

LA CLIMATISATION, DEFINITION

La climatisation est l'ensemble de moyens techniques permettant de maintenir une température, une hygrométrie et un renouvellement de l'air proche de notre notion personnelle de confort, également de permettre de débarrasser l'air de particules, nocives ou non, présentes dans l'air.

Pour y parvenir, les ressources suivantes sont utilisables ;

- Le chauffage.
- Le rafraîchissement ou refroidissement.
- l'utilisation de fluides caloporteurs (air, eau ou autres)
- l'humidification ou la déshumidification.
- La filtration.
- La régulation.

Les notions de base

La température

L'unité de température est le degré. Il peut mesurer l'air sec et l'air humide.

C'est une unité de mesure de la température dont le symbole est °C ou ° celsius. Le zéro est la température à laquelle la glace fond et 100 degrés Celsius est la température à laquelle l'eau bout (sous une pression d'une atmosphère au niveau de la mer)

Le zéro absolu vaut -273,15 degrés Celsius

L'humidité

Se mesure en % d'humidité relative.

L'humidité relative est souvent appelée degré hygrométrique. Elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre.

Une fois atteinte la saturation (100% d'humidité relative), des gouttelettes d'eau apparaissent dans l'air et l'humidité relative ne varie plus. On a création d'un brouillard.

La pression de vapeur saturante, quant à elle, correspond à la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air saturé. La pression de vapeur saturante est une fonction croissante de la température. Ainsi, pour une même quantité d'eau dans l'air, un air chaud aura une humidité relative plus basse qu'un air froid. Ainsi, pour assécher l'air (au sens de l'humidité relative), il suffit de le réchauffer.

Humidité et confort

Les humains et les animaux à sang chaud contrôlent la température de leur corps avec leur transpiration. En effet, l'évaporation de la sueur entraîne un transfert de chaleur du corps vers l'air ambiant. L'humidité relative de l'air ambiant va influencer sur l'évaporation de la sueur, et donc sur le refroidissement du corps. Un taux d'humidité trop faible va accroître le refroidissement et amplifier la sensation de froid, tandis qu'un taux d'humidité trop important va limiter le refroidissement et donc amplifier la sensation de chaleur.

La calorie

Il est bon de rappeler que le zéro absolu est à une température de -273°,15. A une température de -272°,15, il est possible de retirer 1 calorie à un corps à cette température. Exemple de labo car la réalité est quasiment impossible à obtenir physiquement et financièrement.

Ceci pour dire qu'il est toujours possible, hors cette limite, de soustraire une calories dans tout corps et donc de fabriquer une frigorie.

Wikipedia

« La calorie (symbole cal) (du latin calor, « chaleur ») est une unité d'énergie, définie (calorie à 15 °C) comme la quantité de chaleur (ou l'énergie) nécessaire pour élever la température d'un gramme d'eau de 14,5 °C à 15,5 °C sous la pression atmosphérique normale (1 atm ou 101,325 kPa).

La frigorie est l'opposé de la calorie. Elle est définie (frigorie à 15°C) comme la quantité de chaleur à extraire d'un gramme d'eau pour abaisser sa température de 15,5 °C à 14,5 °C. »

Les caractéristiques de l'air

Wikipedia

L'air que nous respirons est toujours humide.

L'air humide sera caractérisé par plusieurs grandeurs dont on gardera traditionnellement:

La température (dite température sèche)

