

NOM (S) : _____

Objectif :

- Comprendre progressivement le fonctionnement d'une pompe à chaleur.
- Identifier les changements d'état et analyser les échanges des quantités de chaleurs.
- Utiliser un diagramme d'état P-T
- Analyse de documents et recherches sur Internet

Une **Pompe à Chaleur (PAC)** est un dispositif thermodynamique permettant de transférer de la chaleur d'un milieu en le refroidissant vers un autre milieu qui est donc chauffé.

Différents appareils utilisent le principe de pompe à chaleur pour leur fonctionnement comme le réfrigérateur ou le climatiseur. On se propose d'étudier le fonctionnement d'un réfrigérateur.



I. Les éléments essentiels d'une pompe à chaleur :

La pompe à chaleur d'un réfrigérateur est constituée de 4 éléments essentiels (voir figure 1)

- Citer les 4 éléments essentiels qui composent cette pompe à chaleur.
- Identifier ces éléments sur la figure 2

II. Le fluide réfrigérant

Le tétrafluoroéthane (ou R134a) fait partie des fluides frigorigènes de la famille des **HydroFluoroCarbures (HFC)** qui ont remplacés dans les années 1987 dans les réfrigérateurs les **ChloroFluoroCarbures (CFC)** et des **HydroChloroFluoroCarbures (HCFC)** en raison de leur action destructrice sur la couche d'ozone.

- 1) Citer les deux principales propriétés d'un fluide réfrigérant ?
- 2) Donner la formule brute puis la forme développée du fluide réfrigérant du tétrafluoroéthane.
- 3) Étude du diagramme d'état (voir figure 3) :
 - Identifier sur le diagramme d'état P-T (figure 3) les différents états du tétrafluoroéthane : Solide, liquide, gazeux.
 - Identifier le point triple sur la figure 3. À quoi correspond ce point triple ?
 - Identifier la courbe d'ébullition sur la figure 3.
- 4) Quelle est la température d'ébullition du tétrafluoroéthane à 1,013 bar ? Puis à 13,20 bar ?
- 5) Rechercher la valeur de l'enthalpie de vaporisation massique nommé aussi chaleur latente de vaporisation massique à 1,013 bar ? Expliquer la signification de ce chiffre.

III. Compression d'un fluide (figures 1 & 4 & 5)

- 1) Quel est le rôle du compresseur ? Préciser son symbole.
- 2) Comment évoluent la température d'un gaz, lorsqu'on le comprime ? Expliquer.
- 3) Déterminer la température du tétrafluoroéthane de changement d'état en sortie du compresseur lorsque celui-ci fournit une pression de 13,2 bar. Préciser cette température sur la figure 1.
- 4) La figure 4 représente le schéma de principe d'un compresseur. Repérer et compléter les différentes situations sur le document : compression, aspiration ou refoulement.
- 5) La figure 5 représente le cycle idéal d'un compresseur, compléter le document par les mots : *Fermeture du clapet, Ouverture du clapet, Compression, Aspiration, Refoulement.*
- 6) Les débits volumiques moyens en entrée Q_V et en sortie Q'_V du compresseur se conservent-ils ? Expliquer.
- 7) Les débits massiques moyens en entrée Q_M et en sortie Q'_M du compresseur se conservent-ils ? Expliquer.

IV. Condenseur (figure 1)

- 1) Qu'est-ce qu'un condenseur ? À quel changement d'état correspond la « condensation » ?
- 2) Ce changement absorbe ou cède-t-il de la chaleur Q avec le milieu extérieur ?
- 3) Quel est l'état du fluide en entrée du condenseur ? Indiquer cet état sur la figure 1.
- 4) Quel est l'état du fluide en sortie du condenseur ? Indiquer cet état sur la figure 1.
- 5) Sur la figure 1, représenter par une flèche Q l'échange thermique entre l'extérieur et le condenseur.
- 6) La température du fluide réfrigérant en sortie du condenseur, sera-t-elle plus basse ou plus élevée que la température en entrée du condenseur ? Justifier.

V. Détente d'un fluide (figure 6)

- 1) Qu'est-ce qu'un détendeur ? Indiquer son symbole.
- 2) Comment évoluent la pression et la température d'un fluide, lorsqu'il se détend ? Justifier.
- 3) Sur la figure 1, indiquer la température d'ébullition du tétrafluoroéthane en sortie du détendeur lorsque celui-ci revient sur une pression de 1,013 bar.

