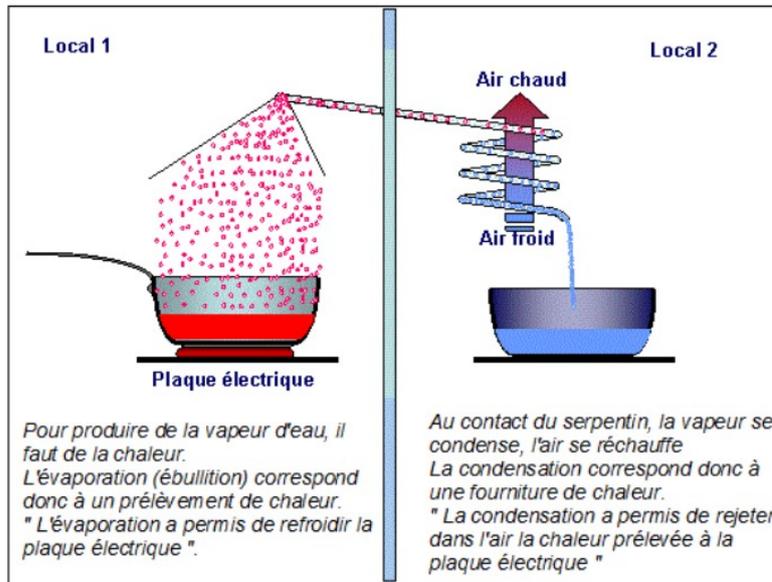


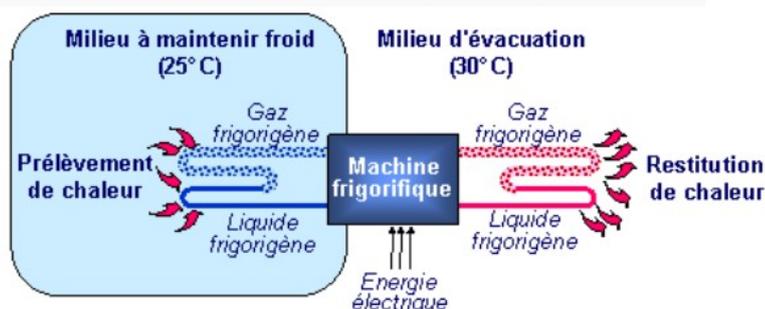
N°1 - Evaporation et condensation de l'eau



Évaporation, puis condensation d'un fluide peuvent donc être utilisés pour transférer de la chaleur d'un milieu à un autre. Dans notre exemple, évaporation puis condensation ont permis de transférer la chaleur de la plaque électrique à l'air du local n°2.

Q1: En négligeant les " pertes en ligne ", si la chaleur fournie ci-dessus à l'air du local n°2 est de 1 [kWh], quelle quantité de chaleur a été prélevée à la plaque électrique?

Présentation de la machine frigorifique



Les machines frigorifiques contiennent un liquide dont l'évaporation permet de prélever de l'énergie dans une ambiance à refroidir (on ne fabrique pas du froid on enlève de la chaleur).

Fiche N°7-3
Thème : Habitat

Les machines frigorifiques

Cette énergie prélevée est ensuite rejetée dans un milieu extérieur par la condensation de ce même fluide frigorigène.

Remarque que dans cet exemple, le transfert d'énergie ne s'effectue pas dans le sens normal de circulation de la chaleur : la chaleur circule d'un milieu " froid " à 25 [°C] vers un milieu " chaud " à 30 [°C]. Ce transfert anormal de chaleur nécessite une consommation d'énergie.

Les fluides utilisés pour véhiculer l'énergie du local à refroidir vers l'extérieur sont appelés "**fluides frigorigènes**".

Leur principale caractéristique est leur capacité à s'évaporer à des températures basses et des pressions raisonnables.

Dans les climatiseurs, on souhaite ainsi qu'ils aillent bouillir à faible température dans le local à refroidir (en y puisant de la chaleur).