La température humide ou température de thermomètre humide

La température de rosée ou point de rosée

L'humidité absolue ou teneur en eau

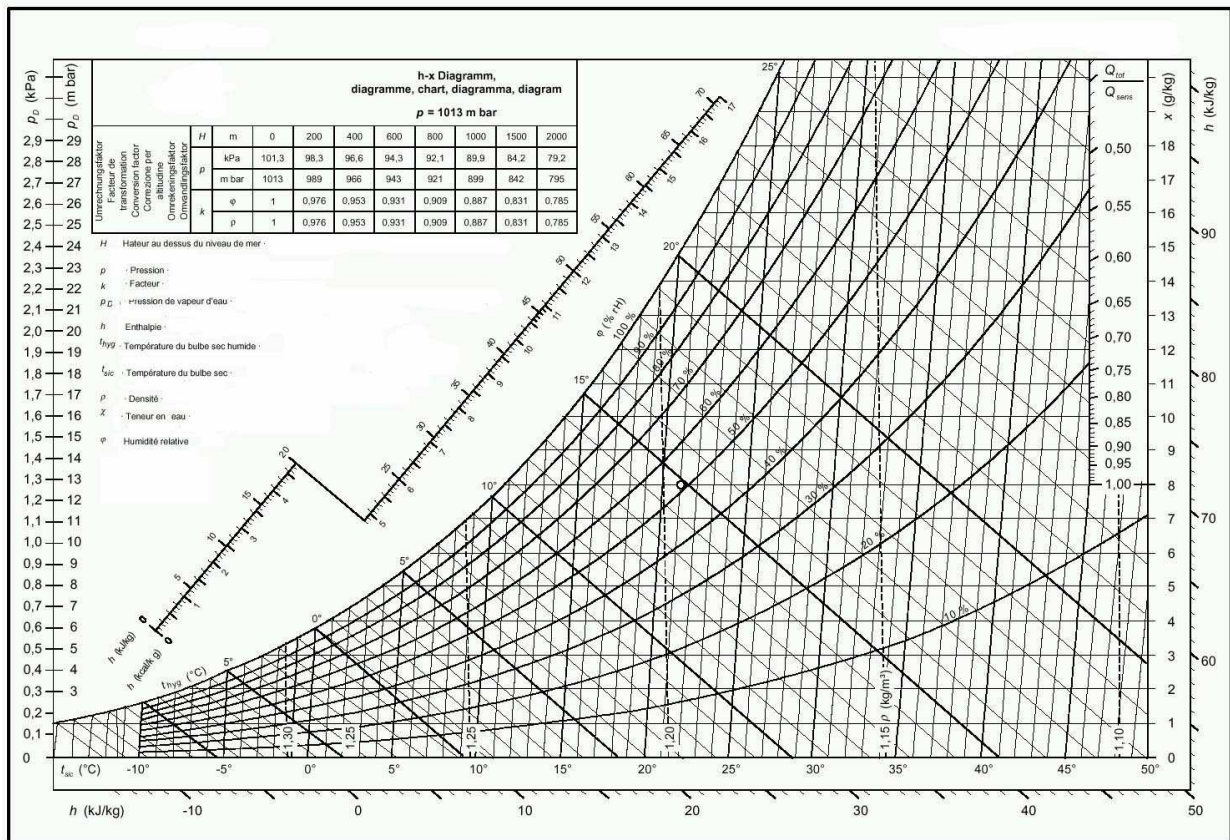
L'humidité relative

L'enthalpie

Toutes ces grandeurs ne sont pas indépendantes. Connaître deux grandeurs permet de calculer toutes les autres. Ainsi, ces différents paramètres ont été regroupés dans des diagrammes appelés diagrammes enthalpique de l'air humide différents suivant les variables indépendantes choisies et sur lesquelles figures 4 types de courbes (Enthalpie, Température, Teneur en eau et Humidité relative):

Pour simplifier, l'air sec n'a pas de charge thermique, seule la vapeur d'eau permet des variations de températures, plus ou moins stables en fonction de la concentration.

Diagramme psychrométrique



Le diagramme psychrométrique permet de calculer toutes les valeurs de l'air, il nécessite un certain apprentissage pour l'utiliser. Je reviendrai dessus avec les personnes qui le désire.

[La production de chaleur](#)

[Les combustibles](#)

Wikipedia

Un combustible est une matière qui, en présence d'oxygène et d'énergie, peut se combiner à l'oxygène (qui sert de comburant) dans une réaction chimique générant de la chaleur : la combustion.

La plupart des matériaux d'origine organique sont des combustibles. Par exemple, le bois (20 000 kilojoules par kilo), le charbon, le pétrole (42 000 kilojoules par kilo pour l'essence) sont des combustibles.

On distingue:

Les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz...), issus de matières organiques préhistoriques fossilisées. Leur combustion rejette dans l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO₂) qui provient de la combinaison d'atomes de carbone issus du sous-sol et d'oxygène atmosphérique. Ces rejets de CO₂ participent à l'effet de serre et aux changements climatiques actuels.

Les biocombustibles (biocarburants liquides, copeaux ou granulés de bois, céréales et autres aspects de la biomasse), issus de plantes vivantes. Leur combustion présente un bilan CO₂ beaucoup plus faible (pour autant qu'on replante ce qui a été coupé) puisqu'elle rejette le CO₂ atmosphérique qu'ils ont accumulé au cours de leur croissance par photosynthèse. C'est donc une énergie renouvelable, mais pas non polluante.

