

TD Compresseur de climatisation

Mise en situation :

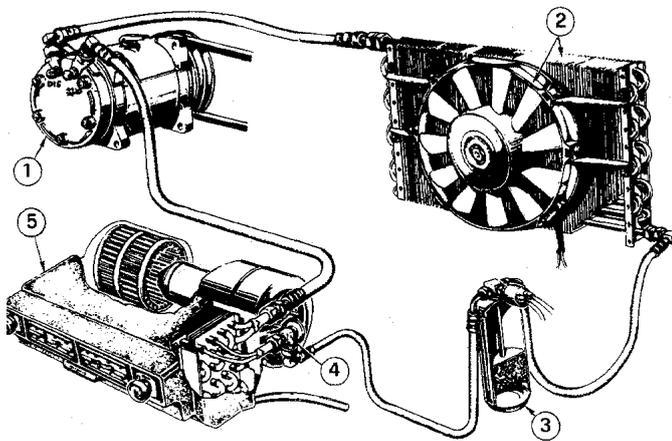


Figure 1

Le système de climatisation d'une automobile est composé :

- d'un dispositif de chauffage qui réchauffe l'air pulsé à travers les éléments d'un radiateur alimenté par l'eau de refroidissement du moteur ;
- d'un dispositif de réfrigération qui refroidit l'air pulsé dans l'habitacle tout en lui retirant une partie de son humidité et de ses poussières.

Ce dispositif de réfrigération (voir **figure 1**) se compose principalement d'un **compresseur 1**, de deux échangeurs (un condenseur **2** et un évaporateur **5**), d'un filtre receveur **3** et d'une soupape d'expansion **4** qui fait fonction de détendeur.

L'objet de cette étude de cas est le **compresseur à pistons axiaux** intégré dans ce système de réfrigération.

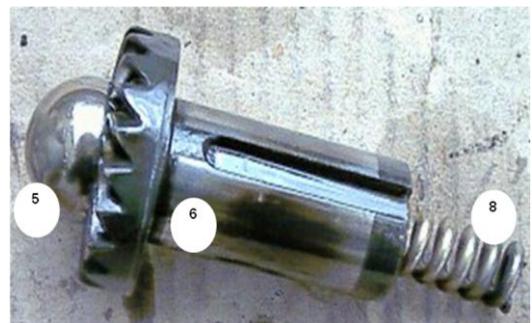
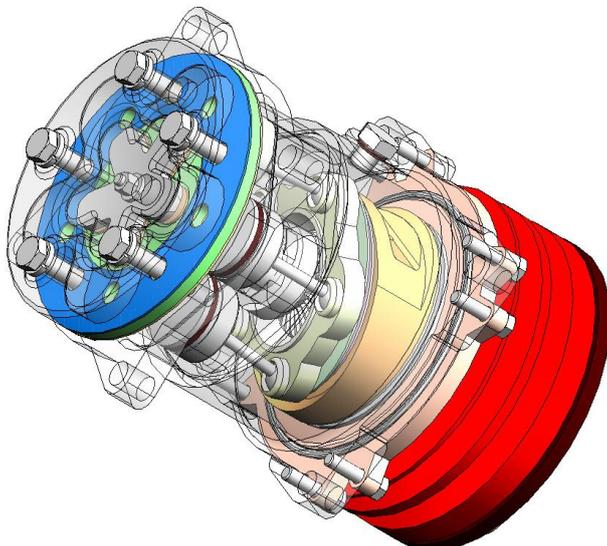
Le système de réfrigération (voir Figure 1)

Entraîné par le moteur thermique de la voiture au moyen d'une double courroie, le compresseur aspire le fluide réfrigérant à basse pression à l'état gazeux, et le refoule à haute pression à l'état gazeux. Le fluide réfrigérant traverse alors le condenseur, d'où il ressort à l'état liquide avant de passer dans le filtre. La soupape d'expansion, réglée au montage et pilotée par une sonde, abaisse la pression du fluide à l'entrée de l'évaporateur.

L'évaporateur a un rôle primordial. Le fluide réfrigérant qui le traverse absorbe la chaleur de l'air ambiant extérieur, qui est pulsé vers l'habitacle. L'air, qui pénètre à l'intérieur de l'habitacle, est donc refroidi. De plus la capacité réfrigérante de l'évaporateur permet la déshumidification de l'air, ce qui accroît notablement le bien-être dans l'habitacle. Le réglage de l'installation est tel que le fluide réfrigérant sort de l'évaporateur à l'état gazeux.

Le compresseur

Le compresseur représenté en coupe longitudinale est à cinq pistons axiaux **13** identiques. La poulie **19** entoure une bobine électromagnétique **18**. Il est représenté en phase de fonctionnement.





TD Compresseur de climatisation

**Questions :**

Effectuer la lecture du plan afin de comprendre complètement les divers aspects du fonctionnement de ce compresseur.