Ces fluides particuliers autrefois appelés " fréon " du nom d'une marque, sont désignés par la lettre R (Réfrigérant) suivi de chiffres.

Les principaux fluides utilisés autrefois étaient le R12 et le R22. Ils sont aujourd'hui remplacés par des fluides moins polluants tels que le R410A ou le R134A.

Q1 : Quelle est la principale caractéristique particulière des fluides frigorigènes?

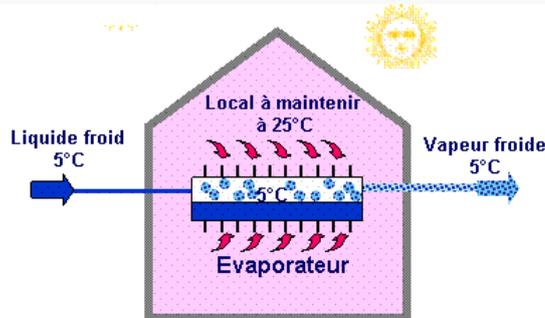
Q2 : Quels sont les 2 moyens de faire bouillir de l'eau ?

Q3 : L'eau peut-elle s'évaporer à une température de 5 [°C]? A quelle condition?

Q4: Pour être utilisée comme fluide frigorigène, il faudrait que l'eau puisse s'évaporer à environ 5 [°C] dans le milieu à refroidir.

Est-il envisageable d'utiliser l'eau comme fluide frigorigène dans un climatiseur?

Les composants de la machine frigorifique



La machine frigorifique comporte 4 composants principaux dans lesquels le fluide frigorigène passe successivement.

Composant 1 : l'évaporateur (c'est la partie froide de la machine)

Ce composant permet de refroidir le local en y prélevant de la chaleur. Le fluide frigorigène s'y évapore. On l'appelle évaporateur.

Notons que sur le schéma, la température du fluide frigorigène est la même en entrée et en sortie de l'évaporateur. Comme l'eau dont l'ébullition s'effectue dans la cuisine à la température constante de 100°C, le fluide frigorigène s'évapore sans changer de température.

En réalité, on verra qu'en pratique, on veille à ce que le frigorigène sorte légèrement "surchauffé" de l'évaporateur, mais ce n'est pas pour le moment le sujet.

La puissance prélevée dans le local sera appelée puissance frigorifique ou puissance de l'évaporateur.

Q5: Indiquez, aussi clairement et complètement que possible, toutes les différences que présente le fluide frigorigène entre l'entrée et la sortie de l'évaporateur.

A l'entrée de l'évaporateur, le fluide frigorigène est pour l'essentiel à l'état liquide.

A la sortie de l'évaporateur il est à l'état gazeux.

A ce stade, le refroidissement du local étant effectué, il reste à évacuer l'énergie prélevée. Cette énergie est maintenant contenue dans le fluide frigorigène.

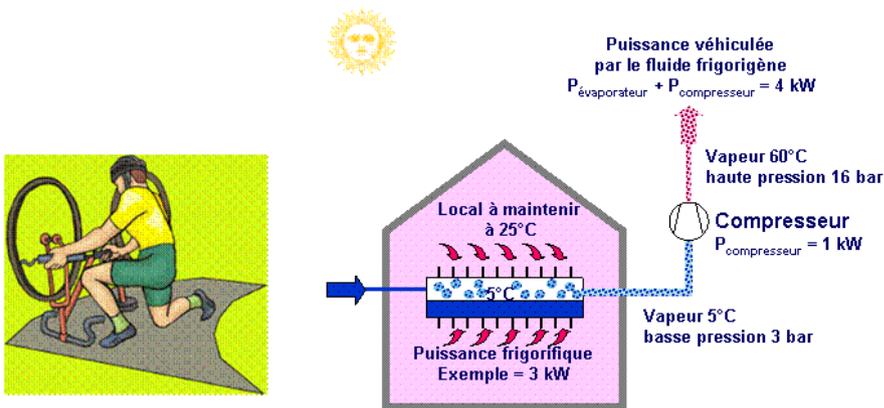
Composant 2 : Le compresseur

Il faut trouver un moyen d'évacuer l'énergie contenue dans les vapeurs froides qui sortent de l'évaporateur. On souhaite la rejeter dans un milieu extérieur tel que la rue. Or, celle-ci se trouve à une température beaucoup plus élevée que celle de la vapeur à refroidir... Ce n'est donc pas évident.

