

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

CORRIGÉ

Le dossier corrigé comporte 17 pages numérotées de 1/17 à 17/17.

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 1 sur 17

Mise en Situation :

Mr Durand, client de votre garage vient vous voir pour une installation de climatisation qui ne fait plus de froid sur sa voiture.

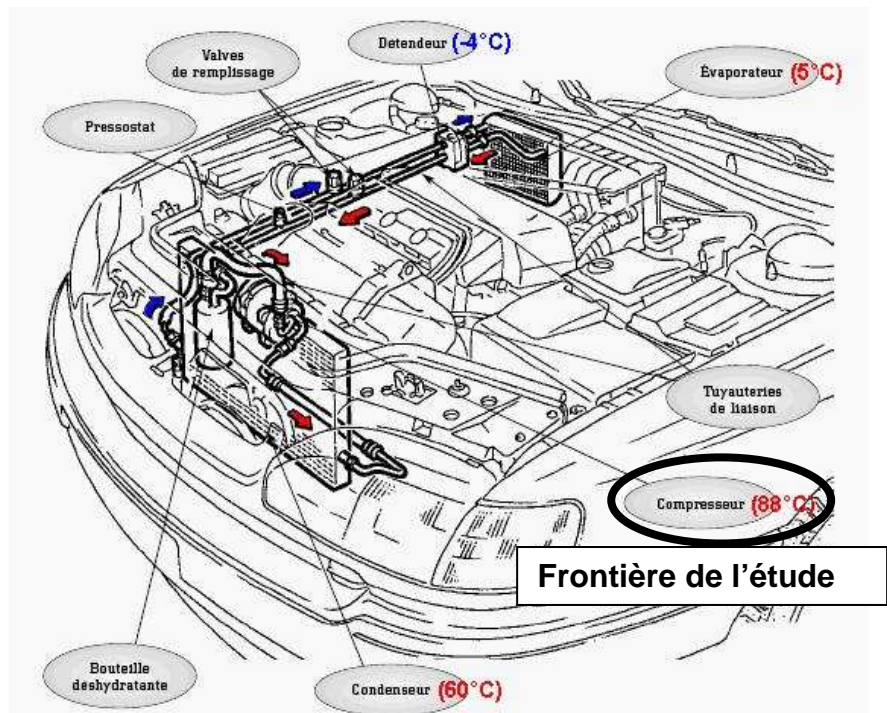
Après une rapide analyse, vous constatez que le compresseur est bien entraîné par la courroie d'accessoire, que l'embrayage fonctionne et se colle à la poulie du compresseur.

Vous mesurez la pression du fluide au repos et constatez qu'elle est correcte.

En revanche en fonctionnement la pression n'augmente pas et il semble qu'il n'y ait aucun débit de gaz.

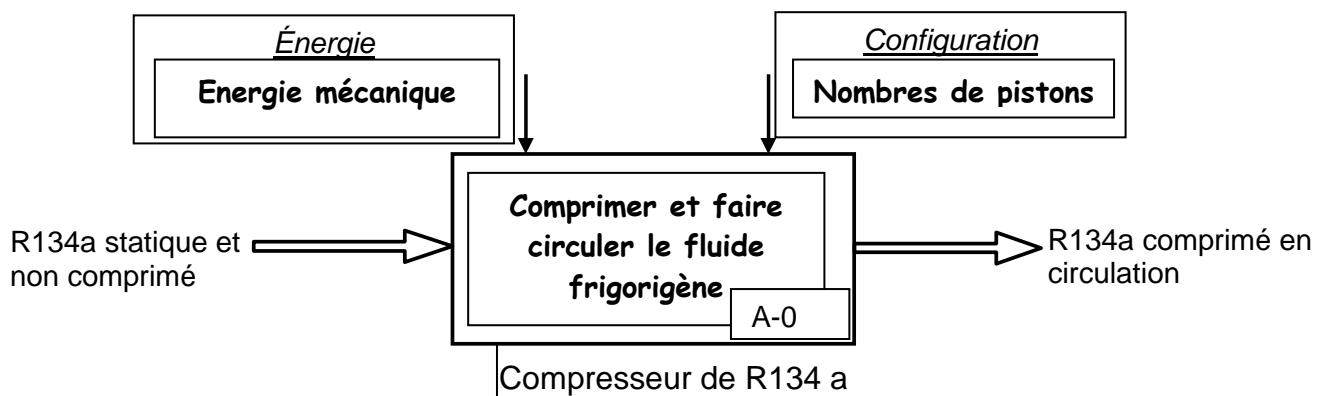
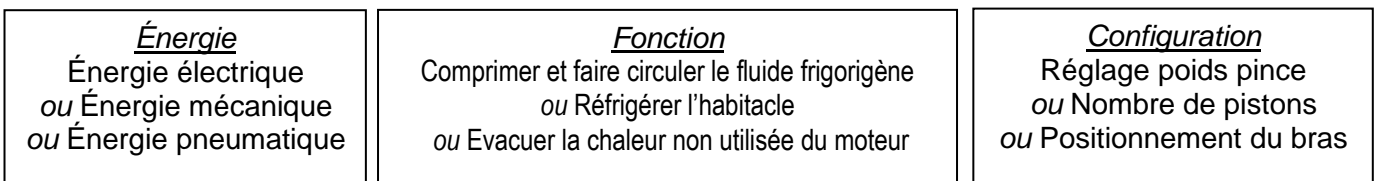
Il faut donc analyser le fonctionnement du compresseur pour porter un diagnostic et pouvoir le remettre en état.

C'est l'objet de l'étude.