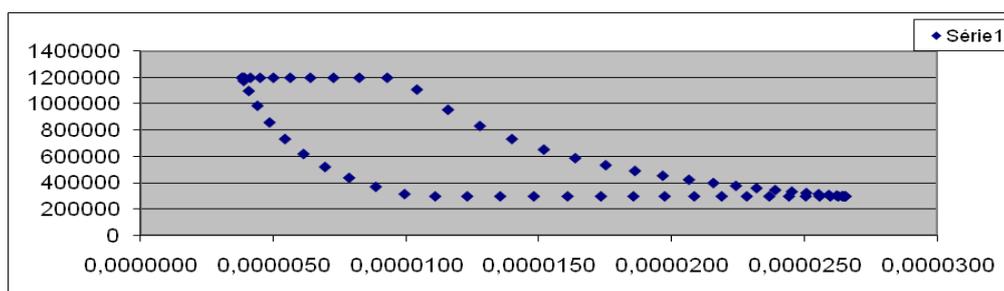
Technologie :

- 1°) Quelle est la fonction de la pièce 8 ? Justifiez.
- 2°) Quelle est la fonction de la pièce 10 ? Justifiez.
- 3°) Quelle est la fonction de la pièce 18 ? Justifiez.
- 4°) Coloriez les pièces par classes d'équivalence, faites le graphe des liaisons (pour un seul piston) et proposez un schéma cinématique minimal de ce compresseur (avec 1 seul piston).
- 5°) Ce mécanisme est-il isostatique ? Justifiez.
- 6°) Répertoirez les liaisons complètes entre les différents éléments et décrivez comment elles sont réalisées.
- 7°) Expliquez clairement le principe de fonctionnement de ce compresseur. Vous expliquerez aussi le principe de fonctionnement du système d'arrêt du compresseur.
- 8°) Examinez les différentes solutions aux problèmes d'étanchéité du système et présentez les dans un tableau (sauf détail A).
- 9°) Quel est le type joint présenté en détail A ? Pourquoi avoir choisi cette technologie ? Comment fonctionne t-il ?

Calculs :

Données : le gaz est du Tétrafluoroéthane. On suppose ses changements d'états aux températures extrêmes choisies à 0° et 50°. Les pressions correspondantes sont de 3 bars et 12 bars. La compression est la détente du gaz sont supposées adiabatiques réversibles ($p_1 v_1^\gamma = p_2 v_2^\gamma$ avec $\gamma=1.4$ pour l'air) . Le compresseur est supposé tourner à la même vitesse que le moteur thermique (courroie). On se place dans le cas d'un moteur essence dont le régime est de 6000 tr/min.

Après animation sur INVENTOR, on obtient le tracé suivant du cycle de la pression (bars) en fonction du volume dans la chambre (m^3) :



- 10°) Expliquez ce cycle et les différentes phases d'un cycle de compression adiabatique (évoquez la notion de point mort haut et bas, ouverture ou non des clapets de refoulement...). N'hésitez pas à faire des schémas.



TD Compresseur de climatisation

Le modèle 3D nous donne la course d'un piston = 0.0236m.

11°) De quel angle a tourné le plateau 2 pour générer le déplacement maxi d'un piston (aspiration)? Indiquez cette course sur le plan (C). A quoi correspond sur le plan le volume entre piston 13 et le clapet 12 ? Pourquoi est-il nécessaire ?

Le modèle 3D donne la section d'un piston : $S=0.0009621\text{m}^2$

12°) En négligeant le volume de la question 11, calculez, pour 1 piston, le volume aspiré en m^3 et celui qui sera refoulé via les clapets.

13°) Déduisez en la cylindrée en m^3/tr d'un piston. (on considère que le volume aspiré est intégralement refoulé)

On donne la relation suivante : $Q = \text{Cyl} * N$ (à vous de voir pour les unités !)

15°) Calculez le débit Q en m^3/s d'un piston.

16°) Quel est donc la vitesse maxi de déplacement d'un piston en m/s ?

Sachant que la pression de refoulement est de 12 bars :

17°) Quel est l'effort transmit par le piston au refoulement ?

18°) En déduire la puissance transmise en W .

19°) La puissance transmise par un piston (environ 2700W) ne se multiplie pas par 5 pour trouver la puissance totale, pourquoi ?

On donne $P_{\text{totale}} = 4600W$.

20°) Calculez le couple moteur appliqué à la poulie d'entraînement.

L'embrayage électromagnétique doit transmettre ce couple à la poulie par frottement. La surface de contact est une couronne dont $r_e=135\text{mm}$ et $r_i=60\text{mm}$. Le coefficient de frottement vaut $f=0.4$.

21°) Calculez l'effort axial exercé par la bobine pour attirer l'aimant. (rappel : $C_f = \frac{2}{3} \cdot N \cdot f \cdot \frac{r_2^3 - r_1^3}{r_2^2 - r_1^2}$)

On considère que les roulements à billes 17 ne sont sollicités que par une effort radial issu de la transmission par courroie, avec $F_r = 2780N$ centré sur les roulements.

22°) Pourquoi l'effort axial de l'aimant ne sollicite t-il pas les roulements ?

23°) Pourquoi avoir monté 2 roulements 17 collés ?