Une astuce va consister à comprimer le gaz jusqu'à ce que sa température devienne plus élevée que celle du milieu extérieur.

Nous avons tous un jour gonflé le pneu d'une bicyclette et noté que la compression de l'air s'accompagnait d'une montée en température. C'est ce phénomène que l'on utilise.

Cette compression nécessitera un apport supplémentaire d'énergie. L'énergie nécessaire sera de l'ordre du tiers de celle prélevée. Si la puissance de l'évaporateur est de 3 kW, il faudra consommer environ 1 kW pour effectuer la compression.



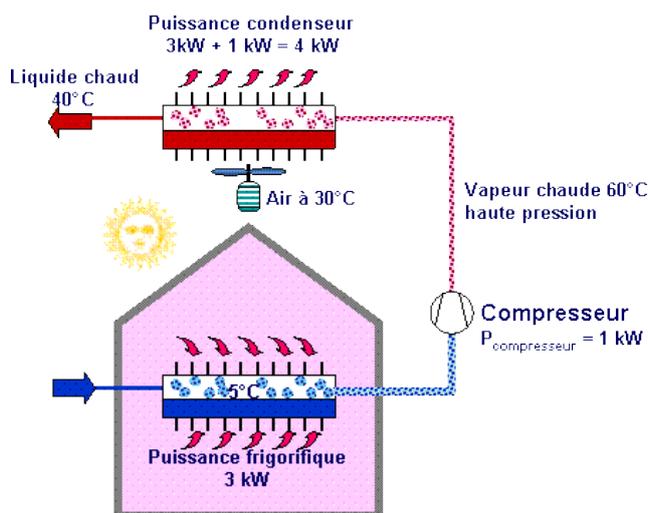
Pour 3 [kW] prélevés dans le local à refroidir (puissance frigorifique), une compression correspondant à un apport énergétique de 1 [kW] sera nécessaire. On dira alors que **le coefficient de performance** (ou d'effet) **frigorifique** est de 3, rapport entre la puissance de l'évaporateur et celle du compresseur.

En sortie du compresseur, la vapeur est à haute pression. Elle contient la puissance prélevée à l'évaporateur, augmentée de celle apportée par la compression, soit 4 [kW] pour notre exemple.

Q6: Indiquez, aussi clairement et complètement que possible, toutes les différences que présente le fluide frigorigène entre l'entrée et la sortie du compresseur, notamment pour ce qui concerne l'énergie qu'il contient .

Composant 3 : Le condenseur (c'est la partie chaude de la machine frigorifique)

Ce composant permet d'évacuer l'énergie contenue dans le fluide frigorigène. Le fluide s'y condensera en restituant l'énergie qu'il véhicule.



Q7: Indiquez, aussi clairement et complètement que possible, toutes les différences que présente le fluide frigorigène entre l'entrée et la sortie du condenseur, notamment pour ce qui concerne l'énergie qu'il contient.

Composant 4 : Le détendeur

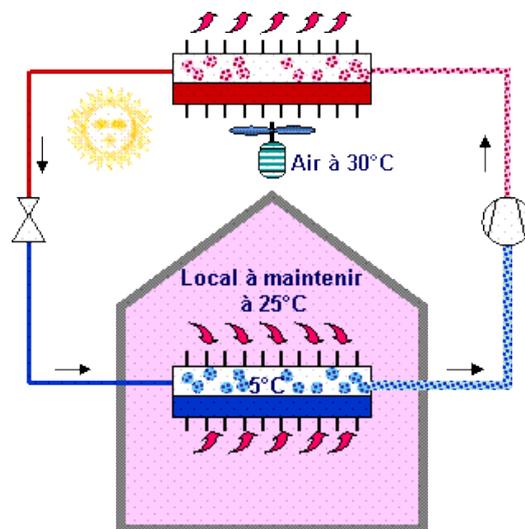
Il reste à trouver le moyen de renvoyer le fluide frigorigène dans l'évaporateur pour qu'il permette à nouveau de refroidir le local. Il faut pour cela qu'il soit froid. Or, en sortie du condenseur, le fluide frigorigène est un liquide chaud. Pour le faire chuter en température, on effectue l'inverse d'une compression : **une détente**.