Principe du fonctionnement général d'un détendeur :

- 4) Dans quel sens se déforme la membrane du détendeur de la figure 6 lorsque la pression dans l'évaporateur devient trop forte ? Justifier. Que se passe-t-il alors ?
- 5) Dans quel sens se déforme la membrane du détendeur sur la figure 6, lorsque la pression dans l'évaporateur devient trop faible ? Justifier. Que se passe-t-il alors ?
- 6) À quoi sert la vis de réglage sur le détendeur ?

Principe de fonctionnement du bulbe de température du détendeur

7) Le bulbe de température sur le détendeur permet de réguler plus ou moins la température du fluide en sortie de l'évaporateur. Expliquer le fonctionnement du détendeur quand la température devient trop élevée.

VI. Évaporateur (figure 1)

- 1) Qu'est-ce qu'un évaporateur ? À quel changement d'état correspond la vaporisation ?
- 2) Ce changement absorbe-t-il ou cède-t-il de la chaleur Q dans le réfrigérateur ?
- 3) Quel est l'état du fluide en entrée de l'évaporateur ? Indiquer cet état sur la figure 1.
- 4) Quel est l'état du fluide en sortie de l'évaporateur ? Indiquer cet état sur la figure 1.
- 5) Sur la figure 1, représenter par une flèche Q l'échange thermique entre le milieu et l'évaporateur.
- 6) La température du fluide réfrigérant en sortie de l'évaporateur, sera-t-elle plus basse ou plus élevée que la température en entrée de l'évaporateur ? Justifier.

VII. Conclusion :

- Résumer brièvement le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur.

Figure 1 : Schéma de principe d'un réfrigérateur.