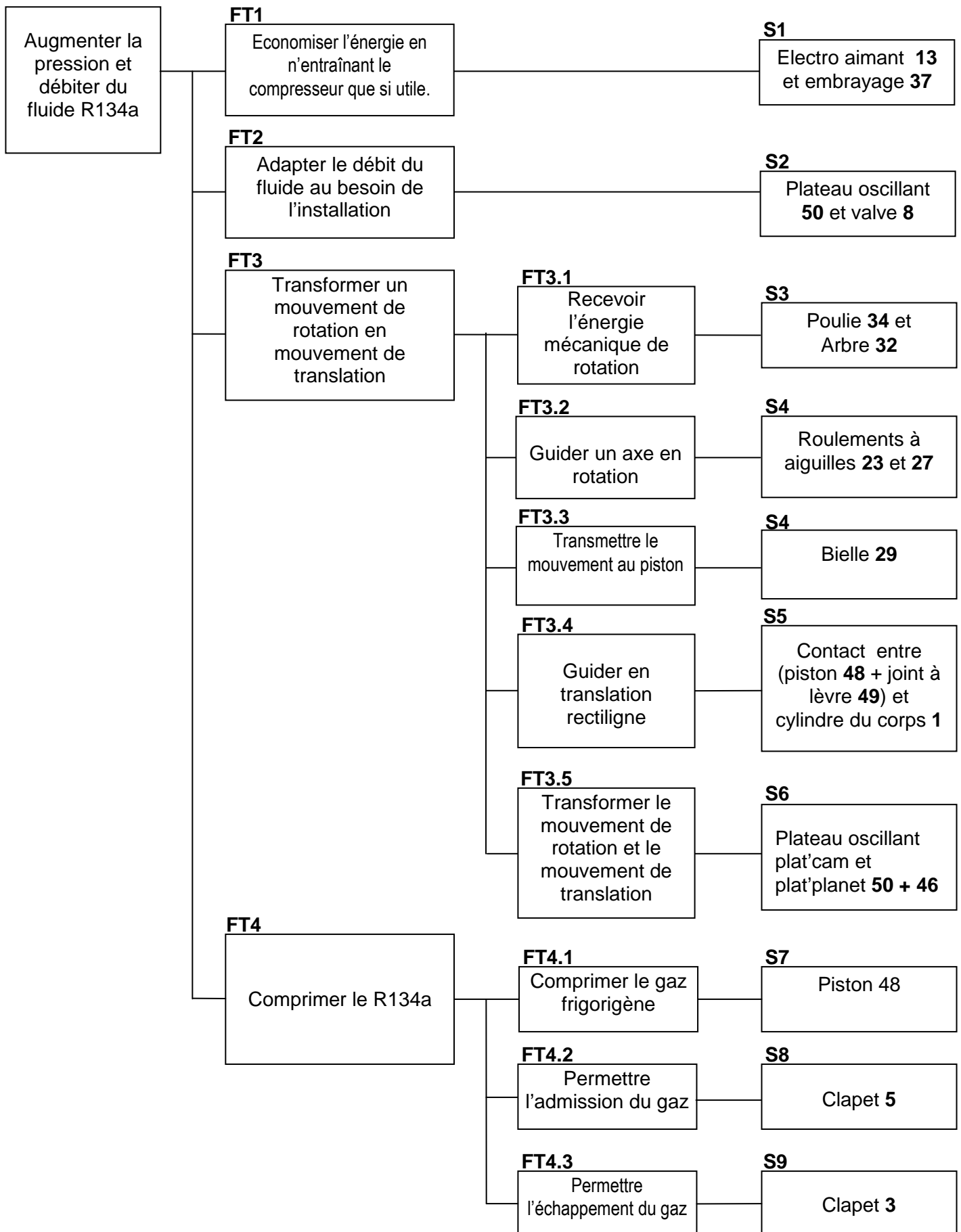
1. Analyse fonctionnelle voir DR4/13

1.1. Compléter l'agtrigramme ci-dessous à l'aide des propositions suivantes:



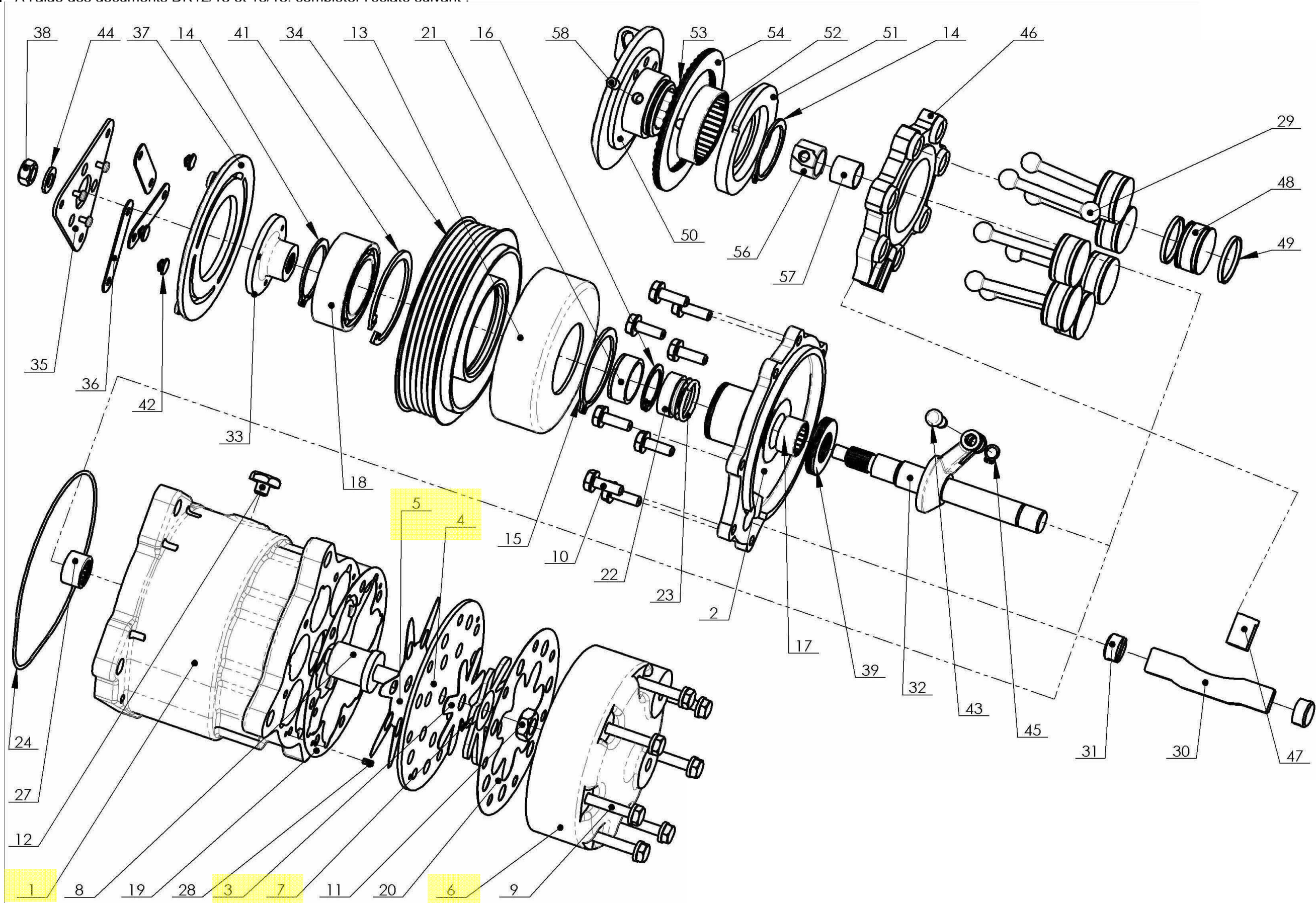
Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 2 sur 17

Compléter le diagramme FAST ci-dessous :



2. Lecture de dessin

2.1. A l'aide des documents DR12/13 et 13/13. compléter l'éclaté suivant :



3. Fonctionnement des clapets du compresseur voir DR 4/13 et figure ci-dessous

3.1. Le compresseur agit sur quelle phase du fluide ? Justifier votre réponse:

..... **En phase gazeuse**

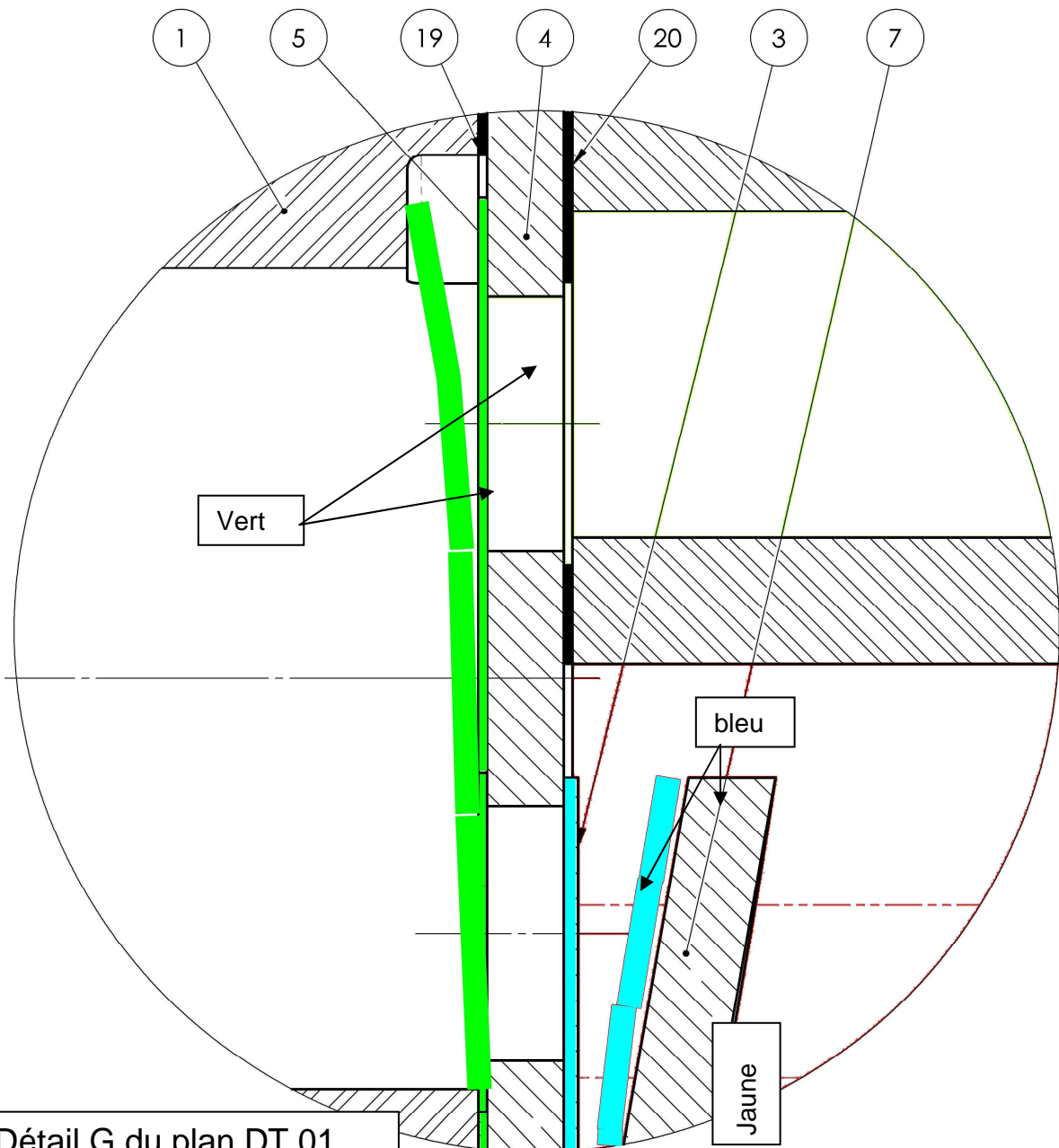
3.2. Citer la ou les pièces permettant de faire l'admission du gaz dans le compresseur :

