capteur SE100 (contact de marche/arrêt du retardateur), intégré à la pédale.

Pour que l'ECU active le retardateur, les conditions suivantes doivent être satisfaites :

- SW47 (décélération par pédale de frein) activé (fermé).
- la pédale de l'accélérateur est relâchée; valeur de la position de la pédale = 0, qui est enregistrée par le capteur de pression turbo SE57.
- la vitesse est supérieure à 1,8 km/h, ce qui est noté par le capteur SE4 (régime de sortie).

¹ Electronic Control Unit

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session 2004
MME4ME	Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES	Page : DT 9/14
Sous-épreuve U.41 :	2 ^{ème} partie MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	

- la température enregistrée par le capteur SE11D de la jauge de température de la boîte de vitesses est inférieure à 120 °C. Si la température a été supérieure à 120 °C, elle doit d'abord tomber à 110 °C avant que le retardateur puisse être utilisé de nouveau.
- le régime du moteur est supérieur à 14 t/s (840 t/min), information fournie à partir du capteur SE3 (régime d'entrée).

Si toutes les conditions sont satisfaites, l'ECU active les valves magnétiques MA151 et MA8 en même temps. La pression d'air peut à présent passer par MA 151 via MA8 vers la valve du retardateur activant ainsi ce dernier. La pression d'air vers la valve du retardateur est 650 kPa (6,5 bars) ce qui fournit une décélération maximale. En même temps, le capteur SE104 ferme et les feux de stop LA29-30 s'allument.

SW47 est utilisé pour brancher/débrancher la fonction de décélération intégrée dans la pédale de frein. C'est là une fonction de sécurité pour éviter le blocage des roues sur routes verglacées vu la très grande puissance de freinage fournie lorsque la capacité du retardateur est utilisée à fond.

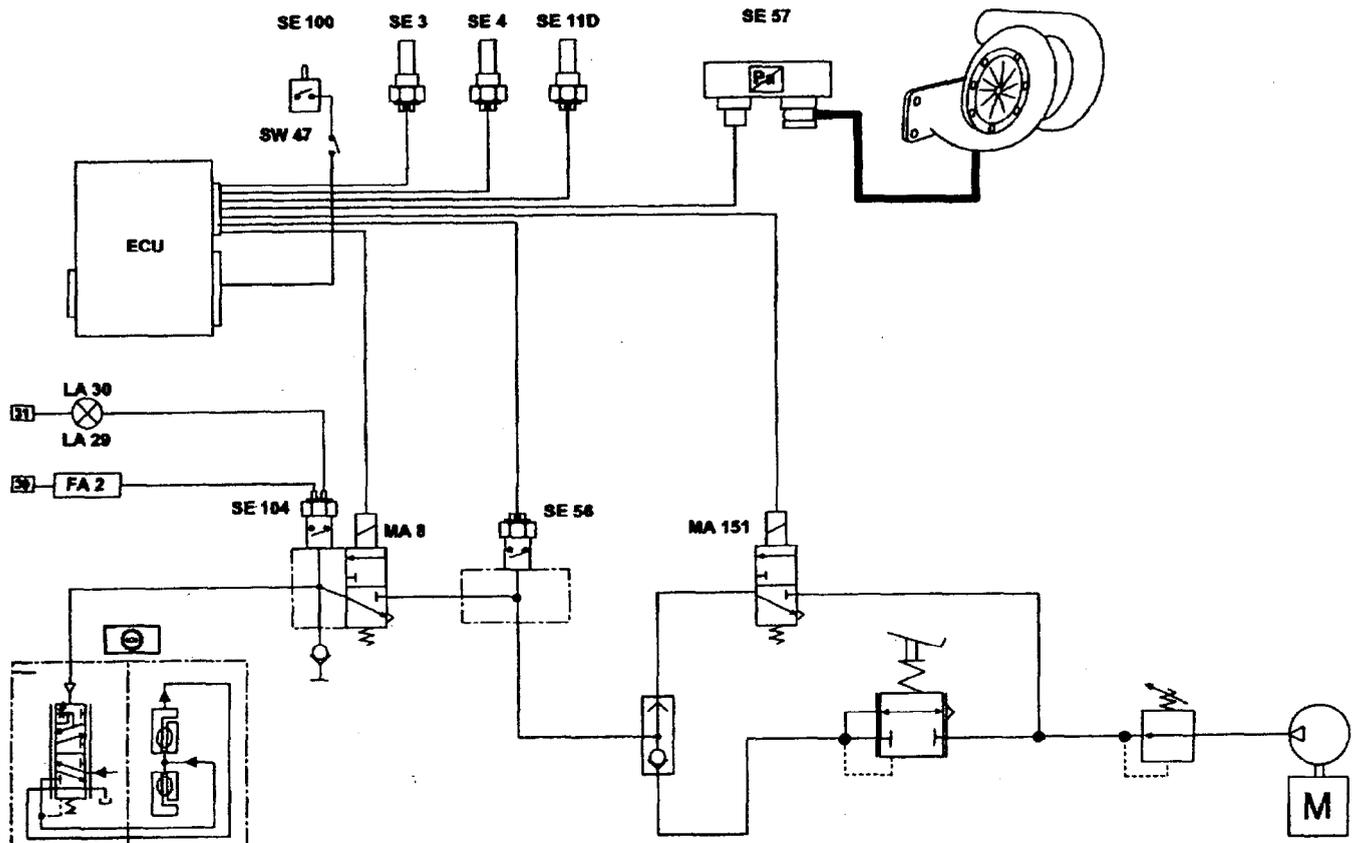
Protection contre les sur-régimes (voir schéma ci-dessous)