Le phénomène est moins connu que celui de la compression, mais nous l'avons tous rencontré. Lorsqu'un homme se rase le matin, ou qu'une femme se parfume, ils ont noté que la bombe de mousse à raser ou le vaporisateur de parfum se refroidissait. Ceci est dû à la chute de pression de la mousse ou du parfum qui se retrouve brusquement à la pression atmosphérique de la salle de bain.

Q8: Indiquez, aussi clairement et complètement que possible, toutes les différences que présente le fluide frigorigène entre l'entrée et la sortie du détendeur.

Récapitulatif

Q1: Nommez et positionnez sur le schéma ci-dessous les 4 composants principaux de la machine frigorifique.



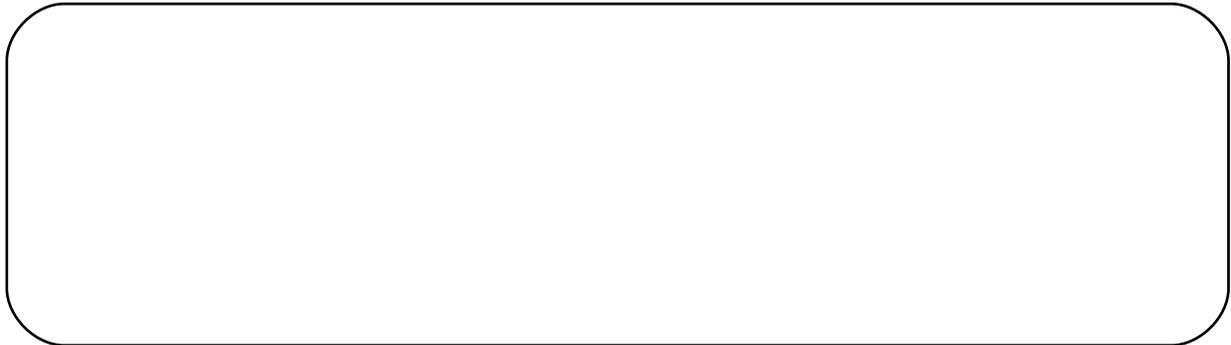
En sortie de l'évaporateur, on peut pour le moment admettre que la température de la vapeur froide est la même que celle du liquide froid, soit 5 °C. En réalité, la température sera plus élevée. On parlera d'une surchauffe dont le but sera de garantir que tout le liquide s'est bien évaporé.

Q2: A l'arrière du réfrigérateur, se trouve une grille chaude. C'est là que s'évacue la chaleur puisée à l'intérieur. En partant de l'évaporateur du réfrigérateur, expliquez comment la chaleur est rejetée dans la cuisine. Où se situe le compresseur, à l'intérieur ou à l'extérieur du réfrigérateur? Pourquoi?

Fiche N°7-3
Thème : Habitat

Les machines frigorifiques

Q3: Si je trouve que la cuisine est trop chaude, puis-je la refroidir en laissant ouverte la porte du réfrigérateur? Pourquoi? (on supposera un $COP=3$)



Q4: Enfin, exerçons notre bon sens thermique.

La cuisine est à $30\text{ [}^\circ\text{C]}$, les aliments doivent être conservés à $6/7\text{ [}^\circ\text{C]}$ et le réfrigérateur étudié produit aussi de la glace.

Donnez un **ordre de grandeur** de la température de l'évaporateur à l'intérieur du réfrigérateur.



Q5: Donnez un **ordre de grandeur** de la température du condenseur à l'extérieur du réfrigérateur.

