

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL MAINTENANCE DES VÉHICULES AUTOMOBILES

Options : Voitures particulières - Véhicules industriels - Motocycles

SESSION 2015

ÉPREUVE E11

ANALYSE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

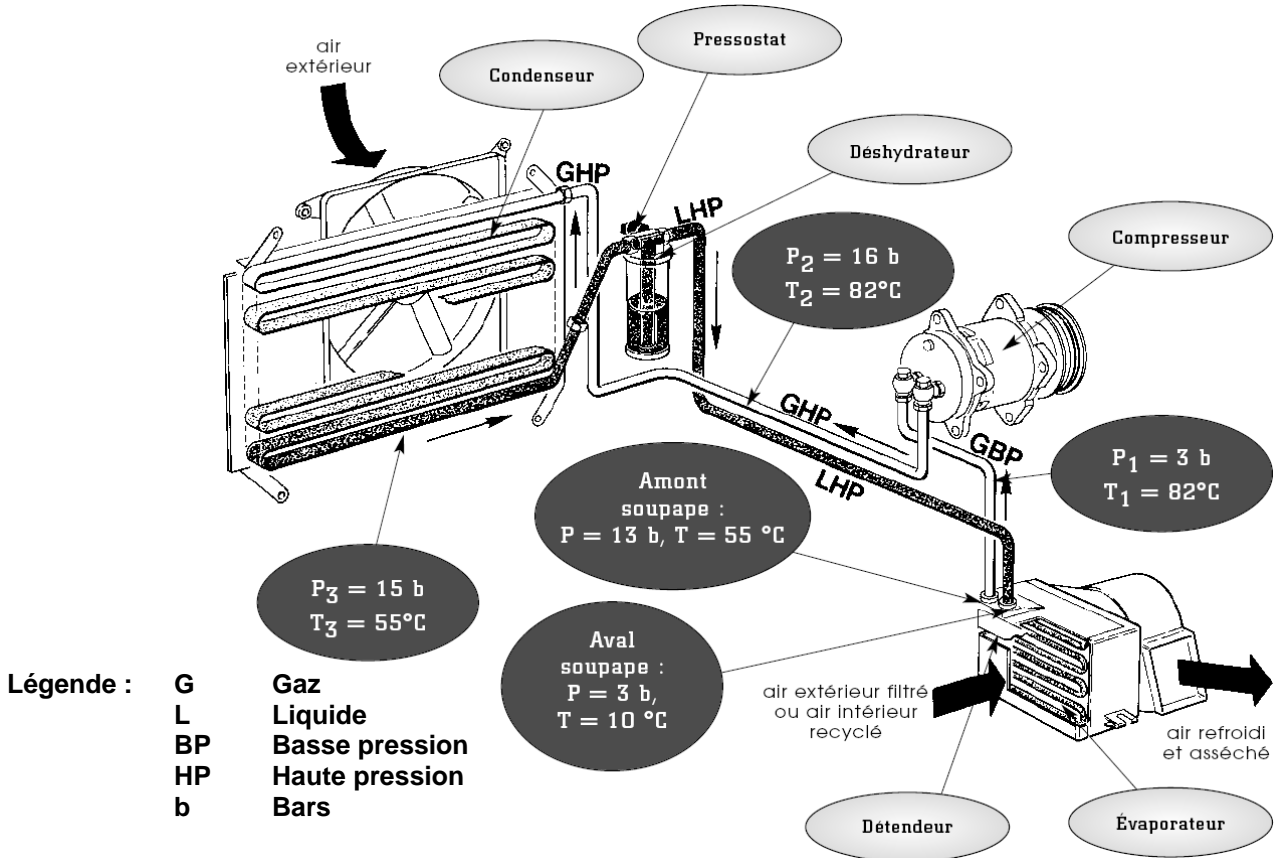
DOSSIER RESSOURCES

Le dossier ressources comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

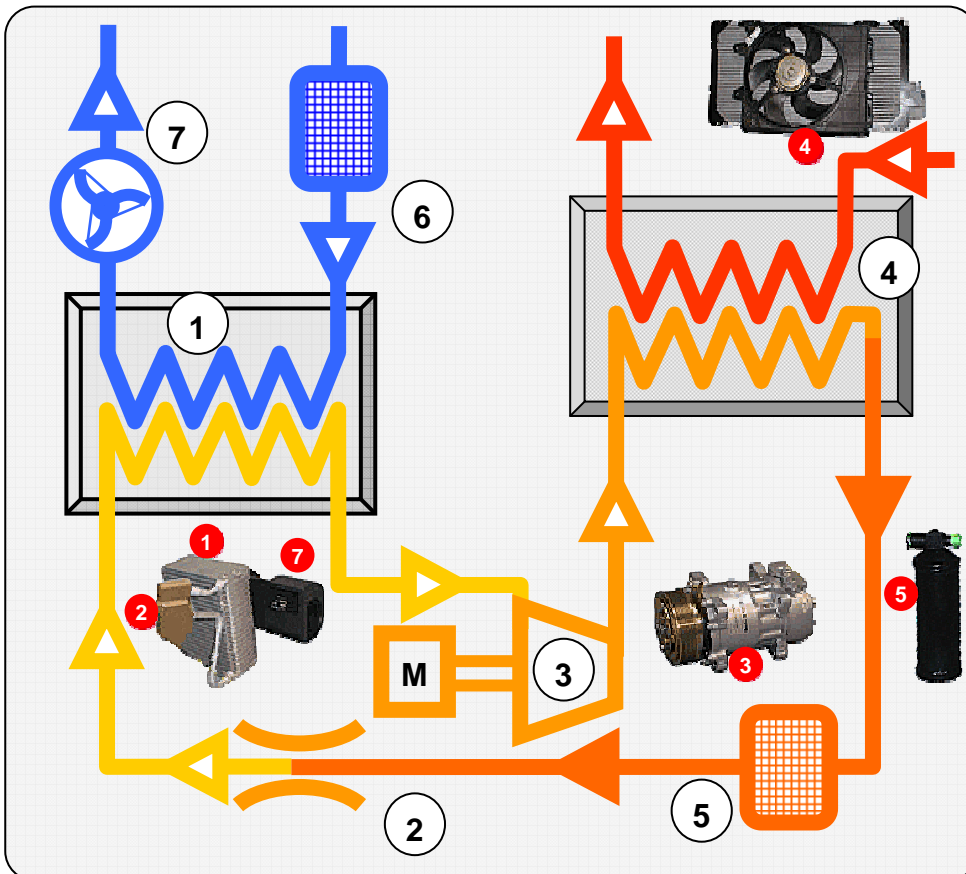
Assurez-vous que le dossier qui vous est remis est complet.