..... **Le clapet d'admission Rep : 5**

3.3. Citer la ou les pièces permettant de faire le refoulement du gaz hors du compresseur :

Le clapet de refoulement Rep : 3

3.4. Sur le dessin ci-dessous et celui de la page précédente, repasser en vert le clapet d'admission et en bleu celui de refoulement



Détail G du plan DT 01
Le piston 48 n'est pas représenté

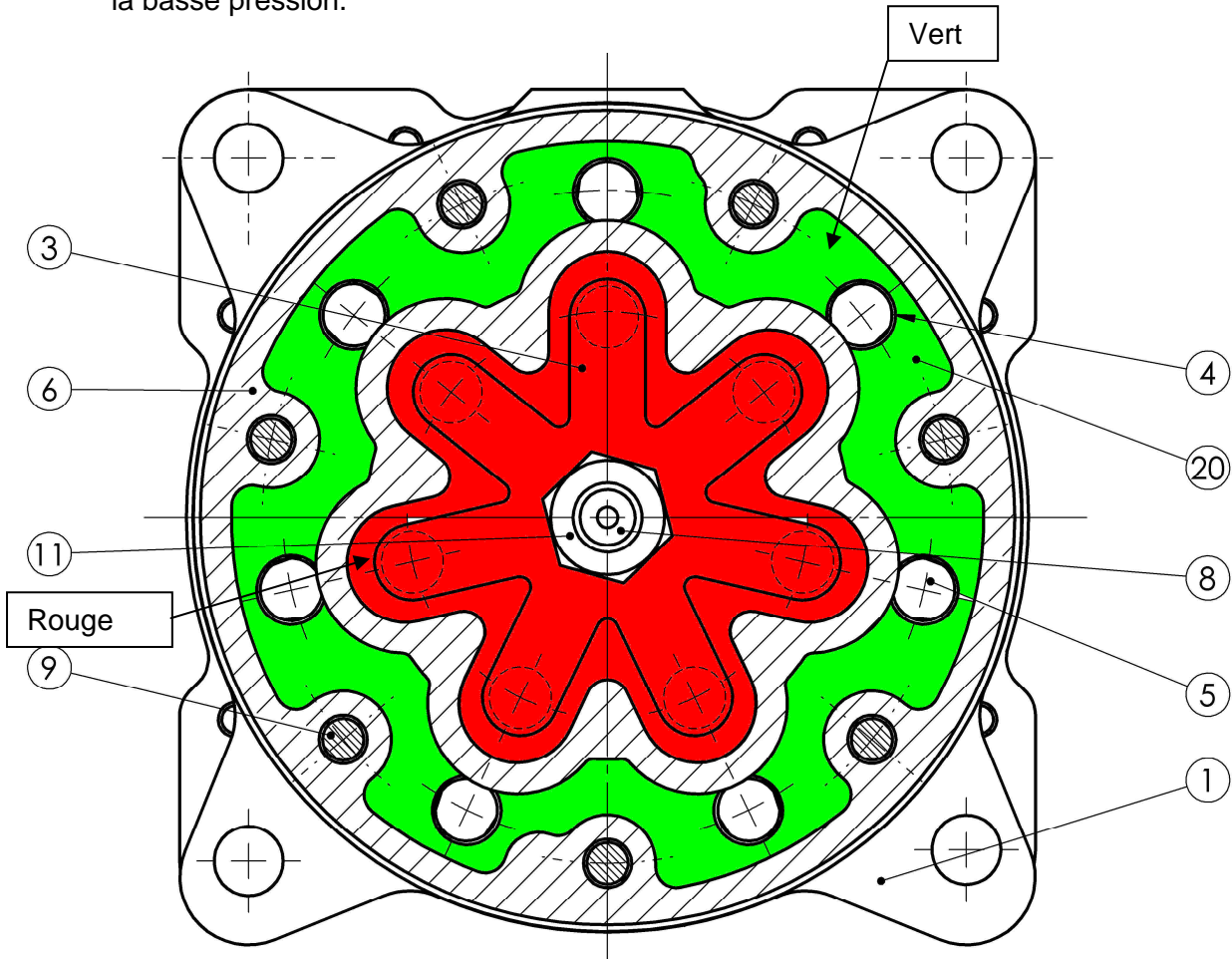
Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 5 sur 17

3.5. Dans les mêmes couleurs qu'à la question 3.4, représenter à « main levée » sur le dessin de la page précédente les 2 clapets ouverts. (voir vue éclatée DT 4/16 et figure ci-dessous)

3.6. Sur l'extrait du plan DT 01 de la page précédente, colorier en jaune la pièce Rep 7 et préciser sa fonction.

limiter la déformation du clapet pour éviter sa détérioration

3.7. Sur le dessin ci-dessous, colorier en rouge la zone de haute pression du fluide et en vert la basse pression.



Coupe I-I du plan DT 01

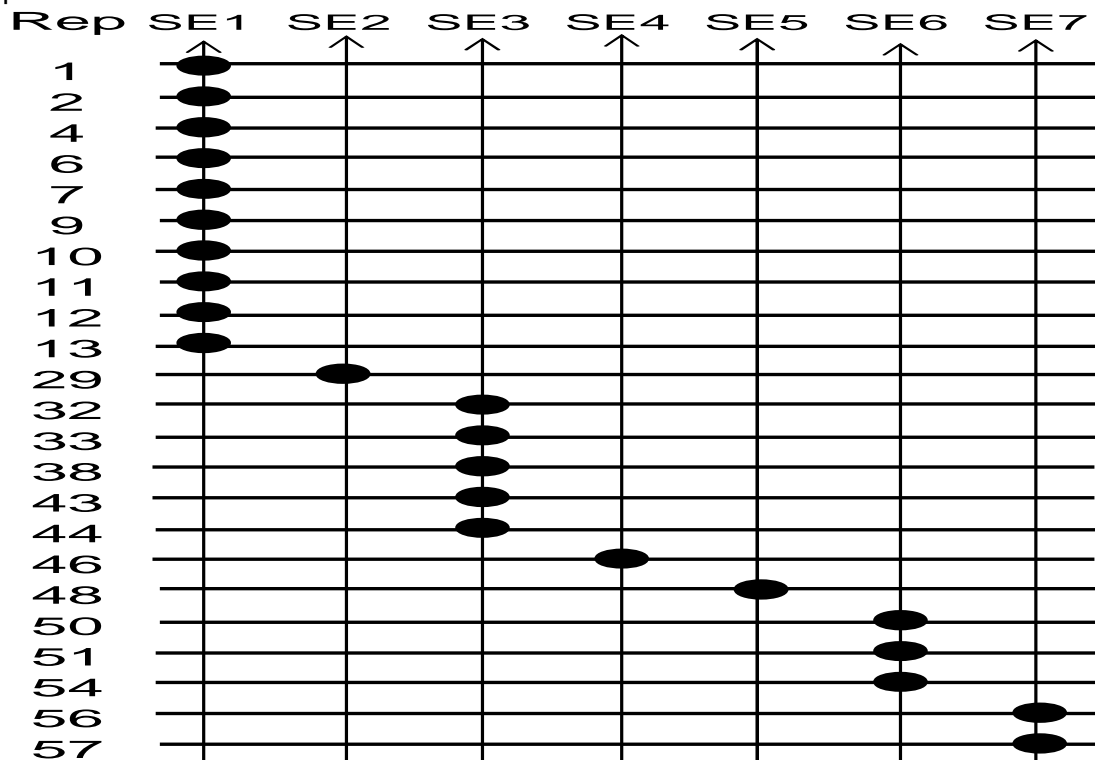
3.8. Expliquer pourquoi la panne ne peut pas venir des clapets.

