

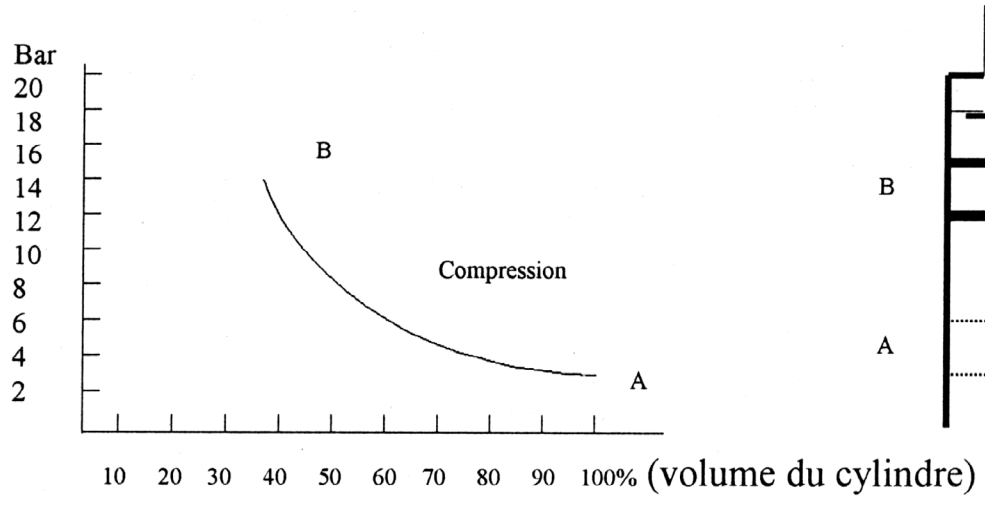
Objectif de la séance :

.....

.....

1) Evolution du piston :

Montée du piston :

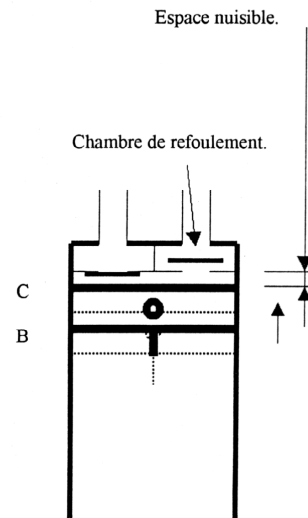
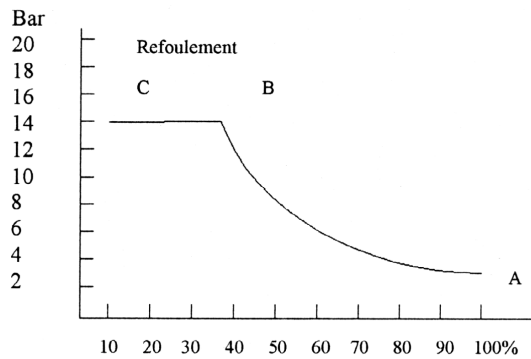


Cette évolution correspond à la montée du piston dans le cylindre, au point A, la totalité du volume du cylindre est rempli de vapeur à une pression d'aspiration donnée, dans cet exemple entre 2 et 3 bar.

Le piston va se déplacer de A vers B, ce qui entraîne une diminution du volume occupé par la vapeur dans le cylindre et par conséquent une augmentation de la vapeur : **c'est la compression.**

La courbe A-B représente l'évolution de la pression pendant la phase de compression des vapeurs.

Phase de refoulement des vapeurs (légère montée du piston) :



Au point B, la pression dans le cylindre étant sensiblement supérieure à celle régnant dans la chambre de refoulement, provoque l'ouverture du clapet, évacuant ainsi les vapeurs de cette même chambre vers l'extérieur du cylindre : **c'est le refoulement.**

On remarque un espace entre la course maximale du piston en bout de compression et la plaque à clapets.