Il existe une autre occasion où le ralentisseur est utilisé; en cas de sur-régime du moteur. Le ralentisseur est engagé :

- lorsque la 6ème est atteinte et que le régime du moteur dépasse 40 tr/s (2400 tr/min) pendant deux secondes ;
- immédiatement si le régime du moteur dépasse 41,7 tr/s (2500 tr/min).

L'embrayage de pontage (Lock-Up) du convertisseur de couple est débrayé en même temps que le ralentisseur est embrayé comme protection contre les surrégimes. Lorsque ce qui précède se produit, l'ECU active les vannes magnétiques MA151 et MA8 en même temps.

2. puissance de freinage



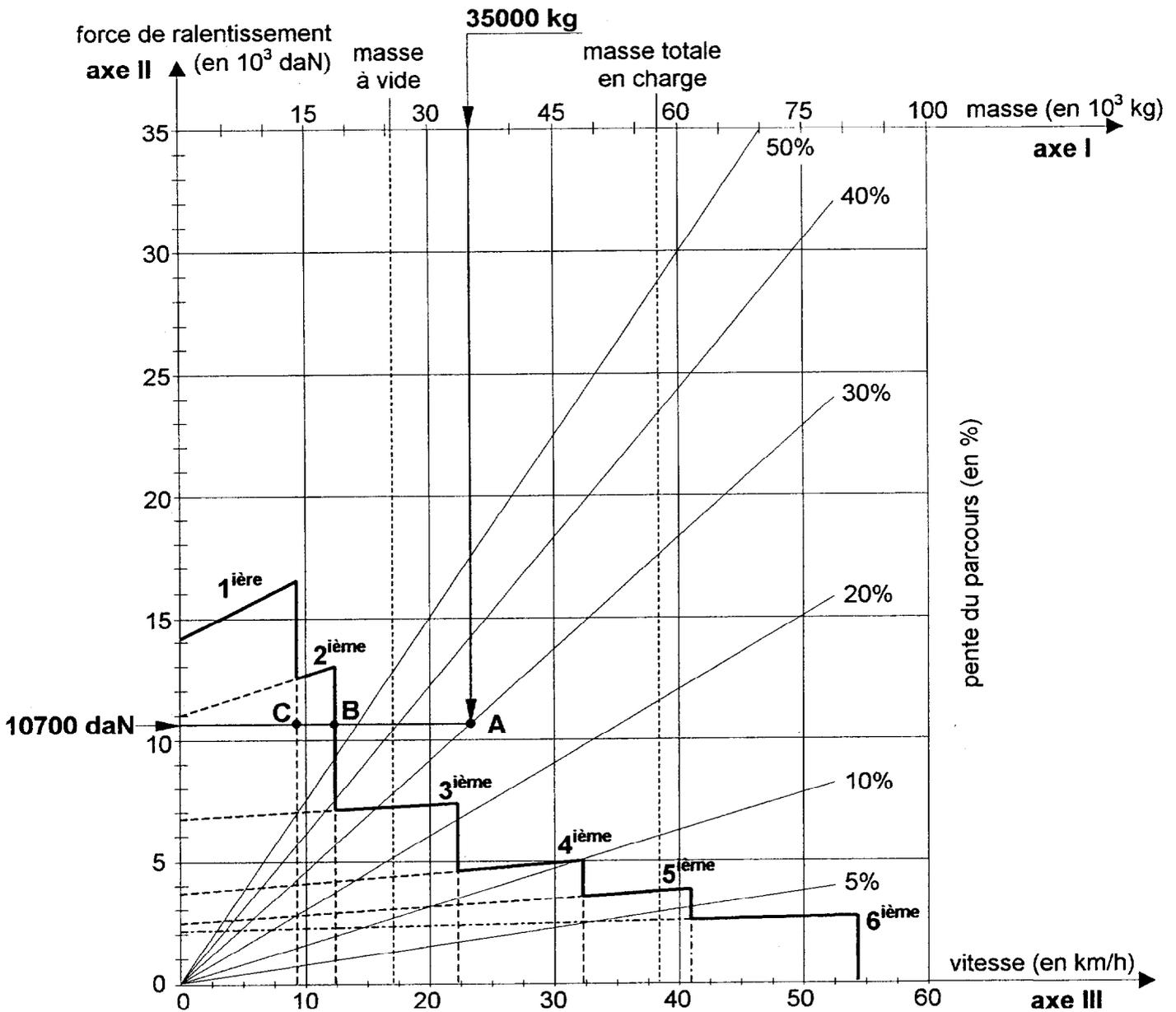
BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session: 2004
MME4ME	Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 : Sous-épreuve U.41 : 2 ^{ème} partie	TECHNIQUES APPLIQUÉES MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	Page : DT 10/14