Comme il y a 7 pistons, il est très peu probable que les clapets aient toutes les branches cassées empêchant ainsi toute circulation du fluide. Si un clapet était cassé, on aurait une baisse de débit, pas une absence de débit.

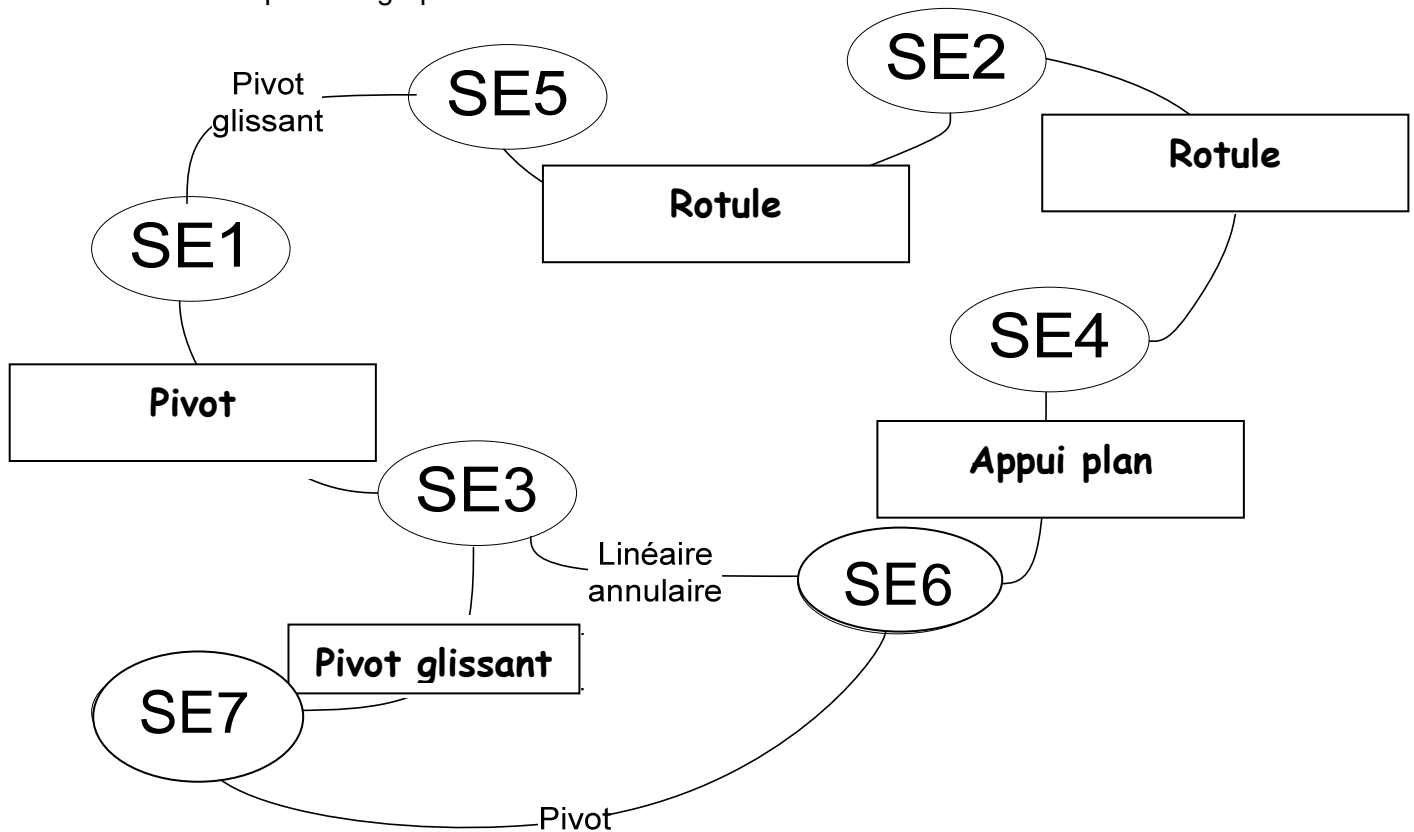
4. Schéma cinématique du compresseur

La panne ne pouvant venir des clapets, il nous faut continuer notre analyse.