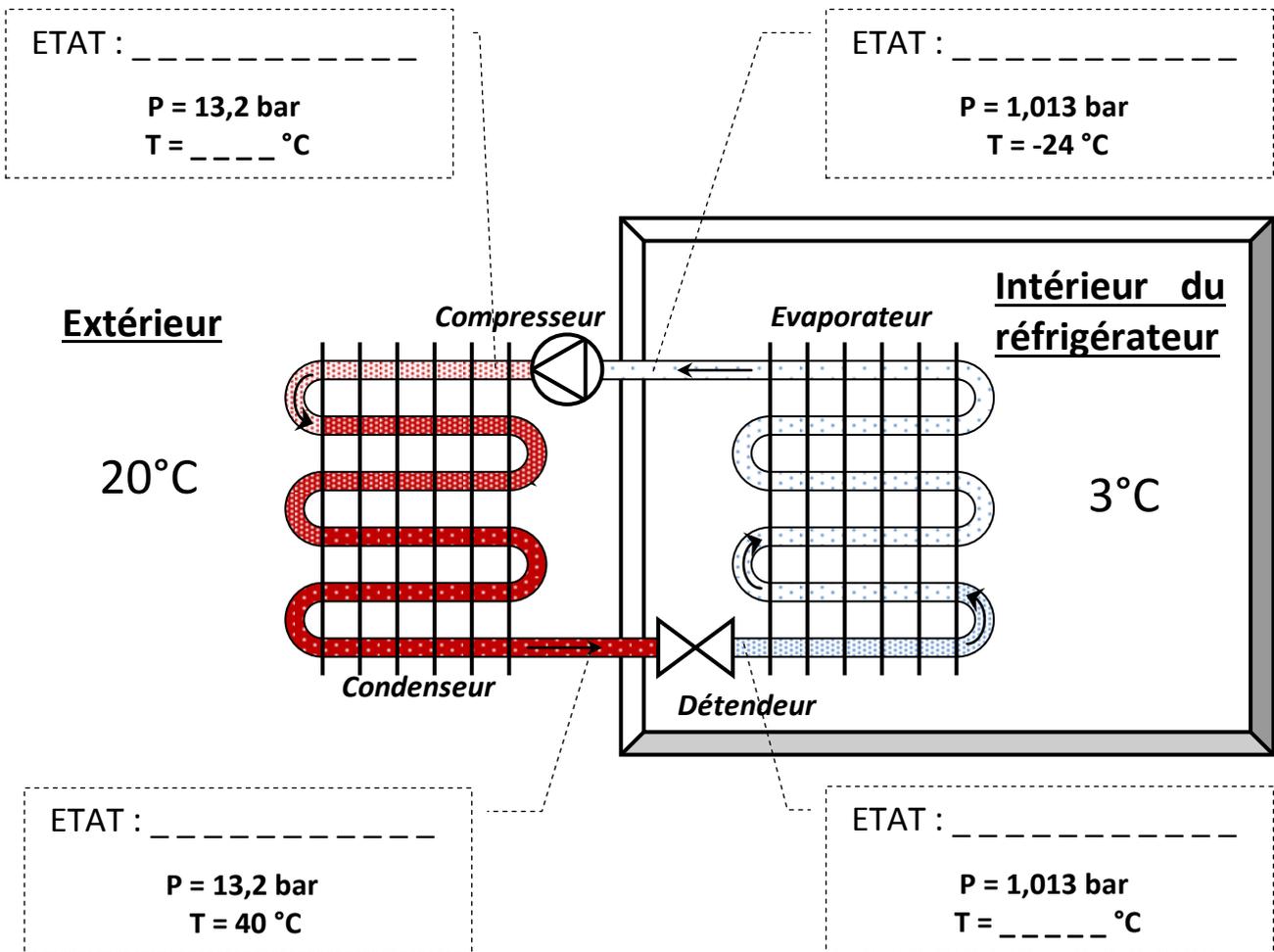


Figure 2 : éléments principaux d'un réfrigérateur.



Figure 3 : Diagramme d'état P-T du Tétrafluoroéthane :

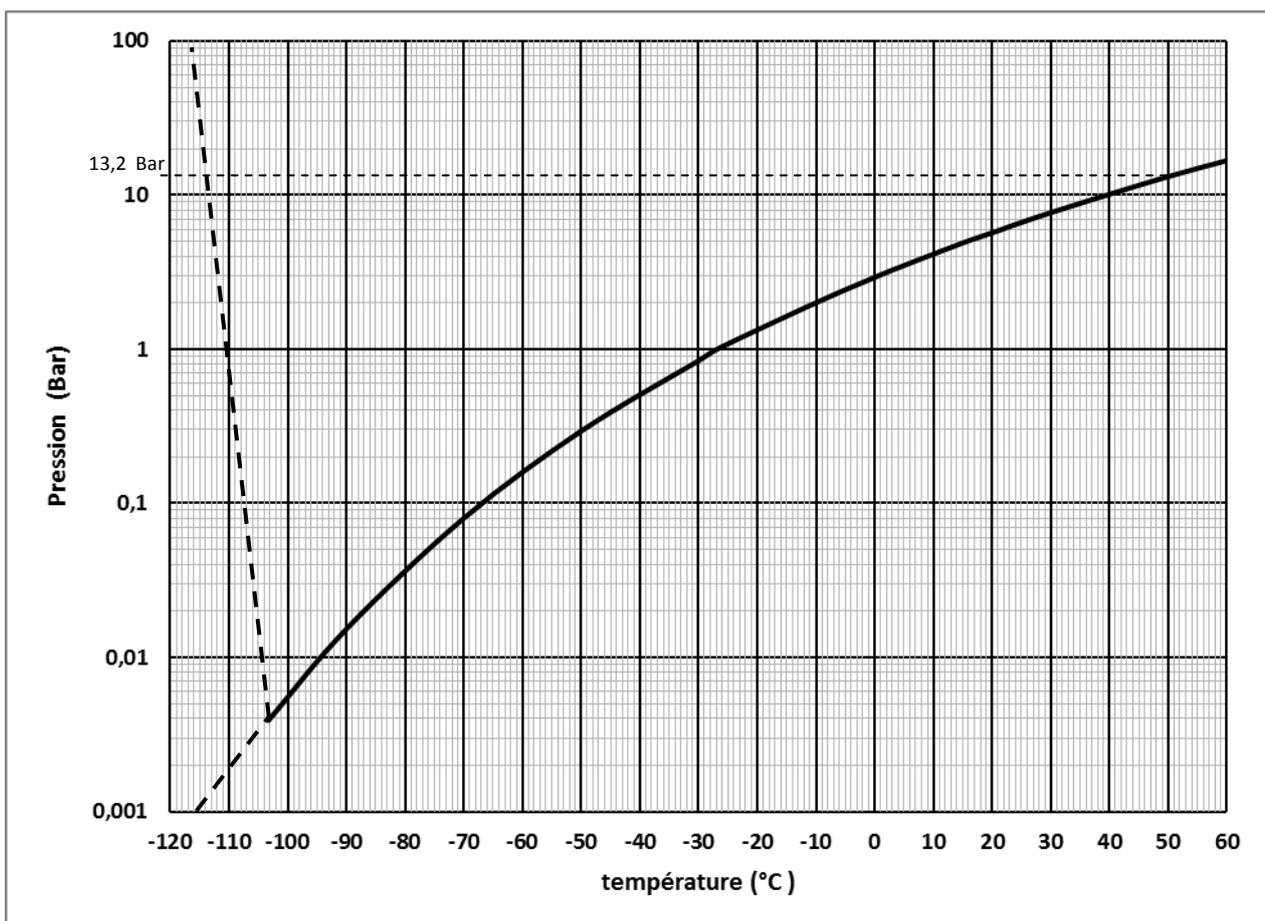
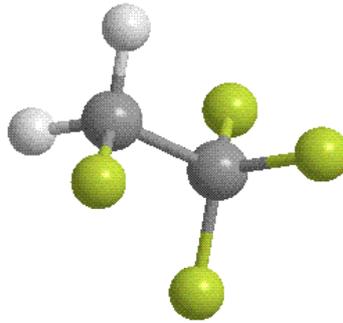