Les courbes ci-dessous permettent de mettre en évidence les limites de l'utilisation du ralentisseur hydraulique. Elles permettent de mettre en relation :

- la masse de l'engin ;
- la pente de la rampe ;
- le rapport de transmission sélectionné ;
- l'effort de ralentissement ;
- la vitesse de déplacement de l'engin.

Utilisation des courbes de puissance de freinage

Soit un tombereau chargé dont la masse totale roulante est de 35 tonnes qui descend une rampe de pente 30%.



Ce diagramme correspond aux rapports de transmission de la gamme haute de la boîte de transfert ; il tient compte de la résistance au roulement qui apparaît au contact pneumatique sol.

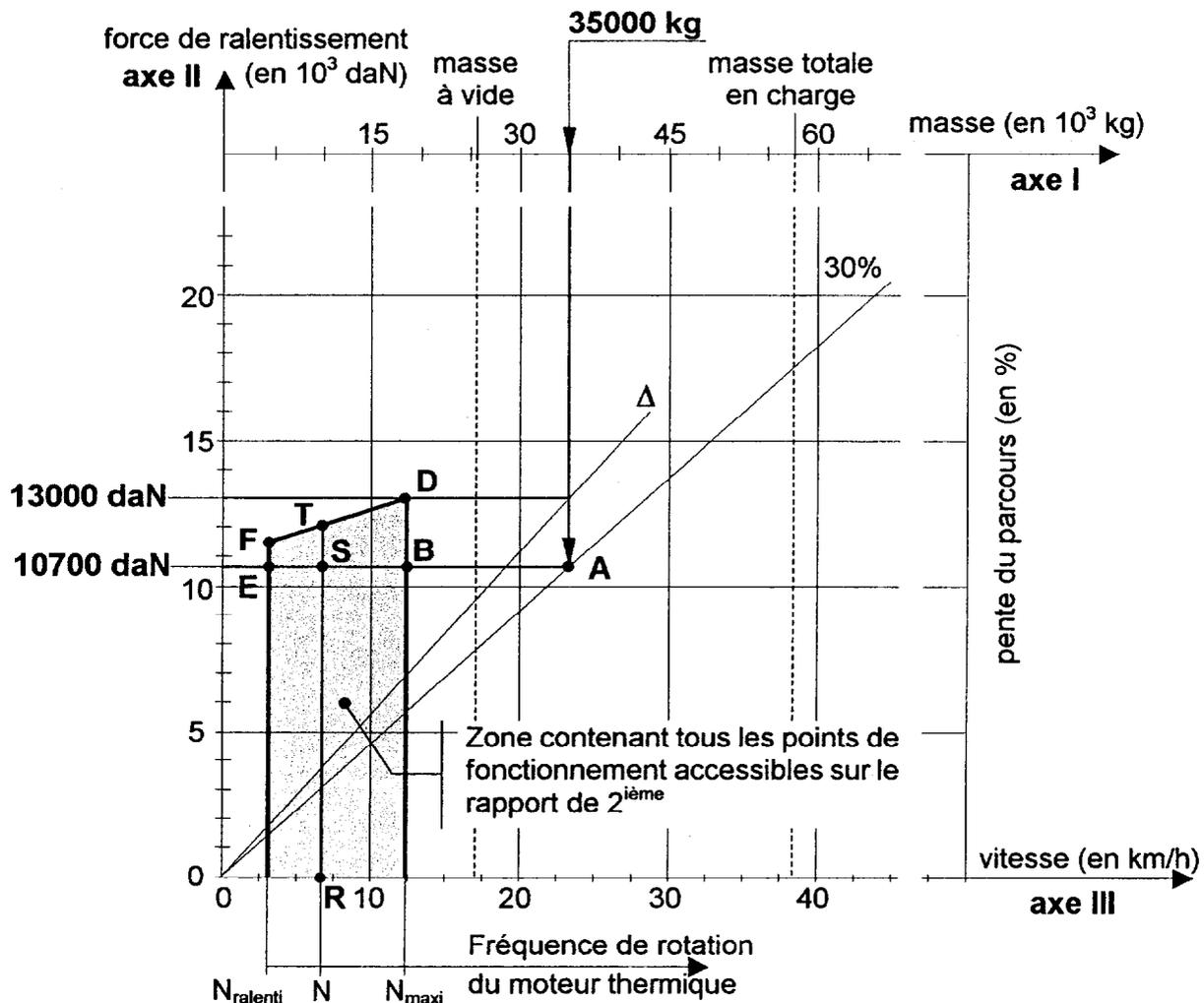
BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session: 2004
MME4ME		Durée : 6 h
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES	
Sous-épreuve U.41 :	2 ^{ème} partie MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	Page : DT 11/14

A partir de la graduation 35000 kg repérée sur l'axe I, on trace une verticale jusqu'à l'intersection (point A) avec la droite indiquant la pente de 30%. L'horizontale issue de A indique sur l'axe II une force de ralentissement de 10700 daN. Cette horizontale coupe la limite de la zone correspondant au rapport de 2^{ième} en B dont l'abscisse est 12,4 km/h (axe III) et la limite de la zone correspondant au rapport de 1^{ière} en C dont l'abscisse est 9,3 km/h (axe III).

Si, en abordant cette rampe, le conducteur a choisi de sélectionner le rapport de 2^{ième} (gamme haute), alors la force de ralentissement de 10700 daN, correspondant à une certaine position de la pédale de commande du ralentisseur, lui permettra de descendre cette pente de 30 % à la vitesse constante maximale de 12,4 km/h.

S'il avait choisi le rapport de 1^{ière} (gamme haute) alors la même force de ralentissement correspondant à une autre position de la pédale de commande du ralentisseur lui permettrait de descendre la pente de 30% à la vitesse constante maximale de 9,3 km/h.