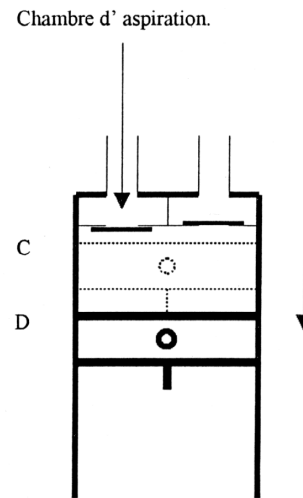
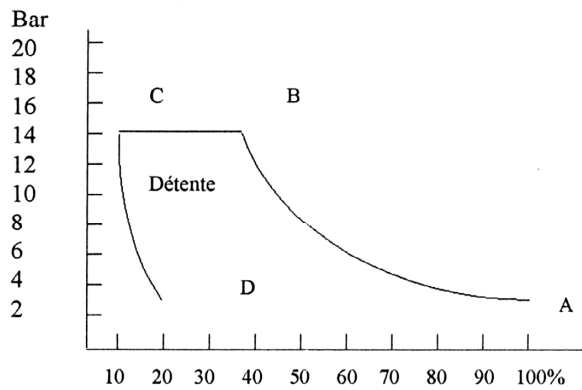
Cet espace nécessaire (pour la course du clapet d'aspiration), est nuisible dans la mesure où une partie des vapeurs ne sera pas refoulée et restera dans le cylindre lors de sa redescente.

Après équilibre des pressions entre le cylindre et la chambre de refoulement, le clapet reprend sa place initiale en position fermée.

Descente du piston :

Phase de détente :

Phase de détente.



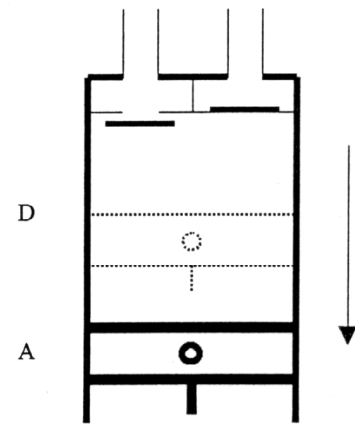
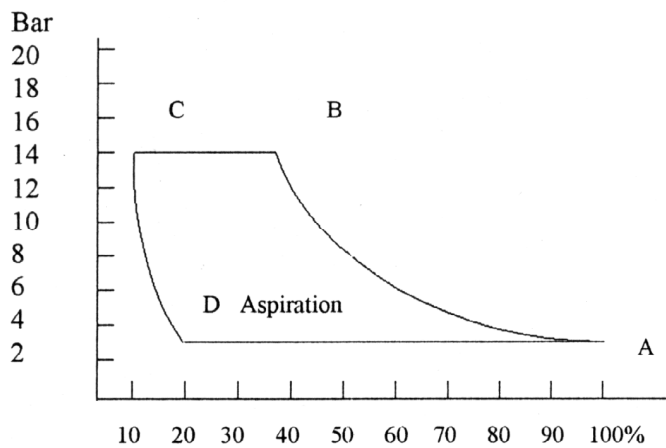
Le piston redescend jusqu'à sa position initiale, la détente observée sur le diagramme au moment de la redescente correspondant à la détente des vapeurs restées dans l'espace nuisible pendant le refoulement.

La course entre C et D correspond uniquement à la détente de cette vapeur.

Quand le piston se trouve à la position intermédiaire D, la pression dans le cylindre est égale à la pression régnant dans la chambre d'aspiration.

La pression dans le cylindre ne suffit plus à maintenir la fermeture du clapet d'aspiration, celui-ci s'ouvre sous la poussée des vapeurs de la chambre d'aspiration.

Phase d'aspiration :



La distance D-A correspond à la course réelle de l'aspiration, à chaque tour de vilebrequin (pour chaque cylindre), le compresseur va réellement aspirer un volume de vapeur correspondant au volume compris entre D et A.

