LAROMPEACHALEUR

Un système de chauffage simple et efficace

1. FONCTIONNEMENT DE LA POMPE A CHALEUR

La pompe à chaleur, un appareil connu depuis longtemps

Tous les ménages possèdent un réfrigérateur. Le système de réfrigération est une pompe à chaleur qui transfert la chaleur de l'intérieur à l'extérieure du volume de réfrigération. Il s'agit donc d'extraire la chaleur des produits alimentaires de cet espace afin d'en faire baisser la température. Cette chaleur est libérée à une température plus élevée sur l'arrière du réfrigérateur, vers l'espace ambiant, par l'intermédiaire d'un échangeur à convection. Le système est entraîné par un compresseur.



Principe de la pompe à chaleur

Le principe de la pompe à chaleur repose sur la technologie de la construction des machines frigorifiques éprouvée depuis des années. Mais, attention! Il y a une différence importante : la chaleur n'est pas produite par la combustion, mais par les phénomènes physiques que génère l'évaporation. En effet, un liquide qui s'évapore se refroidit, c'est le cas lorsque votre corps est mouillé, la chaleur nécessaire à l'évaporation est extraite de la peau. La vapeur qui se dégage emporte avec elle cette chaleur et la libère à un autre endroit par condensation.

Les fluides frigorigènes* sont des liquides qui s'évaporent et soutirent de la chaleur même par des températures extérieures très basses, en hiver.

Le fonctionnement, suite

La pompe à chaleur est composée de deux échangeurs, un est appelé EVAPORATEUR, il capte la chaleur de l'environnement. L'autre est appelé CONDENSEUR, il restitue la chaleur amplifiée au chauffage.

Entre ces deux échangeurs se trouve le COMPRESSEUR (amplificateur de chaleur).

Le pilotage de l'évaporation/condensation est réalisé par le DETENDEUR (vanne d'expansion).

Par quel phénomène la chaleur est-elle captée ? Même lorsque la source est froide.

La chaleur est récupérée par un réfrigérant ou fluide frigorigène. Ce sont des liquides qui s'évaporent et extraient de la chaleur même lorsque les températures sont très basses. A l'état gazeux, le fluide frigorigène est aspiré par le compresseur, qui va le comprimer et, ainsi, élever sa température. Par condensation, la chaleur utile va ensuite être transmise au système de chauffage.

L'intérêt de la PAC?

Le compresseur utilise de l'électricité, il dégage de la chaleur. En compressant le fluide frigorigène à l'état gazeux il va amplifier l'énergie électrique/thermique utilisée par un facteur ou coefficient de performance (COP) de trois à six selon les conditions et le type d'installation.

C. à D. que pour 1 kWh acheté, l'installation reçoit de 3 à 6 kWh.

Autre façon d'expliquer la même chose

La chaleur environnante de l'air, de la terre ou de l'eau est amenée à l'évaporateur d'où elle sera transmise au milieu de travail de la pompe à chaleur (avec un point d'évaporation très bas).

Ce milieu passe alors à l'état de vapeur.

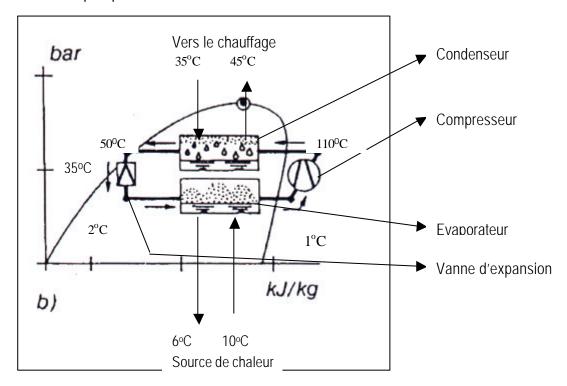
Dans le compresseur, la vapeur est comprimée et ainsi chauffée.

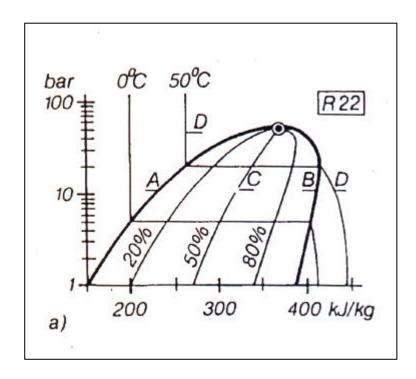
Dans le condenseur, la vapeur donne sa chaleur au circuit de distribution du chauffage. Ainsi le milieu est liquéfié toujours à haute pression.

Dans le détendeur, la pression est diminuée, est le circuit recommence à zéro.

100% de la chaleur disponible est utilisée pour le chauffage, résultant à 35% de l'évaporateur et 65% de la chaleur de l'environnement.