Figure 4 : Schéma simplifié d'un compresseur de base

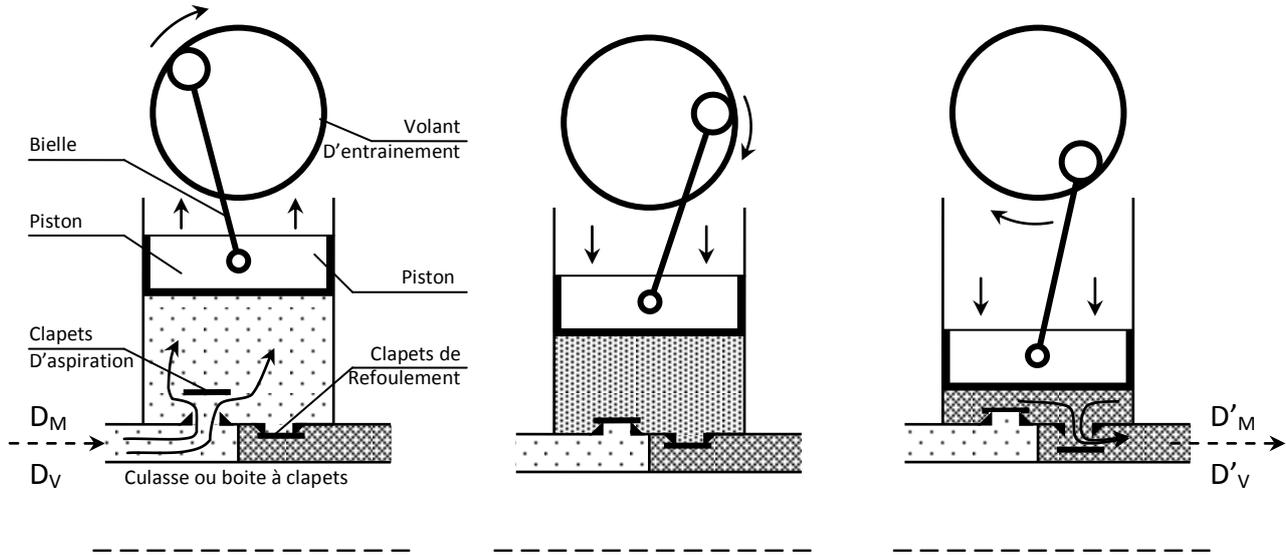
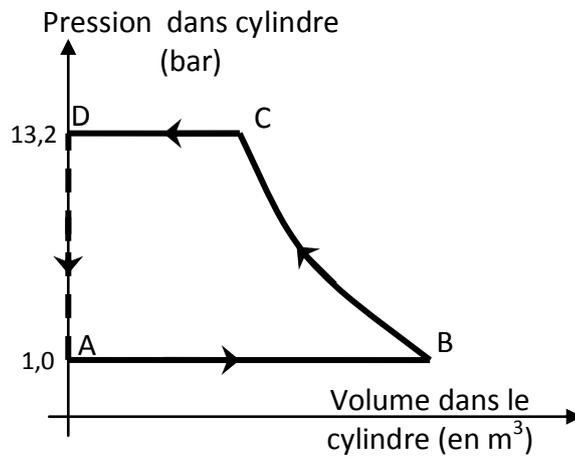