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DR	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 1 sur 13

1. Principe de fonctionnement d'une climatisation d'automobile



Le fonctionnement de cette machine frigorifique est basé sur les transformations d'état d'un fluide frigorigène à basse température d'ébullition (R134A).



Légende	
1	évaporateur
2	détendeur
3	compresseur
4	condenseur
5	filtre R134a
6	filtre à pollens
7	Ventilateur habitacle

Phase 1 :

En **1**, ce fluide passe dans un échangeur de température, l'*évaporateur*, où il prélève à l'air de l'habitacle qui le traverse l'énergie calorifique nécessaire à son ébullition.

(L'énergie nécessaire à un fluide pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, est une transformation isotherme, à une température qui dépend de la pression du fluide, mais qui nécessite un échange de chaleur important, nommé chaleur latente de vaporisation).

L'air de l'habitacle doit alors céder une partie de son énergie (*chaleur*) au fluide frigorigène « créant » ainsi le froid.

Cet air pulsé par le ventilateur de l'habitacle **7**, passe d'abord par un filtre **6**, où il est débarrassé des poussières et autres pollens.

Par ailleurs, son refroidissement contraint la vapeur d'eau qu'il contient à se condenser sur les lamelles de l'échangeur, puis l'eau s'écoule à l'extérieur du véhicule créant ainsi une déshumidification apportant confort et accélérant le désembuage du pare-brise en hiver.

Phase 2 :

Le gaz est ensuite comprimé par le compresseur **3**, afin qu'il puisse se condenser à une pression favorable dans le condenseur **4**, il cède alors de l'énergie (*chaleur*) à la source chaude constituée par l'air extérieur qui circule dans les radiateurs du véhicule.

Phase 3 :

Le fluide passe ensuite à travers un filtre **5**, où il se débarrasse d'une éventuelle humidité résiduelle, qui serait néfaste au fonctionnement de l'installation. Cet équipement constitue également un réservoir de fluide, pour s'adapter à la demande.

Phase 4 :

Enfin, le fluide subit une détente (baisse de pression), accompagnée d'un refroidissement, assurée par le détendeur **2**.

Cette opération s'accomplit sans travail utile extérieur et est assurée par un détendeur (*robinet, orifice calibré, capillaire, etc.*) et porte généralement le nom de détente par laminage. Elle permet de placer le fluide à basse pression et basse température, adaptées à son évaporation.

Phase 5 :

Du point de vue énergétique, l'ensemble de ces opérations nécessite une "dépense énergétique pour entraîner le compresseur qui peut représenter de 0,5 à 1 l/100 km pour être "évacuée" vers l'atmosphère sous forme de chaleur.

Afin de limiter cette perte, le compresseur est doté d'un embrayage permettant de n'entraîner le compresseur qu'en cas de besoin.

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DR	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 3 sur 13

2. Le compresseur

Fonction globale :

Assurer la circulation d'un débit de fluide suffisant dans le circuit et comprimer le fluide lorsqu'il est en phase gazeuse.

Organisation structurelle

Le moteur du véhicule assure l'entraînement par poulie et courroie.

Le compresseur est composé de sept pistons identiques, de diamètre $\varnothing 26,1$ mm, disposés axialement.

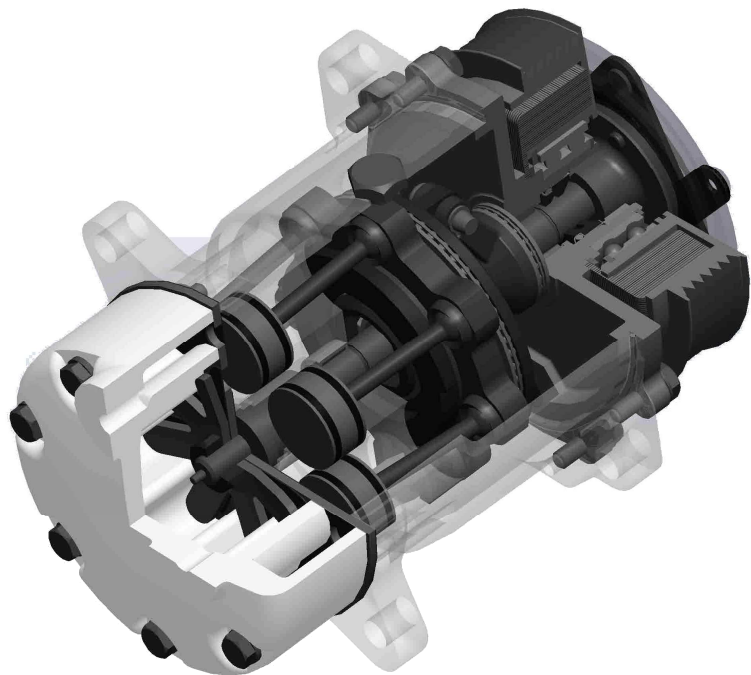
Un système de clapets (3)

(5) en tôle mince complété par une « glace »(4) permet de respecter les phases d'admission et de refoulement du cycle. La déformation des clapets est limitée par un limiteur et un évidement dans le cylindre. La culasse permet de séparer les deux zones de pression.