On parle aussi de combustible nucléaire pour désigner les matières utilisées pour produire de l'énergie par fission dans les centrales nucléaires, bien qu'il ne s'agisse pas d'une réaction de combustion.

[Les chaudières](#)

Une chaudière est un système permettant d'augmenter la température d'un fluide en vue de transporter de l'énergie thermique. Le fluide est qualifié de caloporteur.

La puissance d'une chaudière doit être en adéquation avec le volume et la charge thermique de la ou des pièces à chauffer.

Une puissance trop élevée amènera un fonctionnement en court cycle, d'où de nombreuses périodes d'allumage et d'arrêt qui sont synonymes de surconsommation de carburant, de pollution et de fatigue du matériel.

Une puissance sous-estimée risque, en période de forte demande, de ne pas permettre d'atteindre les performances voulues et également de fatiguer prématurément le matériel.

Une chaudière doit permettre de doser précisément les pourcentages de carburant et de comburant, en général l'air, afin de limiter les émissions de polluants (suies et CO₂) et d'en arriver à un maximum de rendement.

A noter que dans notre cas, une chaudière réglée au niveau de la mer perdra de l'oxygène (comburant) en altitude d'où un déséquilibre qui pourra nécessiter un kit altitude afin de réduire le volume de carburant ou augmenter le volume de comburant.

[La production de froid](#)

Naturellement, la chaleur ne se transmet que d'un corps chaud à un corps froid, l'inverse nécessite l'utilisation de système thermodynamique ?

En climatisation, trois systèmes sont utilisables

- L'effet Peltier pour mémoire.
- Les systèmes évaporatifs
- Les systèmes fonctionnant par compression mécanique
- Les systèmes fonctionnant par absorption.

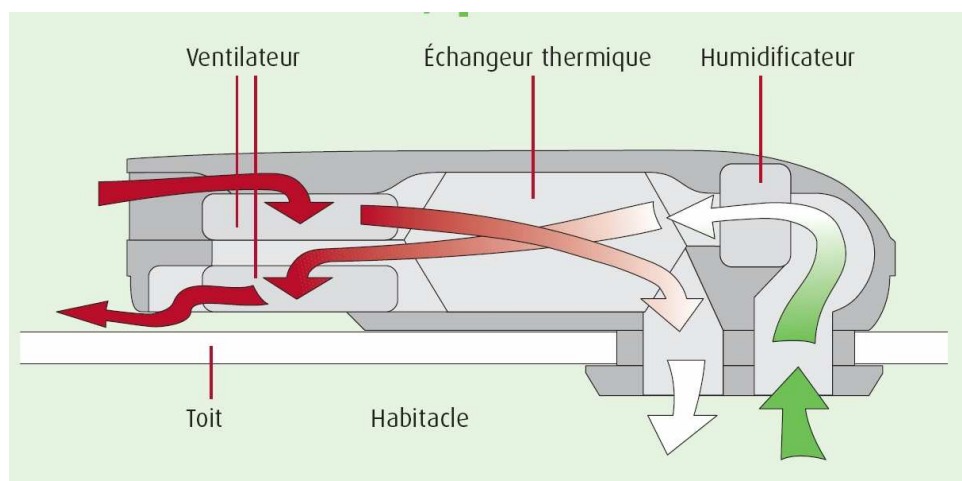
Les deux derniers systèmes sont également utilisés en réfrigérateurs.

Les rafraîchisseurs évaporatifs

Ces appareils ont pour avantage de ne consommer que peu de puissance électrique et un peu d'eau.

L'évaporation d'un liquide provoque un abaissement de température. Les rafraîchisseurs utilisent ce principe, l'air extérieur passe sur et dans une mousse imbibée d'eau et est insufflé dans le véhicule. Cet air est bien évidemment filtré. Il en résulte un abaissement de température sensible (environ de 10°) avec en contrepartie une humidité relative intérieure élevée – attention au bois massif et aux planchers. Ebercool et Bycool fonctionnent selon ce principe.

Plus cher, le rafraîchisseur « coolbreeze » de Waeco utilise le même principe modifié. Deux flux d'air s'y croisent, l'air extrait passe sur un humidificateur comme précédemment, puis passe dans le circuit primaire d'un échangeur. L'air introduit passe dans le circuit secondaire de l'échangeur, se charge en frigories et rafraîchit l'habitacle sans modifier théoriquement son humidité.