Enthalpie = Contenu de chaleur (kJ/kG) = Somme de l'énergie interne et du produit de la pression multiplié par le volume

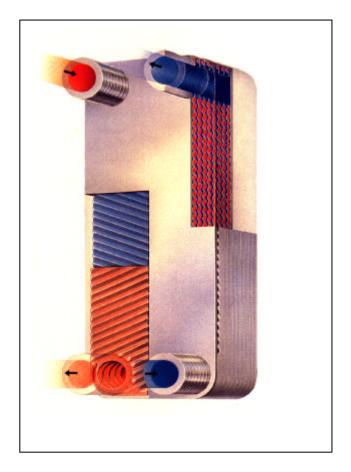




2. LES COMPOSANTS

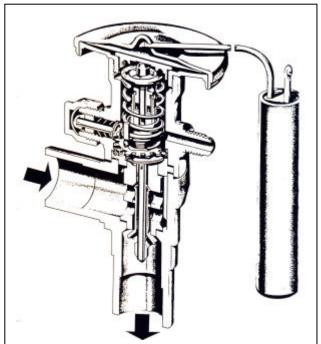
Evaporateur / Condenseur

Dans l'évaporateur, le fluide frigorigène liquide s'évapore en absorbant chaleur l'environnement. Dans lΘ condenseur, ce même fluide frigorigène retrouve son état liquide en transmettant sa chaleur au circuit de chauffage. Il existe différents types d'évaporateurs et de condenseurs, les plus utilisés sont des échangeurs à plaques, on trouve encore beaucoup de machines équipées d'échangeurs coaxiaux.



Vanne de détente

Le fluide frigorigène liquide sous haute pression qui sort du condenseur traverse étranglement (vanne de détente) avant de parvenir sur la partie basse pression du circuit (côté évaporateur). Ce n'est qu'à basse pression que le fluide frigorigène peut s'évaporer et ainsi absorber de la chaleur.



Compresseur

Dans les installations de villas et petits immeubles, ou la puissance ne dépasse pas 100 kW., les compresseurs utilisés sont généralement des modèles hermétiques. Actuellement de type rotatif (scroll). Les avantages: prix intéressant, construction compacte, pas d'entretien et très silencieux.

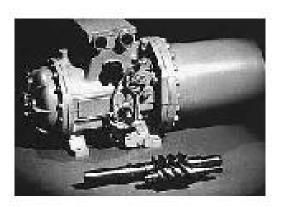


Compresseur rotatif





Hermétique jusqu'à ~50 kW de puissance chauffage Semi-hermétique de 30 à 200 kW de puissance de chauffage



Compresseur à vis

Le fonctionnement du compresseur scroll

A.-Généralités

Le compresseur possède 2 spirales emboîtées l'une dans l'autre. La spirale supérieure est fixe, tandis que la spirale inférieure est animée d'un mouvement orbital.

B. - Admission – première orbite

Lors du déplacement de la spirale inférieure, deux poches de gaz se forment, puis se referment, emprisonnant ainsi le fluide frigorigène.

C. - Compression - deuxième orbite

Le mouvement de la spirale entraîne les gaz vers la partie centrale : le volume occupé se réduit et les gaz sont comprimé.

D. - Refoulement - troisième orbite

Les gaz comprimés sont évacués à travers l'orifice de refoulement situé au centre de la spirale fixe

Fluide frigorigène

La recherche est intense dans le domaine des fluides frigorigènes. Les CFC R12 et R502 fréquemment utilisés jusqu'à la fin des années 1980 ne peuvent plus I 'être dans les installations nouvelles (destruction de la couche d'ozone). Transitoirement, on utilise le R22 (HCFC), qui sera interdit dès le 31 décembre 2001. Les réfrigérants de substitution sont actuellement le R134a (HFC) et R407c (HFC). Le réfrigérant naturel qui arrive sur le marché pour les petites puissances est le propane R290 (HC), il est toutefois inflammable, et la norme suisse SN 253 130 régis les exigences d'installation.

CFC = chloro fluoro carbonnes

HCFC = chloro fluoro carbonnes hydrogèné

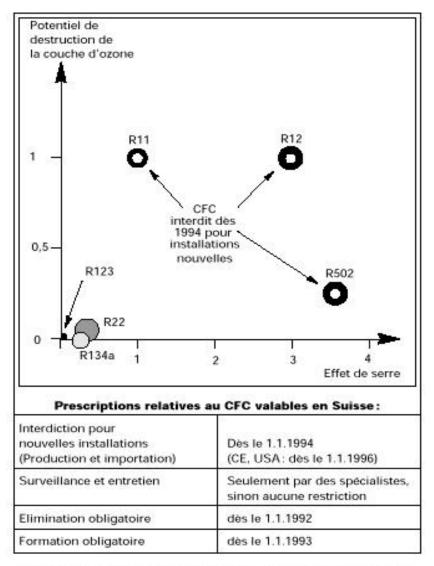


Figure 13: Fluide frigorigène et impact sur l'environnement.