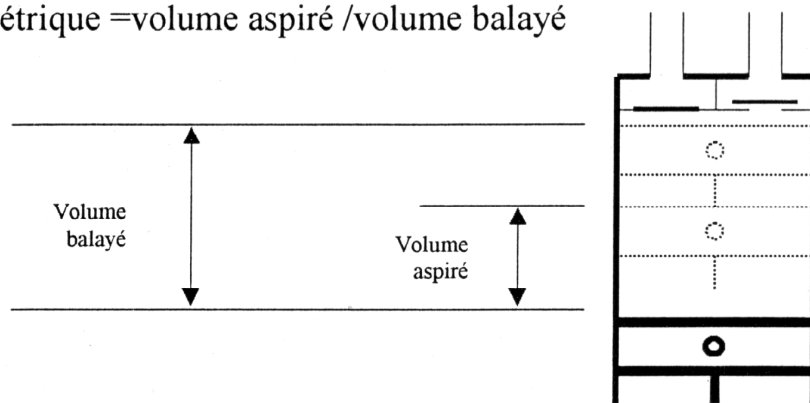
Le volume représente environ d'après le diagramme 80 % du volume du cylindre alors que le volume balayé correspond à environ 92 % du volume du cylindre, cet écart est dû à l'espace nuisible.

Le rapport du volume aspiré sur le volume balayé correspond au rendement volumétrique du compresseur.

2) Rendement volumétrique :

Rendement volumétrique = volume aspiré / volume balayé

$$\eta_v = V_a / V_b$$



Le rendement volumétrique est le rapport du volume aspiré sur le volume balayé.

Le rendement volumétrique η_v est fonction de l'espace nuisible.

En effet, la course de détente est d'autant plus importante que l'espace nuisible sera grand.

Le rendement volumétrique dépend du taux de compression τ (tau).

Le taux de compression tient compte des conditions de fonctionnement. Il se calcule de la manière suivante :

$$\tau = P_r / P_a$$

P_r : pression absolue mesurée au refoulement du compresseur en bar.

P_a : pression absolue mesurée à l'aspiration du compresseur en bar.

En bureau d'étude, on n'admet qu'un compresseur à pistons à un rendement proche de celui donné par la relation suivante :

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times \tau$$

Exemple :

Pour une pression absolue de refoulement de 11 bars et une pression absolue d'aspiration de 3 bars, le rendement volumétrique sera de :

$$\tau = P_r / P_a$$

$$\tau = 11/3 = 3,6$$

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times 3,6 \approx 0,81$$

On aura un rendement volumétrique d'environ 81%

Exercice 1 :

A partir du cycle frigorifique tracé sur le diagramme enthalpique, on relève la pression absolue d'aspiration (2.5 bar) et la pression absolue de refoulement (9 bar).

Vous devez calculer le rendement volumétrique du compresseur.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 2 :

On relève sur une installation frigorifique les valeurs suivantes :

Pression lue au manomètre BP = 1 bar
Pression lue au manomètre HP = 10 bar

Calculer le rendement volumétrique du compresseur.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

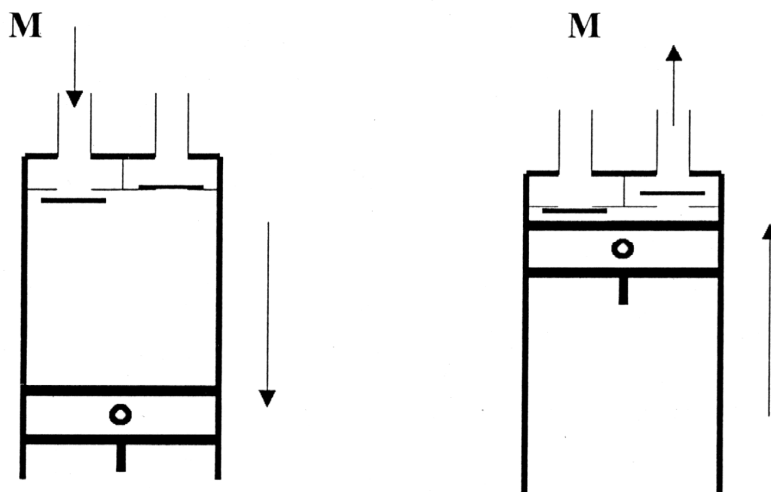
3) Détermination du débit massique :

Le circuit frigorifique est un circuit fermé, il forme une boucle dans laquelle le fluide circule grâce à l'action du compresseur ;

A chaque descente du piston, le compresseur aspire une masse M de fluide sous forme vapeur.