Cet appareil amène donc un confort supplémentaire par rapport aux rafraîchisseurs simples.

L'hygiène de tout ces appareils doit être soignée une désinfection à chaque arrêt un peu prolongé reste souhaitable.

D'autre part, leur rendement est directement lié à leur capacité d'évaporation, si leur rendement peut être très bon dans la vallée du Rhône un jour de Mistral (avec 20 à 50% d'humidité relative), il va devenir désastreux en été à Monaco où l'on peut noter + de 30° avec 80% d'humidité

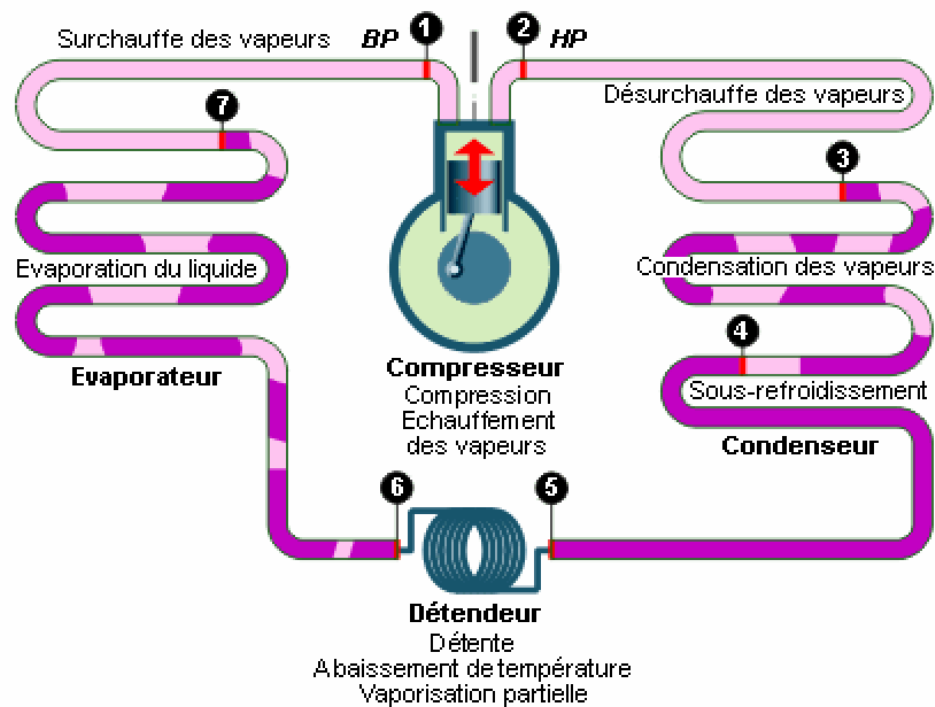
Le principe de transfert d'énergie à compression mécanique

Cette technique utilise un équilibre complexe de changement d'état d'un gaz de l'état gazeux à l'état liquide et inverse en fonction de pressions et de températures. Dans ce cas, ce gaz est du fréon.

Ce principe est utilisé en réfrigération, en climatisation et en pompe à chaleur, seul les gazs et de ce fait les caractéristiques pressions températures changent.

Sur le schéma suivant ;

- En 1, le compresseur aspire des vapeurs de fréon en fin d'évaporation, donc fraîches.
- En 2, les vapeurs sont comprimées et chaudes.
- En 3, ces vapeurs entrent dans le condenseur ou elles vont se refroidir, se condenser et donc générer de la chaleur
- En 4, en sortie du condenseur, le fréon est en phase liquide et refroidi
- En 6, le fréon liquide entre dans le détendeur, ici un capillaire. Sa fonction est de réduire le débit afin d'amener le point de début de détente en 6.
- Entre 6 et 7, dans l'évaporateur, le fréon se détend, repasse en phase gazeuse et restitue des frigories.
- Et le cycle recommence.



Cycle frigorifique élémentaire.

Le nombre de calories et de frigories fournies sont théoriquement égales, les calories supplémentaires générées par l'énergie nécessaires au fonctionnement du compresseur sont ajoutées et évacuées coté condenseur. Le fonctionnement d'une telle machine est donc déséquilibré énergétiquement, elle sera toujours plus performante en production de chaud qu'en production de froid.