Le guidage du plateau oscillant (plat'came) (50) est réalisé par un guide (56) sur un palier lisse pouvant glisser sur l'arbre d'une part et d'autres parts un axe (32) le liant avec l'arbre moteur tout en lui laissant la mobilité nécessaire à son oscillation. C'est l'inclinaison du plateau qui permet la transformation de mouvement d'une rotation en translation.

Le plat'planet (46) lié au monorail conserve l'alignement des bielles dans l'axe des cylindre. Il est guidé par une douille à aiguilles complétée par une butée à aiguilles reprenant les efforts de poussée de la compression du gaz.

Un embrayage électromagnétique permet de désaccoupler l'arbre du compresseur. La poulie débrayable est montée sur un roulement à deux rangées de billes pour assurer son guidage en rotation.



Principe de fonctionnement :

Lorsque la bobine de l'embrayage électromagnétique (13) est alimentée, le champ magnétique fait adhérer la rondelle (37) sur la poulie (34) qui est alors en liaison encastrement avec l'arbre moteur (32).

Le plat'came (50) est entraîné par l'arbre moteur (32). Durant cette rotation, les bielles fixées sur le plat'planet (46) au moyen de rotules serties, transmettent aux pistons (48) la translation engendrée par l'inclinaison du plat'came (50). Un mouvement axial alternatif de chaque piston est ainsi obtenu.

Un ensemble de clapets à lames (3 et 5), situé de part et d'autre de la glace (4), assure le déroulement du cycle aspiration/refoulement du fluide frigorigène dans chacun des cylindres.

Le mécanisme du compresseur est lubrifié par une huile spéciale, d'un volume prescrit par le constructeur, introduit avant la mise service du système.

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DR	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 4 sur 13

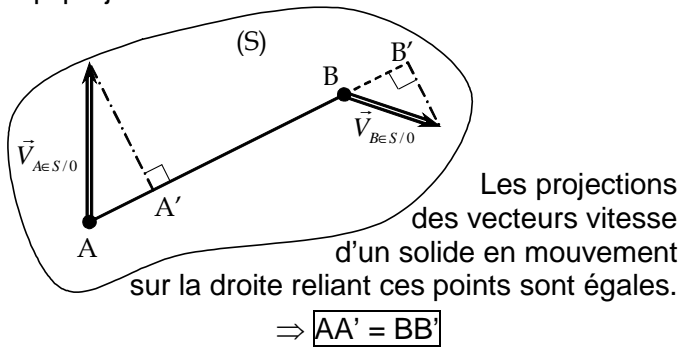
3. Formulaire

Unités des grandeurs mécaniques courantes

Grandeur	Unité légale	Autres unités et conversion
Distance	m (mètre)	
Vitesse	m/s (mètre par seconde)	3,6 km/h = 1 m/s
Accélération	m/s ² (mètre par seconde ²)	
Fréquence de rotation	rd/s (radian par seconde)	1 tr/min = $\pi/30$ rd/s
Accélération angulaire	rd/s ² (radian par seconde ²)	
Temps	s (seconde)	
Force	N (Newton)	
Moment (ou couple)	N.m (Newton mètre)	
Masse	kg (kilogramme)	
Pression	Pa (Pascal)	1 bar = 10 ⁵ Pa
Puissance	W (Watt)	
Travail	N.m (Newton mètre)	
Energie	J (Joules)	

Cinématique

Equiprojectivité des vecteurs vitesse :



Composition des vecteurs vitesse :

$$\vec{v}_{M3/1} = \vec{v}_{M3/2} + \vec{v}_{M2/1}$$

Point en rotation autour d'un axe :

Vitesse angulaire et Vitesse linéaire

$$\omega = \frac{2.\pi.N}{60} = \frac{\pi.N}{30}$$

$$\|\vec{v}_{A \rightarrow I/0}\| = \omega.R$$

Unités : m/s rad/s . m

Statique

Principe Fondamental de la statique (P.F.S.) : solide en *équilibre*.

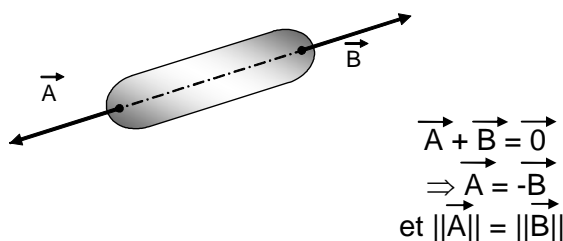
Théorème de la résultante en statique (T.R.S.) :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

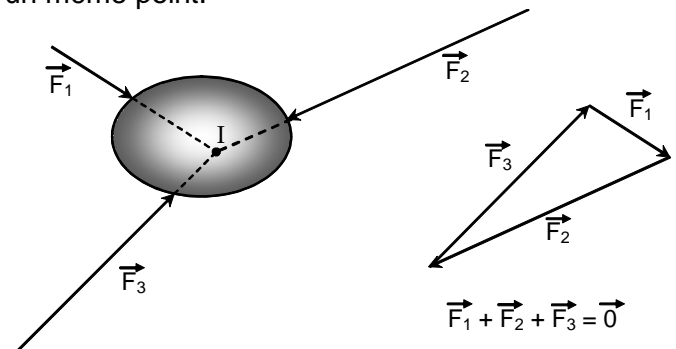
Théorème des moments en statique (T.M.S.) :

$$\Sigma \vec{M}_A(\vec{F}_{ext}) = \vec{0}$$

Solide soumis à deux forces : les efforts sont égaux (en norme), opposés, portés par la même droite support. Cette droite support passe par les points d'application des 2 forces.