Supposons qu'il ait choisi le rapport de 2^{ième} (voir le diagramme ci-dessous) :



commentaires :

- La vitesse de 12,4 km/h est la vitesse maximale sur le rapport de 2^{ième} car elle correspond à la fréquence de rotation maximale (2400 tr/min) du moteur thermique.
- L'ordonnée du point B ne représente pas la force de ralentissement maximale que l'on peut obtenir. La pression de commande du ralentisseur hydraulique n'est pas maximale.
- La force de ralentissement maximale (13000 daN) est obtenue pour le point de fonctionnement D, qui correspond à la pression maximale de commande du ralentisseur hydraulique.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session 2004
MME4ME		Durée : 6 h
Epreuve E4 : TECHNIQUES APPLIQUEES		Coefficient : 2
Sous-épreuve U.41 : 2 ^{ième} partie	MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	Page : DT 12/14

- La pente maximale que l'on peut descendre (toujours sur le rapport de 2^{ième} gamme haute) à la vitesse constante de 12,4 km/h est celle qui est repérée par la droite Δ .
- La droite **BE** représente l'ensemble de tous les points de fonctionnement permettant à un tombereau de 35 tonnes de descendre à vitesse constante une pente de 30%. Ceci correspond au fait que la force de ralentissement est juste égale à la force motrice due à la pente diminuée des forces dues à la résistance au roulement. Lorsque le point de fonctionnement se déplace de **B** vers **E** la fréquence de rotation du moteur diminue
- La droite **RST** représente l'ensemble des points de fonctionnement, qui sont accessibles pour une fréquence de rotation N donnée du moteur thermique. Lorsque le point de fonctionnement se déplace de **R** vers **S** la pression de commande du ralentisseur hydraulique augmente.
- Au point de fonctionnement **S**, il correspond une force de ralentissement de 10700 daN et une vitesse de déplacement du tombereau constante de 6,5 km/h. Pour maintenir la vitesse de descente constante, si la pente augmente le conducteur doit enfoncer la pédale de commande du ralentisseur alors le point se déplace de **S** vers **T** et la force de ralentissement augmente. De même pour maintenir la vitesse de descente constante, si la pente diminue le conducteur doit relâcher la pédale de commande du ralentisseur alors le point se déplace de **S** vers **R**, et la force de ralentissement diminue.
- La droite **DF** représente la variation de la force maximale de ralentissement engendrée par le ralentisseur hydraulique en fonction de la vitesse de rotation du moteur thermique

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session 2004
MME4ME		Durée : 6 h
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUEES	Coefficient : 2
Sous-épreuve U.41 :	2 ^{ième} partie MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	Page : DT 13/14

Données et notations

Pompe à pistons et régulation :

Nom	Définition	Valeur
Δx_0	Ecrasement initial du ressort 13 (réglage avec la vis 11)	
k	Raideur du ressort 13 de la soupape de régulation	30 N/mm
S_{91}	Section active de l'aiguille 91	31,7 mm ²
Cyl_p	Cylindrée de la pompe	0 à 45 cm ³
η_{mp}	Rendement mécanique de la pompe	0,95
η_{vp}	Rendement volumétrique de la pompe	0,90
r	Rapport de réduction de la transmission moteur thermique pompe	1/1,11
Q_r	Débit de refoulement de la pompe	
Q_{as}	Débit d'aspiration de la pompe	

Moteur Hydraulique du ventilateur :

Nom	Définition	Valeur
Cyl_v	Cylindrée du moteur	19 cm ³
η_m	Rendement mécanique du moteur	0,95
η_v	Rendement volumétrique du moteur	0,9
Q_m	Débit d'alimentation du moteur	

Limiteur de débit :

Nom	Définition	Valeur
ξ	Coefficient de perte de charge singulière dans le limiteur de débit	1,4
S	Section au niveau de la restriction	3,14 mm ²
S_1	Section avant restriction	50,3 mm ²
S_2	Section après restriction	50,3 mm ²

Valve thermostatique :

Nom	Définition	Valeur
ξ	Coefficient de perte de charge singulière dans le limiteur de débit	1,8
S	Section au niveau de la restriction	3,57 mm ²
S_1	Section avant restriction	50,3 mm ²
S_2	Section après restriction	50,3 mm ²

Huile :

Nom	Définition	Valeur
ρ	Masse volumique de l'huile	865 kg/m ³

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR M.A.V.E.T.P.M.		Session 2004
MME4ME	Durée : 6 h	Coefficient : 2
Epreuve E4 :	TECHNIQUES APPLIQUÉES	Page : DT 14/14
Sous-épreuve U.41 :	2 ^{ème} partie MODÉLISATION ET ETUDE PRÉDICTIVE DES SYSTÈMES	