

## TD Compresseur de climatisation

### Mise en situation :

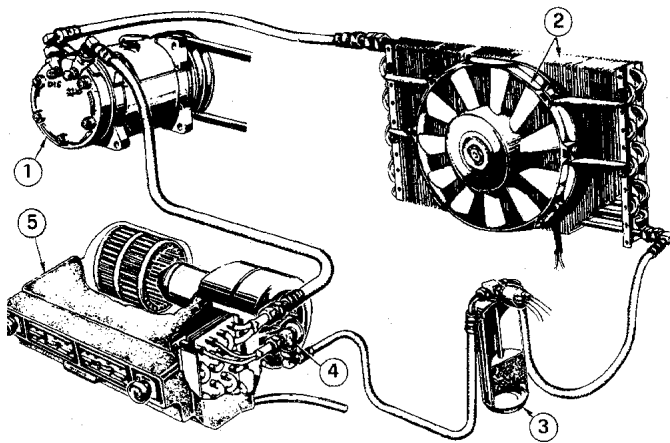


Figure 1

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.

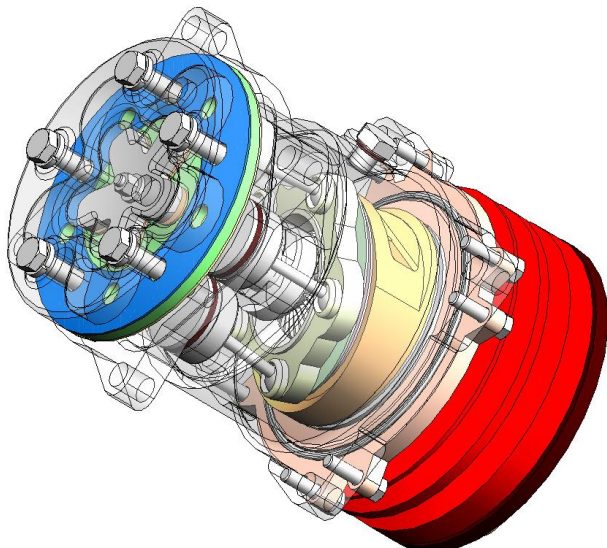
### Le système de réfrigération (voir Figure 1)

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.

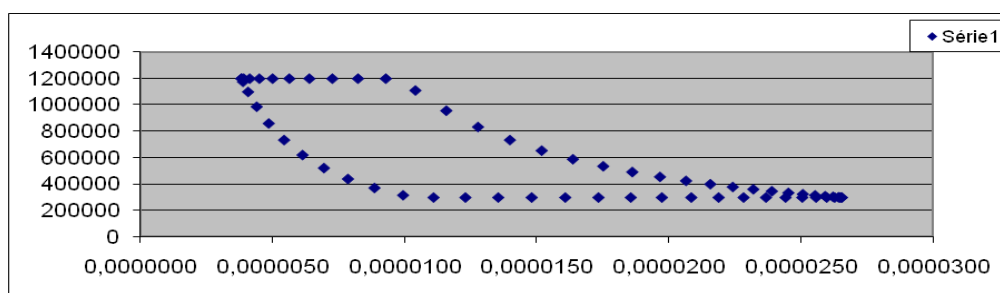
**Technologie :**

- 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°) Répertoriez 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  $\text{m}^3$  et celui qui sera refoulé via les clapets.

13°) Déduisez en la cylindrée en  $\text{m}^3/\text{tr}$  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  $\text{m}^3/\text{s}$  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  $P_{\text{totale}} = 4600\text{W}$ .

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  $F_r = 2780\text{N}$  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 ?