Solide soumis à trois efforts concourants : les droites supports des trois efforts se croisent en un même point.



Résistance des Matériaux

Formule de la contrainte de cisaillement :

$$\tau = \frac{\|\vec{F}\|}{n \times S}$$

- τ : contrainte de glissement en N/mm²
 $\|\vec{F}\|$: force en N
 S : surfaces de la section cisailée en mm²
 N : nombre de sections cisailées

Condition de résistance au cisaillement :

$$R_{pg} = \frac{R_g}{S}$$

Re : Limite élastique à la traction du matériau

- Rg : contrainte élastique de glissement, avec : $R_g = \frac{R_e}{2}$
 S : coefficient de sécurité

Calculs de Pression

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

- P : pression
 F : la force
 S : la surface soumise à la pression

Rappel :

Surface d'un cercle :
$$S = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DR	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 6 sur 13

4. Les liaisons mécaniques élémentaires (ISO 3952)

Nom de la liaison	Degrés de liberté (d.d.l)	Mouvements relatifs	Symbole		Exemples
			Représentation plane	Perspective	
Encastrement ou Fixe	0	0 Translation			
		0 Rotation			
Pivot	1	0 Translation			
		1 Rotation			
Glissière	1	1 Translation			
		0 Rotation			
Hélicoïdale	1	1 Translation			
		1 Rotation			
Pivot glissant	2	1 Translation et rotation conjuguées			
		1 Translation			
Sphérique à doigt	2	1 Rotation			
		2 Rotation			
Appui plan	3	0 Translation			
		1 Rotation			
Rotule ou sphérique	3	0 Translation			
		3 Rotation			
Linéaire annulaire ou sphère-cylindre	4	1 Translation			
		3 Rotation			
Linéaire rectiligne	4	2 Translation			
		2 Rotation			
Ponctuelle ou Sphère-plan	5	2 Translation			
		3 Rotation			

5. Choix d'un ajustement

COTES NOMINALES		3 à 6 inclus	6 à 10 inclus	10 à 18 inclus	18 à 30 inclus	30 à 50 inclus	50 à 80 inclus	80 à 120 inclus
ALÉSAGES	H6	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0
	H7	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0
	H8	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0
ARBRES	e8	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126
	f7	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71
	g6	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34
	h6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22
	js5	+ 2,5 - 2,5	+ 3 - 3	+ 4 - 4	+ 4,5 - 4,5	+ 5,5 - 5,5	+ 6,5 - 6,5	+ 7,5 - 7,5
	m6	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13
	p6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37

On utilise généralement un système à alésage normal (alésage tolérance H)

	arbres						
	pour ajustements avec jeu				pour ajustements incertains avec serrage		
	e	f	g	h	js	m	p
			glissant		monté à la main	monté au maillet	monté à la presse
	QUELQUES EXEMPLES						
pour mécanique de précision		H6/f6	H6/g5	H6/h5	H6/js5	H6/m5	H6/p5
pour mécanique soignée	H7/e8	H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/js6	H7/m6	H7/p6
pour mécanique courante	H8/e9	H8/f8		H8/h8			
pour mécanique peu précise				H11/h11	H11/js11		

avec alésage H le montage est :

6. Caractéristiques des aciers faiblement alliés

PRINCIPAUX ACIERS FAIBLEMENT ALLIÉS					
Aciers au...	Désignation	Ancienne désignation	Rr (MPa)	Re (MPa)	Aptitude à la trempe
Chrome	38Cr2	38C2	600-950	350-550	*
	46Cr2	46C2	650-1100	400-650	*
	34Cr4	34C4	700-1100	460-700	**
	41Cr4	41C4	800-1200	560-800	**
	100Cr6	100C6	850-1250	550-850	**
Chrome molybdène	25CrMo4	25CD4	650-1100	450-750	**
	34CrMo4	34CD4	700-1200	500-850	**
	42CrMo4	42CD4	750-1300	550-900	***
	50CrMo4	50CD4	800-1300	600-900	***
Chrome nickel molybdène	36CrNiMo4	36NCD4	750-1300	550-900	***
	34CrNiMo6	34NCD6	800-1400	600-1000	****
	30CrNiMo8	30NCD8	900-1450	700-1050	****
	36CrNiMo16	36NCD16	1000-1450	800-1050	****
Divers	51CrV4	50CV4	800-1300	600-900	***
	20Mn6	20M5	650-900	350-550	*(c)
	56Si7	56S7	700-1700	500-1300	**
	45SiCrMo6	45SCD6	85-1850	600-1400	***

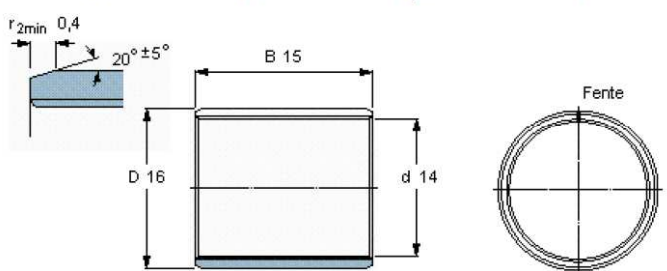
****excellente ; *** bonne ; ** moyenne ; * sous la moyenne ; (c) cémentation