Figure 5 : cycle idéal d'un compresseur



A : _____

A → B : _____

B : _____

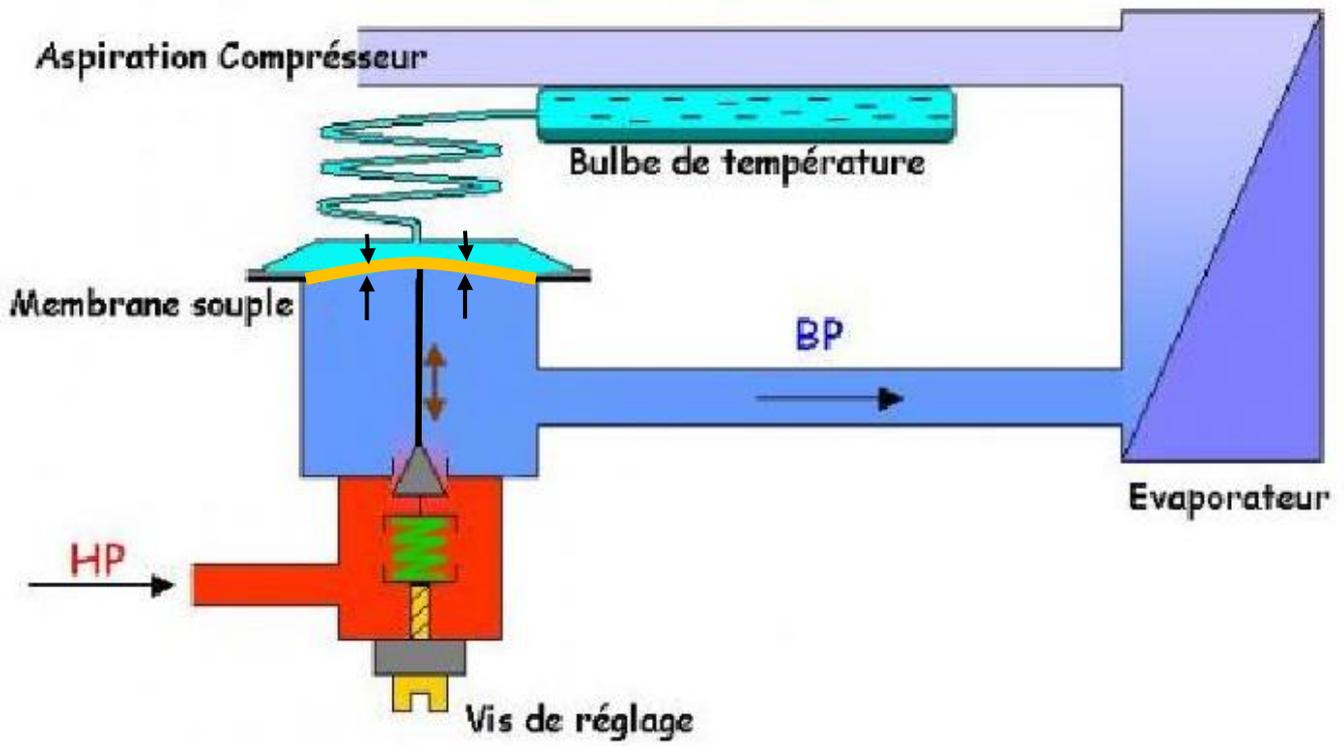
B → C : _____

C : _____

C → D : _____

D : _____

Figure 6 : Schéma d'un détendeur de base



Annexes vidéos :

Principe de la pompe à chaleur (vidéo : 2min30)

<https://www.youtube.com/watch?v=zw33M99Lrz8&feature=related>

Compresseur de réfrigérateur démonté (vidéo : 5min44) :

<https://www.youtube.com/watch?v=z6DW4a3dHXI&feature=related>

Principe d'un détendeur de réfrigérateur (page Web, GIF) :

<http://www.abcclim.net/detendeur.html>

L'évolution des réfrigérateurs (vidéo : 20 minutes) :

http://www.dailymotion.com/video/x4em5j_la-vie-secrete-des-machines-refrige_tech?start=5