A chaque montée du piston, le compresseur refoule la même masse M de fluide.

Cette même masse M fait ensuite le tour du circuit en passant par le condenseur, le détendeur puis l'évaporateur pour revenir au compresseur.



Le débit massique est constant dans tout le circuit

Pour déterminer le débit massique Q_m en kg/s, il faut connaître :

- le débit **volumique** Q_v des vapeurs aspirées par le compresseur en m^3/s .
- le volume massique v_m des vapeurs à l'aspiration du compresseur en m^3/kg .

Le débit massique est donné par la relation suivante :

$$Q_m = Q_v / v_m$$

Le volume aspiré par le compresseur indique la quantité de vapeur qu'il aspire à chaque seconde. Dans la pratique, on utilise souvent le m^3/h .

Le volume massique des vapeurs saturantes peut être lu sur les tables thermodynamiques ou directement sur le diagramme enthalpique.

Exemple :

Pour une pression d'aspiration de 3 bars abs et une surchauffe de 7 °C, le volume massique est de 0,08 m³/kg pour du R22.

Si le compresseur aspire 10 m³/h de vapeur, le débit massique sera :

$$V_m = 0,08 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$Q_m = Q_v / v_m \longrightarrow (\text{kg/s}) = (\text{m}^3/\text{s}) / (\text{m}^3/\text{kg})$$

Il faut convertir le débit volumique en m³/s :

$$Q_v = 10 / 3600 \text{ s} = 0,00278 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ensuite, on applique la formule pour calculer le débit massique :

$$Q_m = 0,00278 / 0,08 = 0,34 \text{ kg/s} \text{ ou } 10/0,08 = 125 \text{ kg/h}$$

Exercice :

Déterminer le débit massique d'une installation fonctionnant au R134a sachant que la pression d'aspiration lue sur un manomètre est de 1 bar, la température d'aspiration du compresseur de - 10°C et le débit volumique de 0,037 m³/s et v_m = 0,100 m³/kg.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) Cylindrée d'un compresseur :

La caractéristique principale d'un compresseur est son volume balayé.

Le volume balayé (V_b) s'exprime en **m^3/h** . Comme son nom l'indique, il représente le volume que les pistons vont balayer par heure de fonctionnement.

Le volume balayé va donc dépendre de la dimension du ou des cylindres et de la vitesse des pistons (donc la vitesse de rotation du compresseur).

La dimension du compresseur est donnée par sa cylindrée.

On distingue le point haut (C) et le point bas (A) entre lesquels se déplace le piston. La distance L, comprise entre A et C correspond à la course du piston.

A chaque tour de vilebrequin correspond une descente et une montée du piston. Le compresseur pourra théoriquement aspirer un volume de gaz équivalent au volume compris entre A et C. Ce volume, qui s'étend pour un tour de vilebrequin, doit être multiplié par le nombre de cylindres pour obtenir **la cylindrée**.

La cylindrée (C) se calcule ainsi :

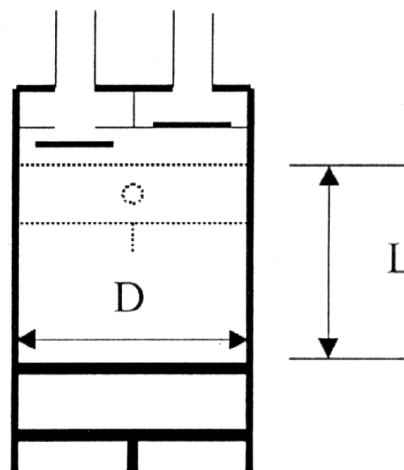
$$C = ((\pi \times D^2) / 4) \times (L \times n)$$

C : cylindrée en cm^3

D : alésage en cm

L : course du piston

n : nombre de cylindre



5) Volume balayé :

Le volume balayé, qui dépend de la cylindrée et de la vitesse de rotation du compresseur, se calcule de la manière suivante :

$$V_b = (60 \times C \times N) / 10^6$$

V_b : volume balayé en m^3/h .