7. Extraits catalogue SKF des coussinets composites

SKF

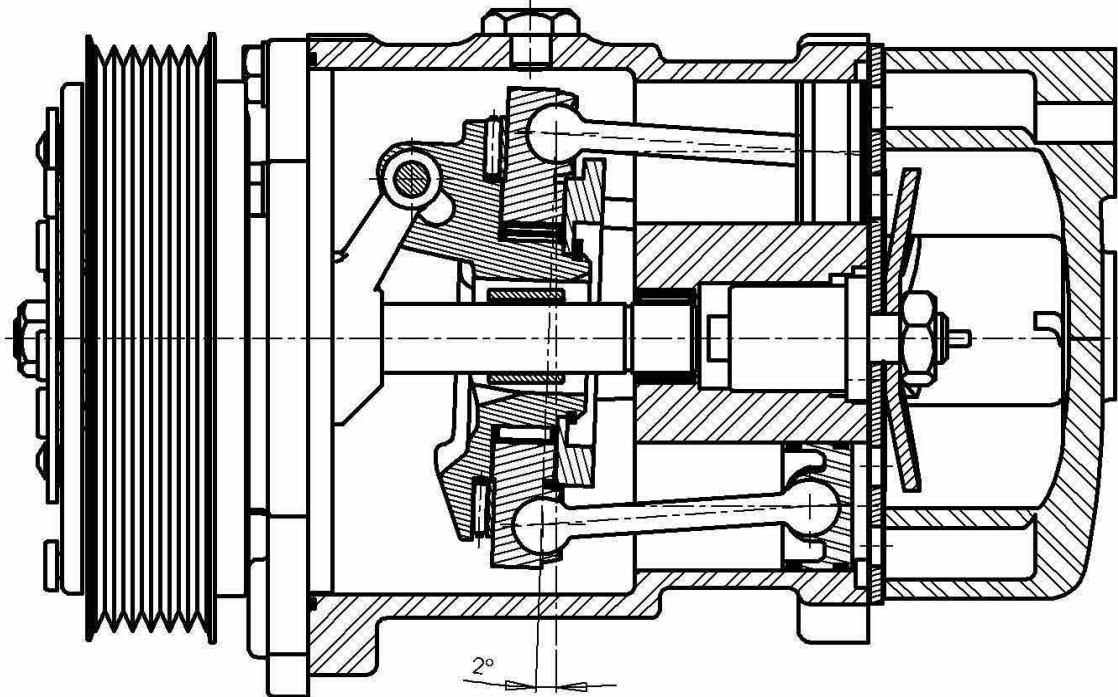
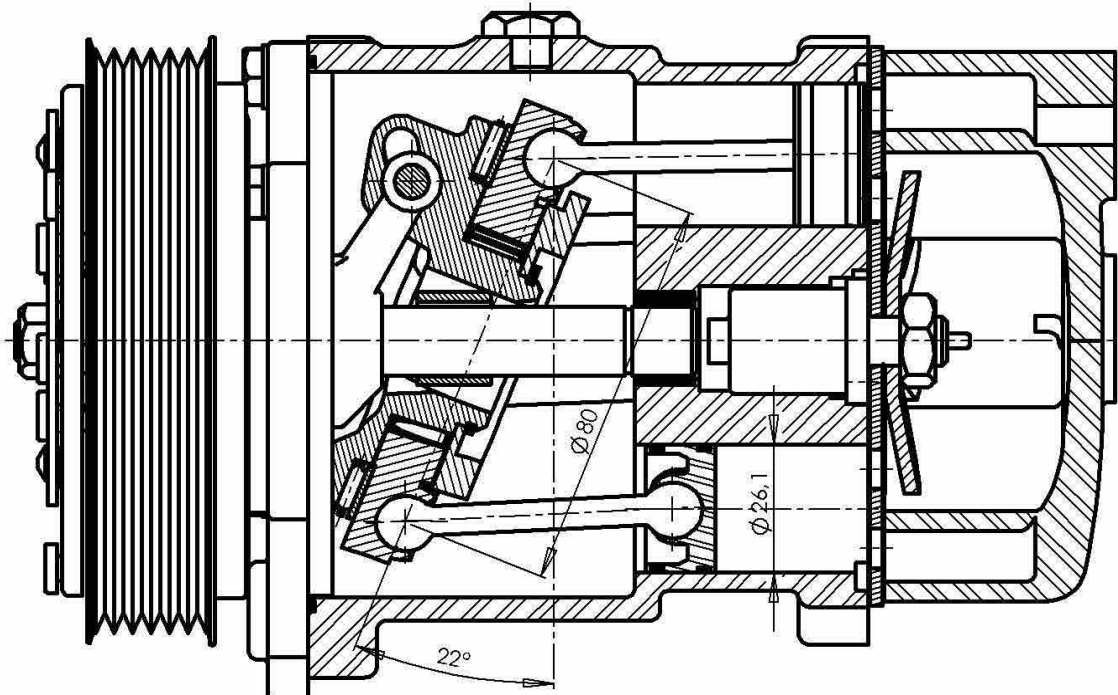
France Produits Roulements, ensembles roulements et paliers Rotules Paliers lisses composites et coussinets FW Coussinets autolubrifiants composites à cotes métriques

Dimensions d'encombrement			Charges de base		Masse	Désignation
d	D	B	dynamique C	statique C ₀		
mm			kN		kg	-
14	16	15	16,6	52	0,005	PCM 141615 C