Les compresseurs à piston(s) sont les plus courants en petite et moyenne puissance, les pistons rotatifs occupent une place non négligeable et les turbos sont réservés aux grosses puissances.

La maintenance de ces systèmes est à réserver à des spécialistes, la maîtrise des huiles, des fréons de moins en moins polluants, de l'outillage de réglage et de vidange nécessitant de parfaitement connaître la pratique et la théorie sous peine de mal fonctionnements graves et de pollution de la couche d'ozone.

L'absorption

Ce procédé n'est ni plus ni moins qu'une distillation. L'agrégat (tuyauterie arrière noire) est une sorte d'alambic qui distille un mélange d'ammoniac et d'eau. La fameuse formule H²O. Ici, c'est simple. Pas de moteur et pas de pièces en mouvement donc pas de bruit, pas de vibrations et très peu de pannes. Il suffit de chauffer pour que cela marche.

Les avantages :

Très petits volumes (depuis 23 litres), ils se glissent partout (nombreuses applications insolites).

Pas de moteur, donc aucuns bruits (silence total) et pas de vibrations (caves à vins).

Pas de perte de place (mécanique réduite).

Grande fiabilité du système. Très peu de pannes.

Un large choix d'appareils et en petite profondeur.

Multi-source d'énergie : 220V, 12V, 24V, Gaz, Pétrole (polyvalence, mobilité et portabilité).

Les inconvénients :

Coût de fabrication un peu plus élevé. (Petites quantités fabriquées et complexité du système).

Limitation du volume en absorption de 23 à 230 litres maximum.

Fonctionnement correct jusqu'à + 32°C ambiant (besoin d'air frais).

Consommation électrique un peu supérieure à un frigo à compression équivalent.

Nécessite une bonne ventilation arrière du fait de la production de chaleur en cas d'encastrement.

Besoin d'être installé parfaitement à l'horizontale (bateaux déconseillés).

Les groupes frigorifiques à absorption comprennent toujours:

- un évaporateur dans lequel le fluide à refroidir circule. Le refroidissement est assuré par évaporation d'un frigorigène liquide (ammoniac ou eau)
- un absorbeur où le produit évaporé est absorbé par un solvant liquide
- un régénérateur dans lequel le frigorigène est désorbé par chauffage.
- un condenseur pour condenser le frigorigène désorbé.

GROUPES A AMMONIAC

Le fluide frigorigène est de l'ammoniac et l'absorbant est une solution aqueuse.

A l'Évaporateur de l'ammoniac liquide est évaporé.

La température est >-30°C pour maintenir une surpression dans l'appareil.

Si l'évaporateur est opéré sous vide, les entrées d'air dues aux fuites peuvent former avec l'ammoniac du carbonate corrosif.

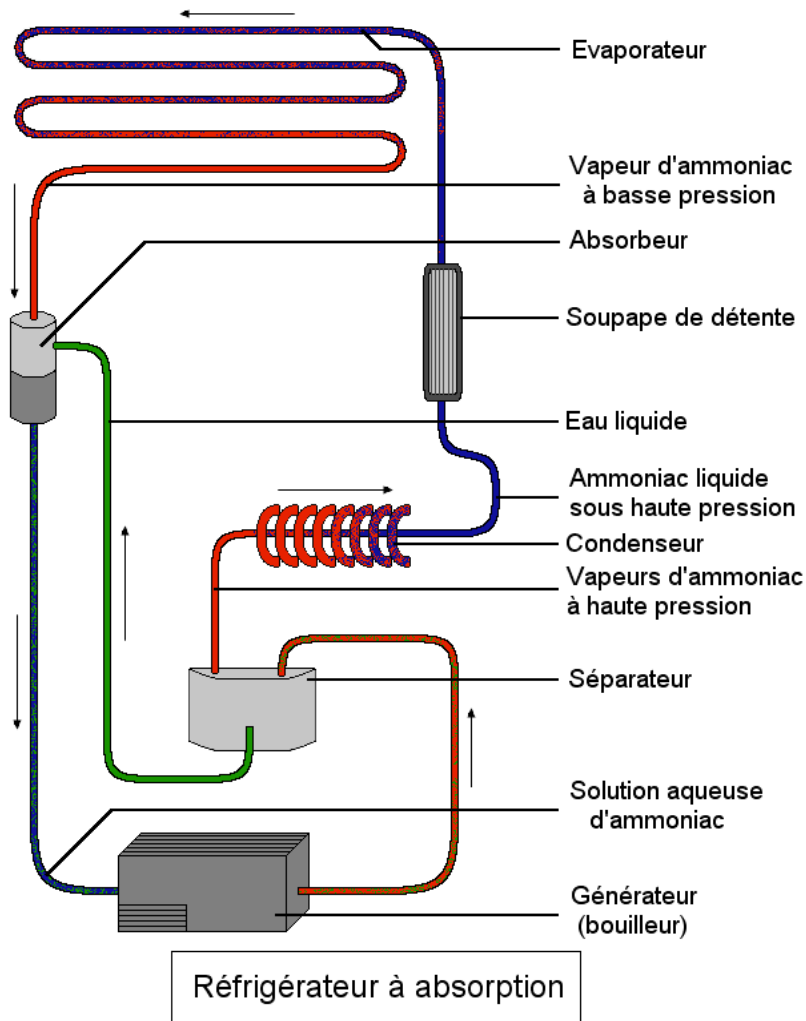
A l'Absorbeur l'ammoniac est absorbé dans une solution aqueuse.