C : cylindrée du ou des pistons en cm^3 .

N : vitesse de rotation du compresseur en tr/min.

Exercice 1 :

Soit un compresseur ayant les caractéristiques suivantes :

Alésage = 60 mm.

Course = 70 mm.

Nombre de cylindres = 2.

Vitesse de rotation = 1400 tr/mn.

Pression absolue de refoulement = 15 bars.

Pression absolue d'aspiration = 3 bars.

Calculer :

- la cylindrée du compresseur en cm^3 .
- le volume balayé du compresseur en m^3/h .
- le taux de compression du compresseur.
- le rendement volumétrique du compresseur.
- le volume aspiré du compresseur en m^3/h .

Cylindrée du compresseur :

$$C = ((\pi \times D^2) / 4) \times (L \times n)$$

.....

Volume balayé du compresseur :

$$V_b = (60 \times C \times N) / 10^6$$

.....

Taux de compression du compresseur :

$$\tau = P_r / P_a$$

.....

Rendement volumétrique du compresseur :

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times \tau$$

.....

Volume aspiré du compresseur à l'aide de la formule du rendement :

$$\eta_v = V_a / V_b$$

.....

Exercice 2 :

Soit un compresseur ayant les caractéristiques suivantes :

Alésage = 80 mm. Course = 90 mm.

Nombre de cylindres = 4.

Vitesse de rotation = 1400 tr/mn.

Pression absolue de refoulement = 12 bars.

Pression absolue d'aspiration = 3 bars.

Volume massique à l'aspiration = 0,008m³/kg

Calculer :

- la cylindrée du compresseur en cm³.
- le volume balayé du compresseur en m³/h.
- le taux de compression du compresseur.
- le rendement volumétrique du compresseur.
- le volume aspiré du compresseur en m³/h.
- le débit massique du fluide Q_m en kg/h.

Cylindrée du compresseur :

$$C = ((\pi \times D^2) / 4) \times (L \times n)$$

.....

Volume balayé du compresseur :

$$V_b = (60 \times C \times N) / 10^6$$

.....

Taux de compression du compresseur :

$$\tau = P_r / P_a$$

.....

Rendement volumétrique du compresseur :

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times \tau$$

.....

Volume aspiré du compresseur :

$$\eta_v = V_a / V_b$$

.....

Débit massique :

$$Q_m = Q_v / v_m$$

V_m : volume massique à l'aspiration.

.....

Exercice 3 :

Soit un compresseur ayant les caractéristiques suivantes :

Alésage = 20 mm.

Course = 50 mm.

Nombre de cylindres = 1.

Vitesse de rotation = 1350 tr/mn.

Pression absolue de refoulement = 15 bars.

Pression absolue d'aspiration = 2,5 bars.

Calculer :

- la cylindrée du compresseur en cm^3 .
- le volume balayé du compresseur en m^3/h .
- le taux de compression du compresseur.
- le rendement volumétrique du compresseur.
- le volume aspiré du compresseur en m^3/h .

Exercice 4 :

Soit un compresseur ayant les caractéristiques suivantes :

Alésage = 80 mm.

Course = 100 mm.

Nombre de cylindres = 6.

Vitesse de rotation = 1300 tr/mn.

Pression absolue de refoulement = 12 bars.

Pression absolue d'aspiration = 3 bars.

Calculer :

- la cylindrée du compresseur en cm^3 .
- le volume balayé du compresseur en m^3/h .
- le taux de compression du compresseur.
- le rendement volumétrique du compresseur.
- le volume aspiré du compresseur en m^3/h .