4.1. Il faut reconstituer les Classes d'Equivalence Cinématique, compléter le graphe rateau partiel ci-dessous :



4.2. Compléter le graphe des liaisons ci-dessous : voir DT8/16 et DR 7/13



4.3. Sur le schéma cinématique ci-dessous, compléter les 4 liaisons manquantes.

Schéma cinématique en position de débit maxi

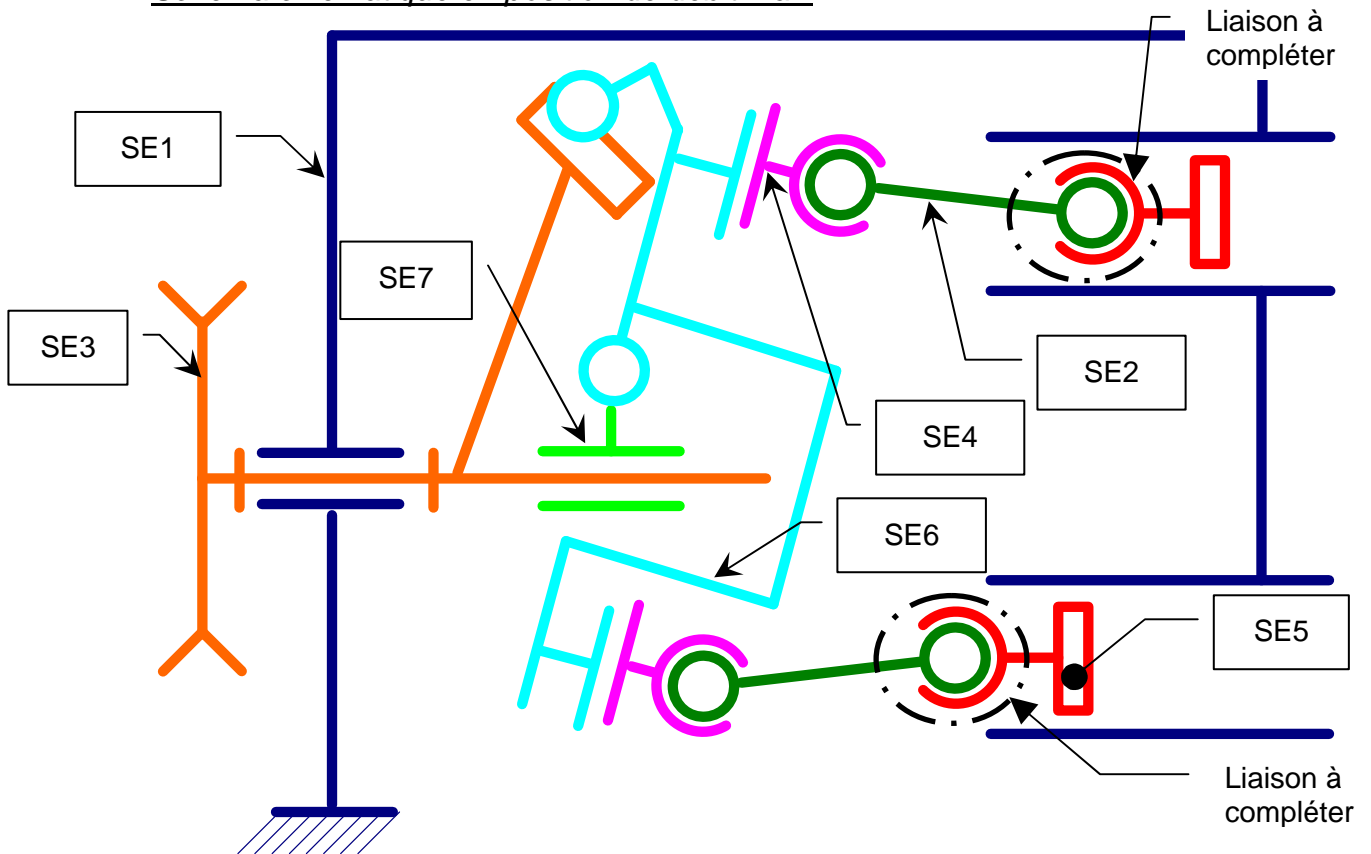
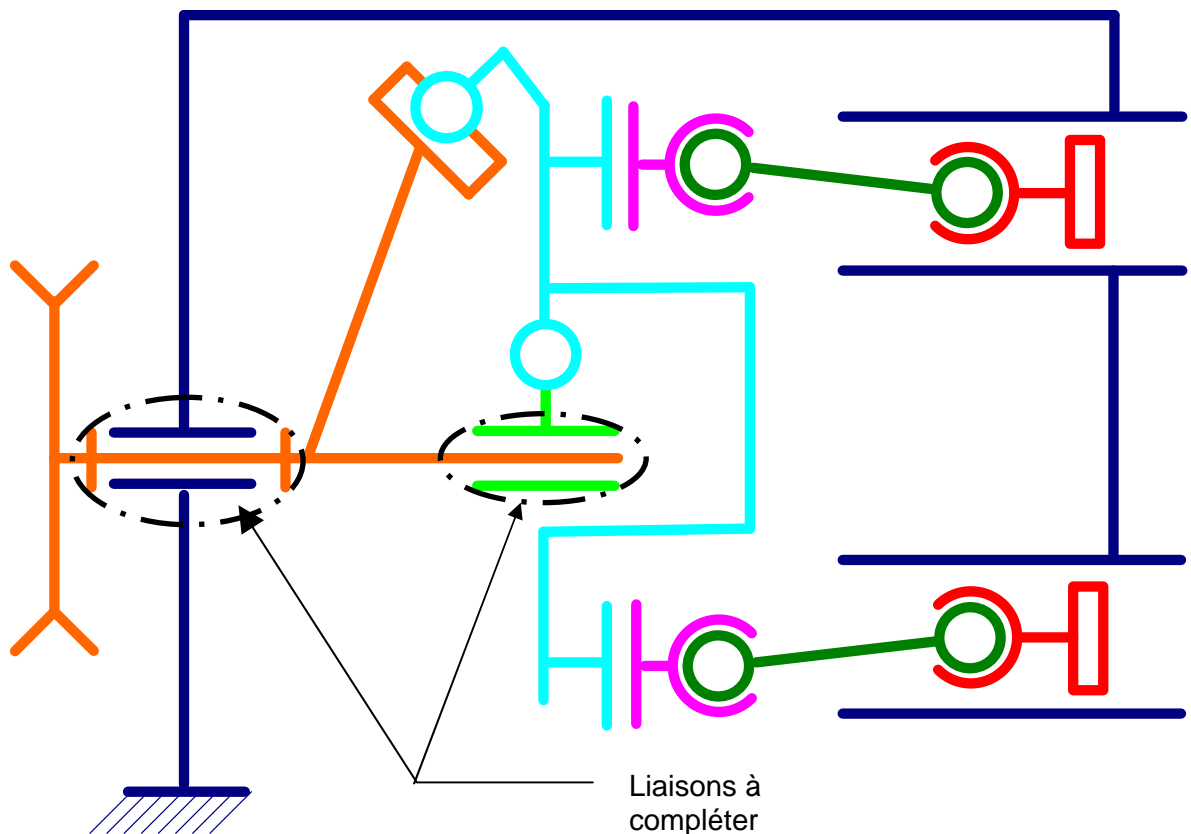


Schéma cinématique en position de débit mini

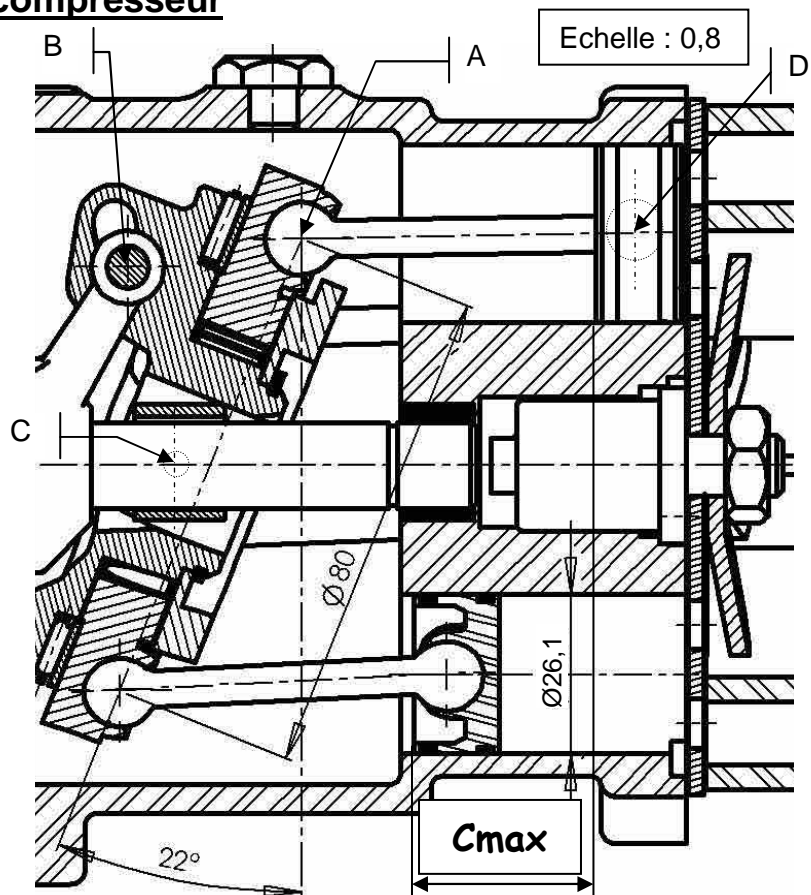


Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 8 sur 17

5. Analyse cinématique du compresseur

Si la vitesse des pistons est trop grande, il y a risque d'échauffement des joints ce qui les dégrade. L'étanchéité est alors perdue, donc une perte d'efficacité du compresseur et un risque d'usure des cylindres prématurée.

La vitesse moyenne des pistons doit être inférieure à : $V_L = 10 \text{ m/s}$.
Nous allons la vérifier.