L'absorption dégage de la chaleur qu'il faut éliminer.

Au régénérateur la solution aqueuse est chauffée et l'ammoniac est distillé à une pression de l'ordre de 20bars.

Au condenseur l'ammoniac pur est condensé avant d'être retourné à l'évaporateur.

La chaleur consommée sera de 1,5 à 1,7 fois les frigorifiques produites.



Les fluides caloporteurs

Les énergies dissipées par l'évaporateur et le condenseur nécessitent des échangeurs, des fluides caloporteurs et des moyens mécaniques pour distribuer et évacuer calories et frigorifiques. Ce peut aller d'une batterie ailetée avec un ventilateur faisant circuler de l'air dans le cas de climatiseur domestiques (détente directe) à des échangeurs multiples et complexes à eau ou divers fluides ou saumures. Les fluides sont en général à base d'eau, des additifs permettent une fonction antigel, anticorrosion, antiboues, etc..

Les pompes centrifuges

Les pompes sont les appareils destinés à faire circuler les fluides liquides dans les canalisations de distribution et les échangeurs. En climatisation, ce sont toujours des pompes centrifuges, sauf applications particulières.

La pompe est couplée par un accouplement au moteur qui l'entraîne, souvent souple, quelquefois magnétique.

Son fonctionnement est caractérisé par les variables suivantes, qui sont liées entre elles ;

- La pression qui résulte de la résistance du fluide à parcourir le circuit.
- Le débit, lié à la pression, plus la pression est haute, plus le débit est faible.
- La consommation, sur ce type de pompe, plus le débit est faible, plus la consommation est faible.

A noter que ce type de pompe peut fonctionner avec un débit très faible et donc une consommation basse, par contre le débit nul (sur refoulement fermé) entraîne un échauffement important et une cavitation détruisant la pompe à court terme.

Dans notre cas, attention donc aux vannes thermostatiques de régulation qui peuvent toutes se fermer, une vanne trois voies, un by-pass, le ballon d'eau chaude en by-pass dans le circuit permettent d'éviter cette situation.

En cas de montage sur des tuyauteries rigides, les pompes doivent toujours être raccordés sur des tubes souples, des manchons de dilatation, antivibratoires et des silent-blocks afin d'éviter les contraintes et la transmission des vibrations.

Les composants du réseau hydraulique.

Dans le cas de nos véhicules, ce réseau ne sert qu'au chauffage, le refroidissement se fait sur l'air.

Les éléments constitutifs du chauffage sont donc;

- Production de chaleur ;
 - La chaudière
 - Le moteur du véhicule
- Récepteurs de chaleur ;
 - Les aérothermes ou radiateurs
 - Le ballon d'eau chaude
 - Le moteur en préchauffage
- Transmission de chaleur ;
 - La ou les pompes
 - Les tuyauteries
- Les organes de commande et de régulation
 - Les vannes manuelles ou de régulation
 - Les organes d'équilibrage
- Le fluide, indépendant ou non du circuit moteur
- Le vase d'expansion

La chaudière

Elle demande un débit de fluide constant et répondant au minimum aux caractéristiques du fabricant, faute de quoi le flow-switch interne stoppera son fonctionnement pour éviter des surchauffes internes. Ce qui peut amener des fonctionnements en court cycles, dommageables pour la chaudière elle-même, mais aussi pour l'autonomie batterie (l'allumage est une période qui consomme beaucoup du fait de la bougie)

Le moteur du véhicule

L'énergie servant au refroidissement du moteur est de toute façon jetée, elle résulte des pertes en mécanique. Au vu de la puissance et du poids de nos moteurs, il est très intéressant de la récupérer, y compris après son arrêt. Le liquide doit être prélevé aux entrées /sorties du bloc moteur pour préserver un chauffage immédiat. (sur les piquages chauffage ou spécifiques) La récupération des calories sur moteur arrêté nécessite une pompe spécifique, qui peut également être utilisée pour la fonction préchauffage.