Coefficient de pression spécifique K_{80}
Constante de matière K_M 480

Tolérances diamètre extérieur D: p6
Tolérances diamètre intérieur d: H6

Position débit minimumPosition débit maximum

Echelle 0,71



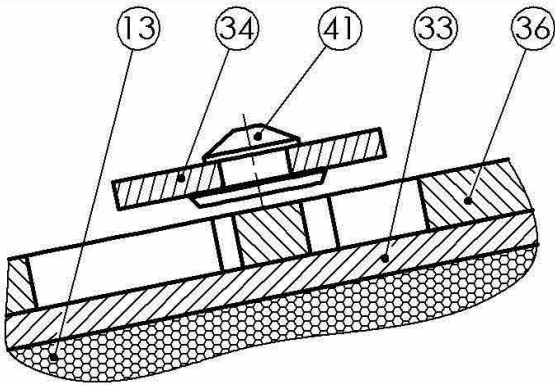
A4

COMPRESSEUR SANDEN

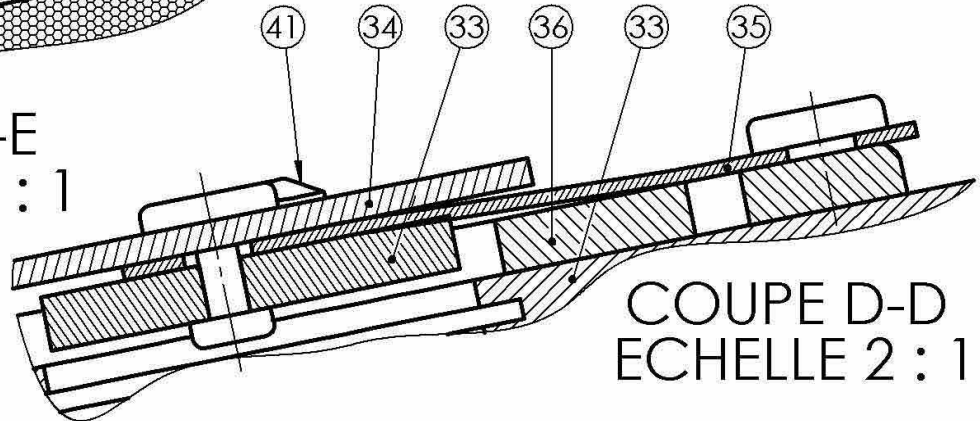
ENSEMBLE PLANCHE 2 sur 3

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DR	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 10 sur 13