5.1. Indiquer les angles maxi et mini du plateau plat'came (voir DR 10/13) :

Débit mini : $A_{\text{mini}} = \dots$ 2°

Débit maxi : $A_{\text{maxi}} = \dots$ 22°

5.2. Indiquer sur le dessin ci-contre la course C du piston et mesurer la : attention échelle 1/1,25 (0,8)

C maxi = .. 31 mm

5.3. Pour 1 tour d'axe du compresseur, évaluer la distance parcourue par le piston :

d = $31 \times 2 = 62 \text{ mm}$

5.4. Calculer alors la vitesse moyenne d'un piston $\vec{V}_P/1$ pour un tour d'axe :

Données : Fréquence de rotation du plat'came : 3600 tr/min, course du piston : 30 mm

$$V_P = 2 \times C_{\text{maxi}} \times \frac{3600}{60} \Rightarrow V_P = 2 \times 30 \times \frac{3600}{60}$$

$$V_P = 3600 \text{ mm/s}$$

$$V_P = 3,6 \text{ m/s} \quad s_{VP} = \dots$$

5.5. La vitesse des pistons est-elle acceptable ? Justifier votre réponse :

$V_P = 3,6 \text{ m/s} < V_L = 10 \text{ m/s}$

La vitesse du piston étant inférieure à la vitesse maxi autorisée, la panne ne peut pas venir de la vitesse des pistons.

5. 6. Analyse statique du compresseur(étude ramenée à un système plan sur 1 piston)

L'étude cinématique montre que la cause de la panne est ailleurs. Il faut envisager un blocage hydraulique du compresseur. Ce blocage a pu détériorer des pièces du mécanisme. C'est ce que nous allons maintenant étudier.

6.1. Dans un premier temps pour valider nos hypothèses de statique et négliger le frottement nous devons nous assurer que le frottement au niveau du guide plat'came et de son coussinet est minimal.

Au vu du catalogue SKF (DR 9/13) et du tableau des ajustements normalisés (DR 8/13), indiquer quel ajustement est à préconiser dans le cas d'une mécanique de précision.

∅14

H6/g5 ou H6/f6

Justifier votre réponse :

Ajustement glissant (liaison pivot glissant) et mécanique de précision.

6.2. Sanden, constructeur du compresseur, donne une pression maxi de 16bars pour un bon fonctionnement.

En cas de problème, le compresseur peut supporter 20 bars en pointe pendant une durée très brève, quelques secondes, sans détérioration.

Transformer la pression P de 20 bars en MPa :

..... $P = 20 \text{ b} = 20 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 2 \text{ MPa}$ =MPa.

6.3. Calculer la force maximale F_P en cas de problème exercée sur le piston :

..... $P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = P \times S$

..... $F = P \times \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow F = 2 \times \frac{\pi \times 26,1^2}{4}$

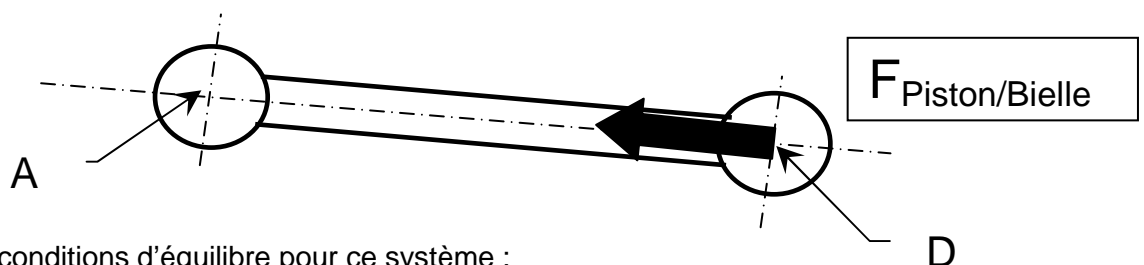
$F_P = \dots\dots\dots$

$F = 1070N$

6.4. Le Piston est relié à la bielle SE2. Nous allons considérer que le module de l'effort axial de poussée du piston sur la bielle est de :

$F_{\text{Piston/Bielle}} = 1000N$

Dessiner sur le dessin suivant cette force :



6.5. Citer les conditions d'équilibre pour ce système :


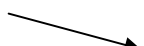

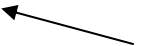
..... **Système à 2 forces :**

..... **Même Droite d'action**

..... **Même intensité ou module ou norme**

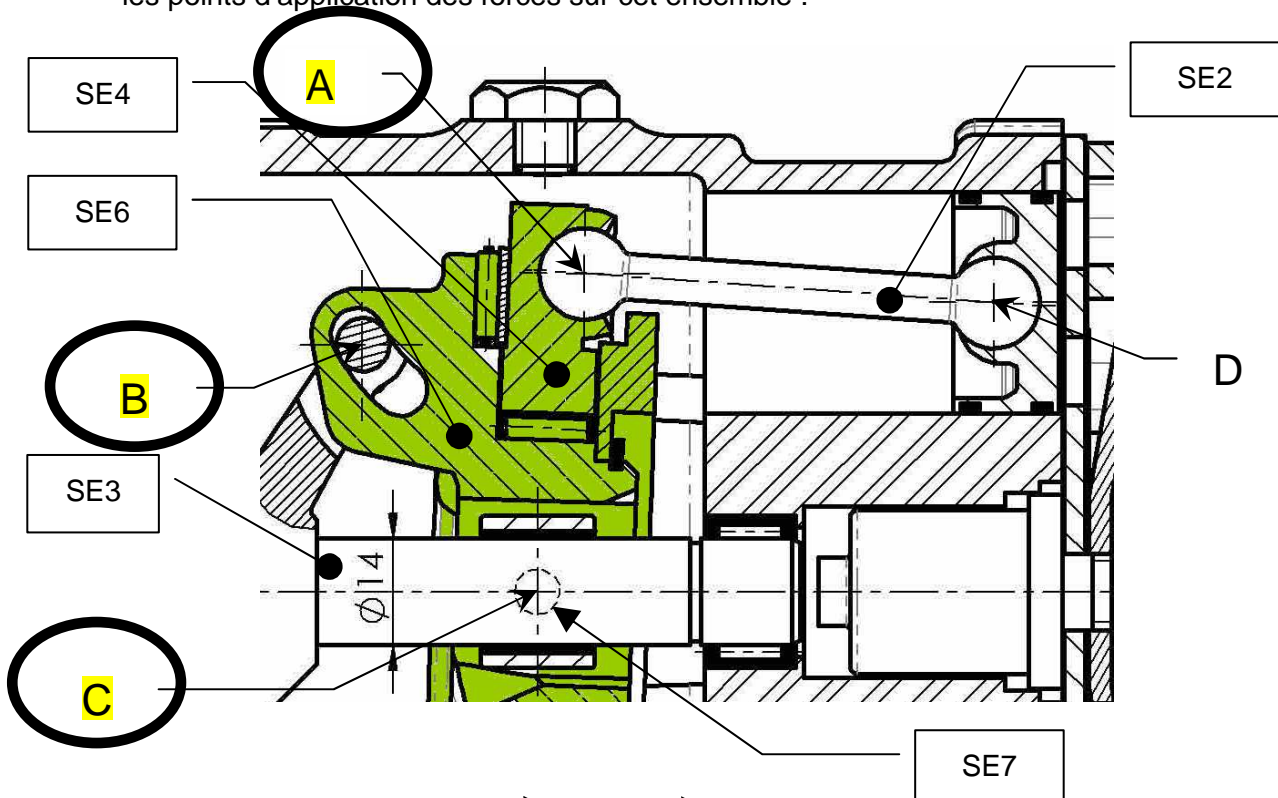
..... **Sens opposés**

6.6. Faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (BAME), et déduire l'action au point A :

Forces extérieures	point d'application	Direction de la droite d'action	sens	intensité module
 SE4+6/SE2	A	(AD)		1070N
 SE5/SE2	D	(AD)		1070N

Remplir les cases dont vous êtes sûr et mettre un point d'interrogation là où vous ne savez pas.