Les aérothermes, radiateurs et le ballon d'eau chaude

Tous fonctionnent par le passage de fluide chaud dans un serpentin faisant office d'échangeur. Plus le débit est important, plus l'échange sera important.
(voir équilibrage)

Le préchauffage du moteur

Nos gros moteurs, qui valent une petite fortune, qui fument à froid, qui consomment un max et qui concentrent le maximum d'usure dans la phase de montée en température ne peuvent qu'apprécier un préchauffage.

D'autant que ce préchauffage est rentable, pourquoi faire tourner un moteur de grosse cylindrée, de jeter une grande partie des produits de combustion par l'échappement et le radiateur sans production d'énergie mécanique alors que nous disposons d'une chaudière à haut rendement. Et le plaisir de partir avec un car chaud, désembué et autres.

Les pompes et tuyauteries

Se calculent, dans nos cas, des valeurs approximatives de 1300 m³/heure pour un Thermo 90 peuvent être retenus

Les vannes manuelles ou de régulation, les organes d'équilibrages.

Les vannes manuelles servent à isoler un circuit, si vanne sur départ et retour.

Les vannes d'équilibrage servent à apporter une perte de charge équivalente à chaque appareil, quelque soit sa perte de charge propre et sa position dans une installation. On retrouve ces vannes à la sortie basse des radiateurs de chauffage avec une vis 6 pans Allen sous un couvercle vissé étanche.

En effet, le fluide privilégiant toujours le chemin le plus facile, il est impératif de freiner les antennes les plus libres pour équilibrer les débits.

Sauf avec des appareils sophistiqués, une manière simple pour régler ces vannes, il faut toutefois un thermomètre à sonde et un peu de temps et de méthode ;

Compter le nombre de tours entre ouverture et fermeture totale, mettre toutes le vannes en ouverture à 3/4

Mettre la chaudière en fonctionnement et mesurer les températures en sortie des appareils.

Fermer progressivement les vannes ou la température s'élève le plus rapidement.

Recommencer si besoin en évitant si possible de fermer les vannes à plus du tiers.

Les vannes de régulation

Hormis les cas où les récepteurs ne disposent pas de régulation (régulation sur l'air ou pas de régulation du tout), une régulation sur l'eau est possible par des vannes spécifiques.

Ces vannes sont accouplées à une tête motrice qui peut être tout ou rien ou modulantes et dont l'énergie motrice peut être électrique, pneumatique ou thermostatique.

Les têtes électriques nécessitent de l'énergie et sont pilotées par un thermostat ou une régulation.

Les têtes pneumatiques s'intègrent dans des systèmes industrielles

Les têtes thermostatiques, sans besoin d'énergie, sont auto-régulantes, fiables et faciles d'utilisation. Elles sont commercialisées avec un système de vannes spécifiques 2, 3 ou 4 voies qui font face à chaque situation. Il existe une possibilité de déport du bulbe et du réglage qui se relie à la vanne par un capillaire pour permettre un réglage à distance (jusqu'à 15 mètres)

Toutefois, Il est intéressant de noter un incompatibilité théorique entre le fonctionnement de la chaudière qui nécessite un débit constant et supérieur à un seuil minimum et ce en opposition avec le fonctionnement des ces vannes de régulation qui limitent les débits et peuvent, au moment de leur fermeture amener le système à un non fonctionnement.

De nombreuses possibilités de schémas destinées à assurer un fonctionnement et un confort thermique correct existent, beaucoup sont adaptables à nos véhicules, il serait toutefois illusoire de vouloir apporter ici une liste exhaustive de plans destinés à l'ensemble des aménageurs que nous sommes. Les discussions sur le forum devraient être plus constructives à ce sujet.

Les vases d'expansions

Un vase d'expansion, que ce soit en chauffage domestique ou en automobile à deux fonctions indissociables ;

-Compenser la variation de volume du fluide du circuit hydraulique dans les deux sens, chauffage (dilatation) et refroidissement (rétraction).