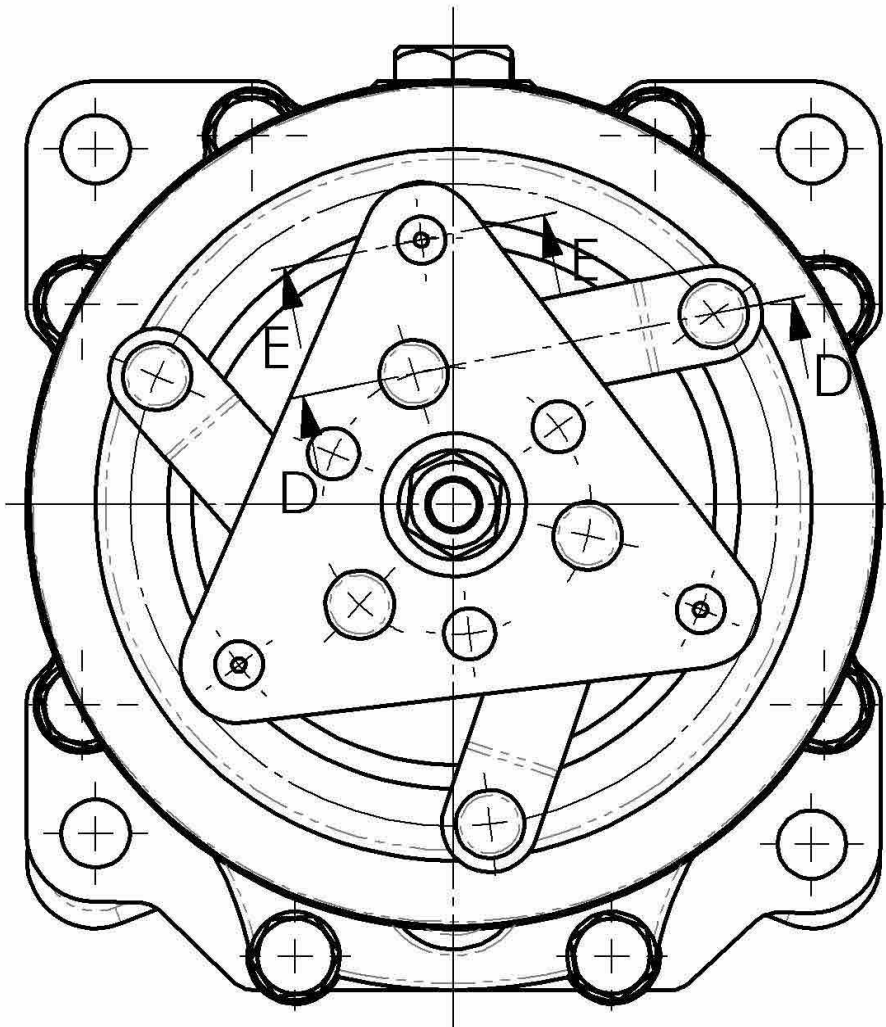
Vue Poulie en position embrayée



COUPE E-E
ECHELLE 2 : 1



COUPE D-D
ECHELLE 2 : 1



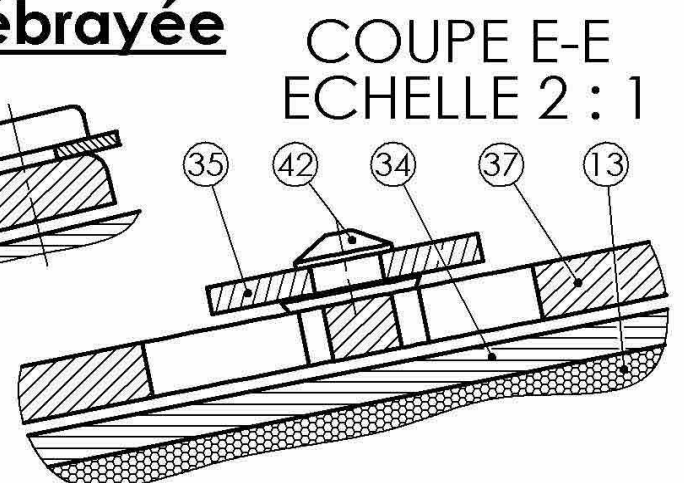
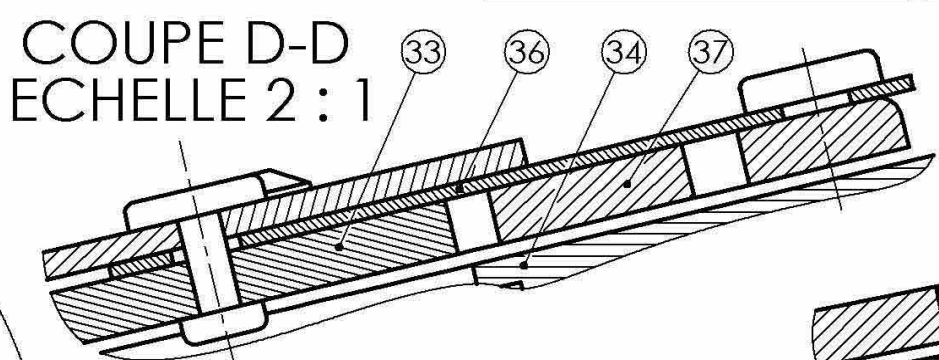
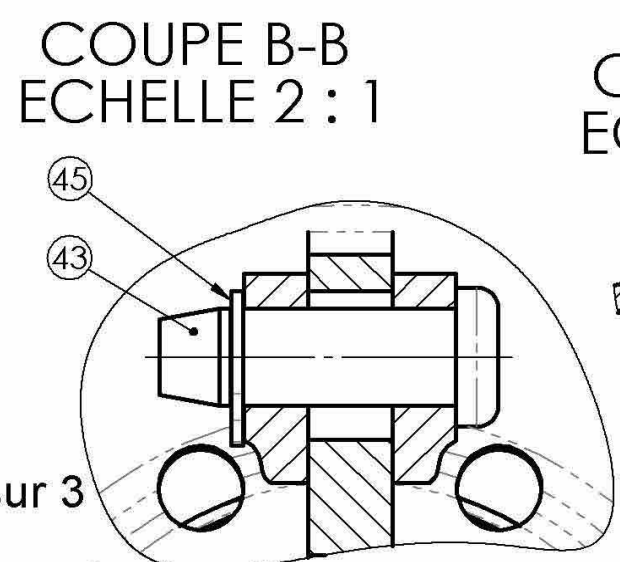
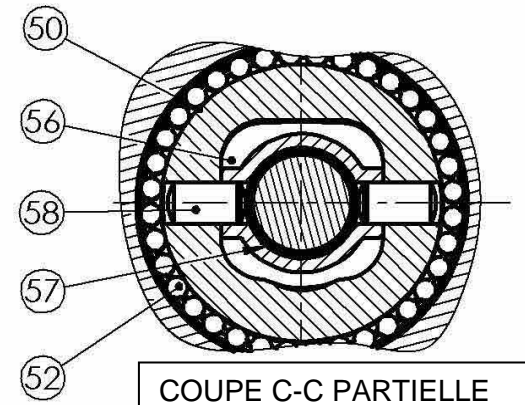
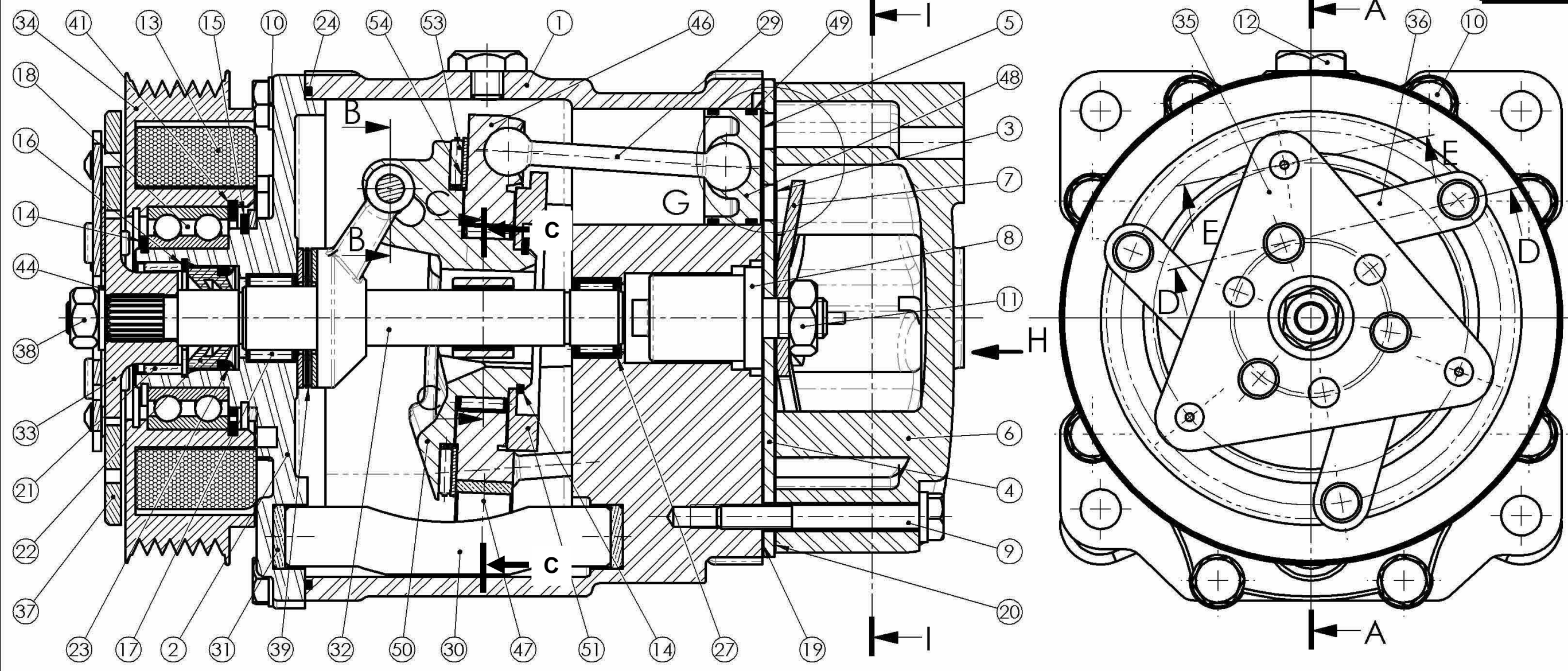
Echelle 1:1