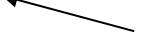


6.7. Sur le dessin ci-dessous, colorier en vert l'ensemble SE4+SE6 et entourer visiblement les points d'application des forces sur cet ensemble :



6.8. Citer la Loi qui relie $A_{SE2/SE4+6}$ à $A_{SE4+6/SE2}$:

Loi des actions mutuelles => action = réaction de sens opposé, même PA, DA et module

6.9. Faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (BAME) SE4+SE6 :

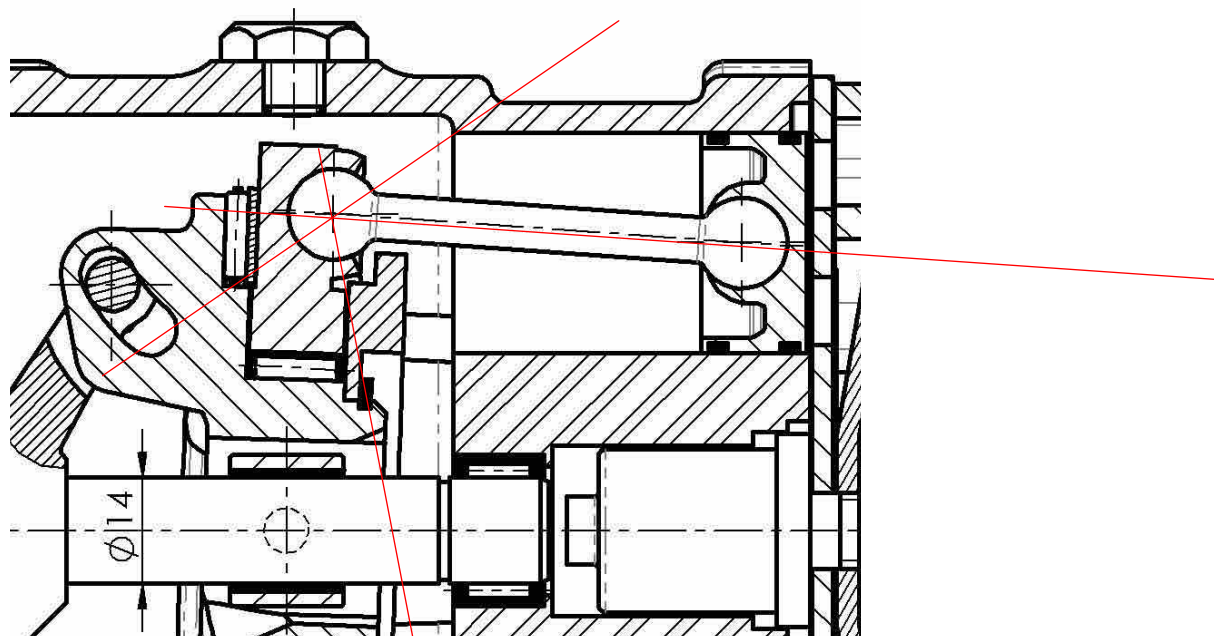
Forces extérieures	point d'application	Direction de la droite d'action	sens	intensité module
 SE2/SE4+6	A	(AD)		1070N
 SE3/SE4+6	B	?	?	?
 SE7/SE4+6	C	?	?	?

Remplir les cases dont vous êtes sûr et mettre un point d'interrogation là où vous ne savez pas.

6.10. Citer les conditions d'équilibre pour ce système :

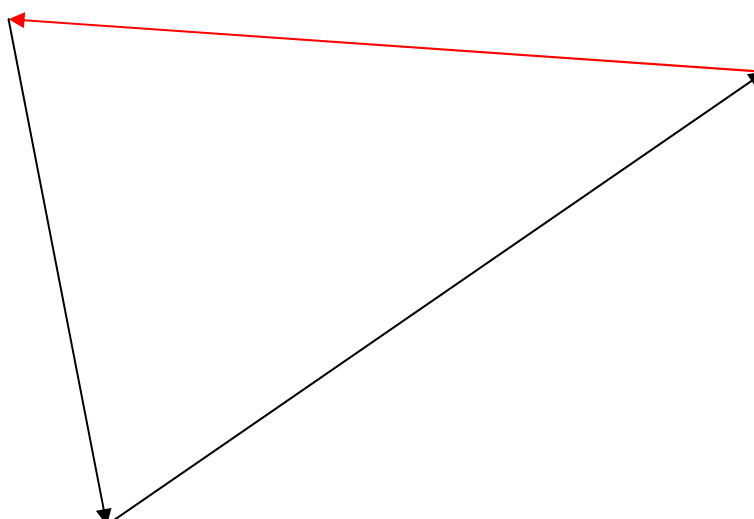
Système à 3 forces concourantes :
Droites d'actions concourantes (funiculaire)
Triangle des forces fermé (dynamique)

6.11. Tracer la Droite d'action de la force au point A (elle est *normale* à la surface de contact) :



6.12. Tracer funiculaire des forces sur le dessin ci-dessus :

6.13. Faire le dynamique des forces (échelle 10N ⇔ 1mm) ci-dessous :



6. 14. A l'aide des résultats trouvé précédemment, remplir le tableau suivant :

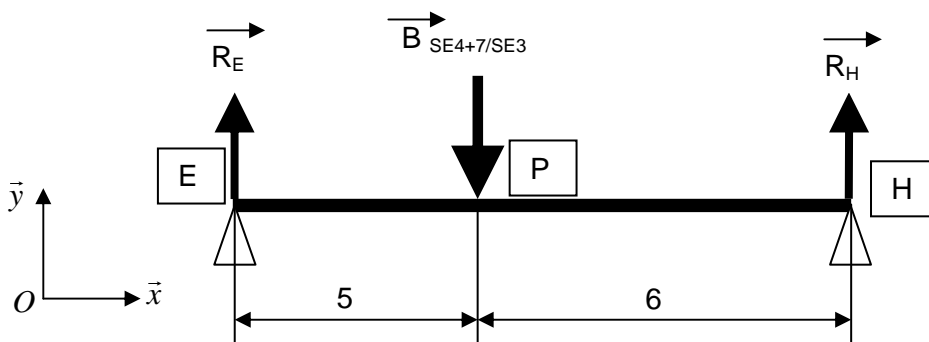
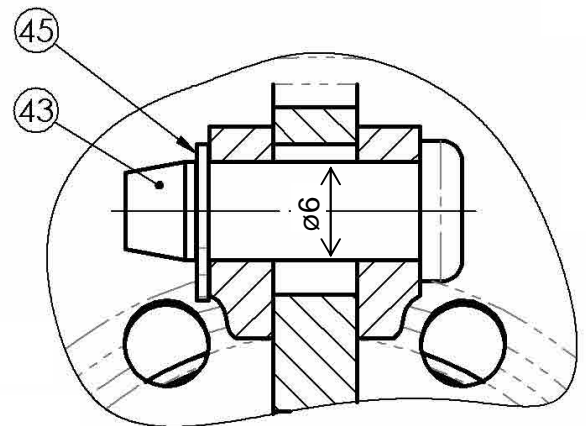
Forces extérieures	point d'application	Direction de la droite d'action	sens	intensité module
\vec{A} ...	SE2/SE4+6	A	(AD)	1000N
\vec{B} ...	SE3/SE4+6	B	/	1057N
\vec{C} ...	SE7/SE4+6	C	\	682N

7. Analyse Statique de l'Axe du Plat'came

L'effort maximal se trouve au Point B.
 Sachant que nous pouvons avoir 3 ou 4 pistons en compression suivant les périodes du cycle de pompage, nous allons nous mettre dans le cas le plus défavorable et étudier l'axe plat'came (50) car il est probable que la panne vienne de sa rupture.
 C'est ce que nous allons vérifier.

Nous pouvons le modéliser comme une poutre sur 2 appuis :

Nota : En raison des usinages la force n'est pas au centre des 2 appuis.