-Compenser un certain volume de fluide qui s'échappe du circuit par des micros fuites.

-En automobile, son bouchon est souvent une soupape de sécurité bien utile quand le circuit est trop rempli ou en cas de problème technique (joint de culasse par exemple) évitant la rupture du radiateur ou autres.

En chauffage, il est constitué d'une cuve étanche qui renferme une sorte de chambre à air gonflée à l'azote à une pression déterminée en fonction de la hauteur manométrique et du volume de l'installation.

En automobile, il est constitué par un réservoir contenant à son niveau supérieur un matelas d'air qui assure la compensation de la dilatation. Il n'y a pas de réglage, le remplissage au niveau déterminé à l'origine assure celui-ci.

Notre cas particulier de rajout d'une installation de chauffage dans un véhicule.

Soit le circuit est indépendant du circuit moteur, un vase d'expansion doit être installé au retour chaudière et son calcul se fait en fonction du circuit. (Me consulter)

Soit le circuit est le même que celui du moteur, il ne faut alors absolument pas ajouter un vase d'expansion sur le circuit ajouté, ceux deviendraient antagonistes. Si le volume de l'installation ajoutée est faible (10 à 20% de l'installation originelle), le vase existant devrait compenser, un volume moindre du liquide serait toutefois à remarquer, donc contrôles de niveau plus fréquents. Sinon, il faudra envisager de placer un vase d'un volume supplémentaire ou un vase d'expansion supplémentaire aux conditions suivantes ;

- Ce vase doit se raccorder en T sur la tuyauterie du vase existant *et nulle part ailleurs*.
- Il doit être calculé en fonction du volume ajouté. (en récupération d'un vase à la casse, les caractéristiques des véhicules donneurs sont connues)
- La soupape de sécurité de son bouchon doit être tarée à la même pression que le vase d'origine.

L'humidification et la déshumidification

Comme vu précédemment, le taux d'humidité relative est un élément primordial du confort, au moins équivalent si ce n'est plus à la température.

L'action de chauffer un air réduit ce taux d'humidité en général à des valeurs acceptables sans actions importantes si ce n'est le fait d'utiliser des humidificateurs, statiques, vapeur ou ultrasons.

L'action de refroidir devrait par opposition faire monter significativement ce taux pour en arriver à une sensation de moiteur. Seulement, pour refroidir cet air (en cas d'un refroidisseur à compression), il est nécessaire de le faire passer sur une batterie froide, à une température inférieure à son point de rosée, ce qui amènera une condensation de la vapeur en suspension et son évacuation sous forme de condensats.

D'où une régulation du taux d'humidité directement reliée à la température de surface de la batterie froide, la température étant pour sa part calibrée par sa propre régulation.

La filtration

Un des éléments le plus discrets et le plus oublié, mais pourtant car il peut agir sur notre santé, notre confort et la fiabilité des machines.

- Les filtres ont pour principale mission de stopper les impuretés et les miasmes contenus dans l'air. L'air climatisé a pour particularité de circuler de nombreuses fois dans l'ambiance du local climatisé et de ramasser toutes les saloperies qui sont issues des sols, mobiliers, des pollens introduits par l'air neuf, et des personnes. Les filtres sont sensés stopper en grande partie tout cela et le font en général bien si les conditions de maintenance sont respectées. Par contre, le manque d'hygiène à ce niveau ne peut que provoquer des bouillons de culture sur les accumulations de poussières et le relargage d'éléments malsains. Le bouchage des filtres nuit également à la fiabilité, crée une perte de charge dommageable au débit des ventilateurs pouvant les faire griller par surcharge.
- A noter hors propos que les ventilateurs à turbine tangentielle n'acceptent pas une aspiration bouchée sans dégâts, les ventilateurs hélicoidaux eux n'acceptent pas ou peu de pression de refoulement, les premiers sont à utiliser pour pousser dans des gaines, les seconds pour aspirer dans ces mêmes gaines.

Cette synthèse pose les points principaux de la gestion de l'énergie, elle ne se veut pas exhaustive, elle pose les bases des discussions qui peuvent avoir lieu entre nous.

N'ayant la prétention de tout connaître, si j'ai pu commettre des erreurs, des omissions ou autres, merci de bien vouloir me corriger si besoin.

D. Jeudy