A4

COMPRESSEUR SANDEN
ENSEMBLE PLANCHE 3 SUR 3

COUPE A-A



Position débrayée

Nota:
 Coupe I-I: Voir planche 2 sur 3
 Vues svf F et H : Voir planche 2 sur 3
 Détail G: Voir planche 3 sur 3
 Poulie embrayée: Voir planche 3 sur 3

Echelle 1:1
 A3

COMPRESSEUR SANDEN
 ENSEMBLE PLANCHE 1 SUR 3

59	1	Goupille élastique série E - 3x6		
58	2	Axe d'articulation B 6x12		ISO 2340
57	1	Coussinet cylindrique composite 14x16x15		SKF - PCM141615 C
56	1	guide plat'came	25 CrMo4	
54	1	plaque butee plat'came	42 CrMo4	
53	1	Butée à aiguilles		SKF - AXK 6590
52	1	Douille à aiguilles		SKF - HK4016
51	1	Anneau de butée plat'came	42 CrMo4	
50	1	PlatCame'	36 NiCrMo4	
49	14	joint piston	NBR	
48	7	piston	Al Zn5,5 MgCu	
47	1	Glisseur	Cu Zn19 Al16	
46	1	PlatPlanet	36 CrNiMo16	
45	1	Anneau élastique pour arbre 7x0,8		NF E 22-163
44	1	Rondelle M8 ISO 7089		
43	1	axe plat'axe-came	30CrNiMo8	
42	3	Tampon armature embrayage	NBR	
41	1	Anneau élastique pour alésage 56x2		NF E 22-165
39	1	Butée à aiguilles		SKF - AXK2035
38	1	Ecrou H,M8 ISO4032	CI 8	
37	1	Armature Mobile d'embrayage	EN GJS 800-2	
36	3	lame ressort d'embrayage	45 Si 7	
35	1	armature d'embrayage	C 50	
34	1	Poulie d'embrayage	GE 360	
33	1	Moyeu d'embrayage	25 CrMo4	
32	1	Axe compresseur	36 NiCrMo16	moulé
31	2	Axe monorail	Cu Zn19Al6	
30	1	Monorail	25 CrMo4	
29	7	Biellette	C45	
Rep. QTE		Désignation	Matière	Observations

27	1	Douille à aiguilles		SKF - HK1412
24	1	joint carter-couvercle ϕ 1,8x360	NBR	
23	1	joint complement joint corps exter.	NBR	
22	1	Joint corps exterieur	Acier + NBR	
21	1	feutre huileur		
20	1	Joint Culasse	FPM	
19	1	joint corps-glace	FPM	
18	1	roulement de poulie ϕ 35x56x20		SKF - fabrication spéciale
17	1	Douille à aiguilles		SKF - HK 1612
16	1	anneau elast. pour alésage 28x1,2		NF E 22-165
15	1	anneau élastique pour arbre 45x1.75		NF E 22-163
14	2	anneau élastique pour arbre 35x1.5		NF E 22-163
13	1	Electro-aimant d'embrayage		
12	1	bouchon remplissage huile	Acier	
11	1	Ecrou H,M10 ISO 4032	CI 10	
10	8	Vis H,M6x18 ISO 4018	CI 6.8	
9	7	Vis H,M6x50 ISO 4018	CI 6.8	
8	1	Valve de régulation		Voir plan DT07
7	1	Limit eur de Déformation	20 CrMo4	
6	1	Culasse	Al Si7 Mo0,6	
5	1	clapet Aspiration	56 Si7	
4	1	glace	46 Cr2	
3	1	Clapet Refoulement	56 Si7	
2	1	Couvercle Avant	Al Mg5	
1	1	Carter	Al Si5Cu3Mn	
Rep. QTE		Désignation	Matière	Observations

Echelle 1:1



COMPRESSEUR SANDEN
NOMENCLATURE