7.1. Ecrire les équations d'équilibre définissant le Principe Fondamental de la Statique (PFS).

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\sum \vec{M}_E = 0$$

7.2. Les appliquer sur le système étudié :

$$\sum \vec{F} = 0 = \vec{R}_E + \vec{B}_{SE4+6/SE3} + \vec{R}_H \Rightarrow \vec{R}_E = -(\vec{F}_{SE4+6/SE3} + \vec{R}_H) \quad \dots$$

$$\sum \vec{M}_E = 0 = \vec{R}_E \times (EE) + \vec{B}_{SE4+6/SE3} \times (EP) + \vec{R}_H \times (EH) = \vec{B}_{SE4+6/SE3} \times (EP) + \vec{R}_H \times (EH) = 0$$

7.3. Calculer les réactions \vec{R}_E et \vec{R}_H . (ne donner qu'un chiffre après la virgule)
avec $B_{SE4+7/SE3} = 4280N$

$$\vec{B}_{SE4+7/SE3} \times (EP) + \vec{R}_H \times (EH) = 0 \Rightarrow \vec{B}_{SE4+6/SE3} \times (EP) = -\vec{R}_H \times (EH) \Rightarrow \vec{R}_H = -\frac{\vec{B}_{SE4+6/SE3} \times (EP)}{(EH)}$$

$$R_H = \frac{4280 \times 5}{(5+6)} = 1945,5N$$

$$\vec{R}_E + \vec{B}_{SE4+6/SE3} + \vec{R}_H = 0 \Rightarrow \vec{R}_E = -(\vec{B}_{SE4+6/SE3} + \vec{R}_H) \Rightarrow R_E = 4280 - 1945,5 = 2334,5N$$

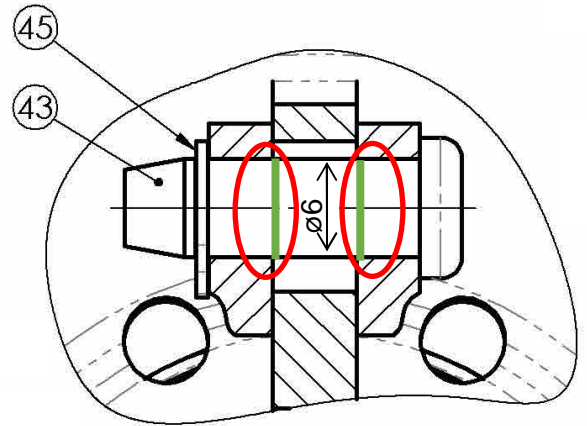
$$R_E = 2334,5N$$

$$R_H = 1945,5N$$

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 14 sur 17

8. Analyse RdM de l'Axe du Plat'came :

Nous avons maintenant l'effort maximal repris par l'axe du plat'came.
 Nous voulons connaître le comportement mécanique de l'axe en fonction des sollicitations auxquelles il est soumis.



8.1. À quelle sollicitation est soumis cet axe Rep : 43 ?

Cisaillement

2

8.2. Quel est le nombre de section(s) sollicitée(s) ?

8.3. Sur le dessin ci-dessus, repasser en vert de façon très visible la ou les section (s) sollicitée (s)

8.4. En vous aidant de la nomenclature DT05 du dossier ressources et des caractéristiques mécaniques des aciers de construction, écrire la condition de résistance de l'axe :
 Nous prendrons la valeur la plus faible donnée pour ce matériau.

Re = 700 MPa.....

Rg = 700/2 = 350MPa.....

s = 5

Rpg = 350 / 5 = 70 MPa.....

8.5. Calculer la contrainte τ dans l'axe Rep :43 sachant que l'Effort sur l'axe F = 4250 N

..... $\tau = \frac{F}{2 \times S} \Rightarrow \tau = \frac{F}{2 \times \frac{\pi \times D^2}{4}} \Rightarrow \tau = \frac{F \times 4}{2 \times \pi \times D^2}$

..... $\tau = \frac{4 \times 4250}{2 \times \pi \times 6^2} = 75,2MPa$

..... = $\tau = 75,2MPa$

8.6. Comparer la contrainte trouvée avec la condition de résistance.

.... $\tau = 75,2MPa \geq Rpg = 70MPa$

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 15 sur 17

8.7. L'axe a-t-il résisté à la contrainte ? Pourquoi ?

L'axe n'a pas résisté à la contrainte de cisaillement car celle-ci est supérieure à la contrainte maxi admissible.

8.8. Que faut-il conclure des conséquences d'un blocage hydraulique du compresseur ?

Un blocage hydraulique, c'est-à-dire quand il y a encore du R134a non gazéifié dans le circuit, entraîne une entrée de liquide dans le compresseur et amène une surpression importante. (Cette surpression est due à la non compressibilité du liquide)

8.9. Comment le constructeur essaie-t-il de s'en prémunir ?

**L'évaporateur est dimensionné de façon à ce que le fluide soit en phase gazeuse avant sa sortie de l'évaporateur.
(Ce qui diminue les performances de l'évaporateur et de l'installation puisque une partie de l'évaporateur ne produit pas de froid mais offre une sécurité pour le matériel).**

Baccalauréat professionnel MAINTENANCE DES VEHICULES AUTOMOBILES		Options : VP - VI - Moto	
E11 - Analyse d'un système technique		DC	Session 2015
Code : AP 1506-MV ST 11	Durée : 3 heures	Coefficient : 2	Page 16 sur 17

Question	Indicateur	Critères				Points par question
Partie 1 Analyse Fonctionnelle						
1	Fonction globale et contraintes identifiées			Sans erreur	1 erreur	/1
2	Les FT et solutions sont identifiées	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
Partie 2 Lecture de Dessin						
1	L'éclaté est correctement rempli	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
Partie 3 Fonctionnement des clapets du compresseur						
1	La phase du fluide est identifiée et expliquée			Sans erreur	1 erreur	/1
2	La ou les pièces sont identifiées			Sans erreur	1 erreur	/1
3	La ou les pièces sont identifiées			Sans erreur	1 erreur	/1
4	Les clapets sont identifiés			Sans erreur	1 erreur	/1
5	Le dessin des clapets est exact		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
6	La pièce et sa fonction sont identifiées		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
7	Les zones de pression sont identifiées		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
8	L'explication est cohérente et pertinente		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
Partie 4 Schéma cinématique du compresseur						
1	Le graphe râteau est correctement rempli	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
2	Le graphe des liaisons est correctement rempli	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
3	Le dessin des liaisons est exact		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
Partie 5 Analyse cinématique du compresseur						
1	Les angles sont renseignés			Sans erreur	1 erreur	/1
2	La course du piston est identifiée et mesurée		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
3	Le calcul de la distance est exact			Sans erreur	1 erreur	/1
4	La vitesse moyenne du piston est exacte	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
5	La réponse est exacte et argumentée		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
Partie 6 Analyse statique du compresseur						
1	L'ajustement est identifié et justifié		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
2	La pression est transformée de bars à MPa			Sans erreur	1 erreur	/1
3	La force sur le piston est exacte		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
4	La force est dessinée			Sans erreur	1 erreur	/1
5	Les conditions d'équilibre sont citées		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
6	Le BAME est établi	Sans erreur	2 erreurs	4 erreurs	+4 erreurs	/4
7	L'ensemble 4+7, les points d'application sont identifiés	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
8	La Loi est citée		1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/2
9	Le BAME est établi	Sans erreur	2 erreurs	4 erreurs	+4 erreurs	/4
10	Les conditions d'équilibre sont citées		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
11	La droite d'action est tracée			Sans erreur	1 erreur	/1
12	Le funiculaire est tracé		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
13	Le dynamique est tracé	Sans erreur	2 erreurs	4 erreurs	+4 erreurs	/4
14	Les résultats sont restitués		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
Partie 7 Analyse statique de l'axe du plat'came						
1	Les équations sont établies		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
2	Les équations sont appliquées		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
3	Le calcul des réactions est juste	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
Partie 8 Analyse RdM de l'axe du plat'came						
1	La sollicitation est identifiée			Sans erreur	1 erreur	/1
2	Le nombre de sections sollicitées est identifié			Sans erreur	1 erreur	/1
3	Les sections sollicitées sont identifiées			Sans erreur	1 erreur	/1
4	La condition de résistance est déterminée	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
5	La contrainte est exacte	Sans erreur	1 erreur	2 erreurs	+2 erreurs	/4
6	La comparaison est faite et exacte		Sans erreur	1 erreur	+1 erreur	/2
7	La raison est identifiée			Sans erreur	1 erreur	/1
8	La conclusion est satisfaisante			Sans erreur	1 erreur	/1
9	L'explication est satisfaisante			Sans erreur	1 erreur	/1
		4	2	1	0	/100
Note : _____/20		Total des points				

Note : _____/20