Les fluides frigorigènes et leur impact sur l'environnement

Le fluide frigorigène de la pompe à chaleur assure une tâche importante en tant que médium, en quelque sorte en « transportant » la chaleur du bas niveau de température de la source de chaleur à un niveau plus élevé. Il y a déjà vingt ans que l'on a découvert que les chlorofluorocarbones (CFC) provoquent une réaction conduisant à la destruction de la couche d'ozone. Les fluides frigorigènes concourent également d'une manière significative à l'effet de serre. Manipulation et autorisation des fluides frigorigènes sont réglés par l'Ordonnance sur les matières dangereuses pour l'environnement, mise en application par le Conseil fédéral en août 1991. Outre l'impact sur l'environnement, il faut également considérer la température de départ du chauffage, lors du choix d'un fluide frigorigène. Suivant la température de fonctionnement, différents fluides pourront convenir. Les R12 et R502, deux CFC halogénés largement répandus dans la technique des pompes à chaleur, sont interdits depuis le 1 er janvier 1994 pour de nouvelles installations. Dans le monde entier, l'industrie chimique travaille au développement de fluides de substitution et à leur mise sur le marché aussi rapide que possible. Les fluides de substitution les plus utilisés sont avant tout les fluorocarbones (HFC) tels que le R134a, ainsi que les hydrocarbures tels que l'isobutane (R600a) et le propane (R290). Le R134a présente des propriétés physiques semblables à celles du R12 et constitue donc actuellement le principal fluide de substitution. Des études effectuées sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie ont montré qu'un échange des fluides frigorigènes dans les installations existantes est possible. Pour les petites installations, une telle substitution a peu de chances d'être réalisée, pour des raisons de coût. Comme solution provisoire, on utilise maintenant souvent le R22, un HCFC partiellement halogéné, caractérisé par un faible potentiel de destruction de l'ozone, mais toutefois avec un potentiel encore élevé d'augmenter l'effet de serre. Les températures de départ de 45 à 50°C que l'on peut atteindre avec ce fluide sont cependant bien moins élevées gu'avec du R12 ou du R134a. En Suisse, le R22 ne sera plus autorisé pour de nouvelles installations dès 2001. A côté des fluides synthétiques mentionnés jusqu'ici, on trouve également des fluides naturels, tels que l'isobutane et le propane, mais aussi l'ammoniac. Ils présentent l'avantage de ne pas mettre en danger la couche d'ozone et de ne pas contribuer à l'effet de serre. En outre, les effets à long terme liés à leur utilisation sont bien connus. Ces fluides ne sont toutefois que très rarement utilisés pour des systèmes de pompes à chaleur dans le secteur de l'habitation, et c'est pourquoi nous ne les étudierons pas plus en détail. Des informations complémentaires peuvent être obtenues auprès de l'Office fédéral de l'environnement, les forêts et du paysage (OFEFP) à Berne (adresse en annexe).

3. LES SOURCES DE CHALEUR

MAIS TOUJOURS DE L'ENERGIE SOLAIRE

L'AIR UTILISATION DE LA CHALEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Avantages

- Disponible partout et facile à utiliser
- Pas d'autorisation
- Pas d'investissement aussi importants que pour d'autre captages

Inconvénients

- Le rendement est moins bon lorsque les températures extérieures sont basse, et c'est là que la puissance de chauffage demandée et la plus importante.
- Lorsque la température de l'air est inférieure à environ +5oC, de la glace peut se former sur l'évaporateur, qu'il faut dégivrer régulièrement.
- Il est nécessaire d'accorder une attention aux problèmes de bruit (ventilateur).
- Le fonctionnement monovalent est possible que dans les bâtiments bien isolés et pourvu d'une distribution de chaleur à basse température.

LE SOL

UTILISATION DE LA CHALFUR DE LA TERRE

Les sondes

Les sondes dite « géothermique » sont des tubes en matière plastique plongés verticalement dans des forages de 50 à 150 m. de profondeur. Le fluide caloporteur est un mélange eau – antigel en circuit fermé. Par refroidissement à la périphérie des sondes, il se produit une sorte d'entonnoir de froid, c'està-dire que la chaleur va s'écouler du sous-sol environnant vers la sonde. Le sous-sol va retrouver son état « normal » durant les périodes où la pompe à chaleur ne fonctionne pas.

Avantages

- Niveau de température constant, entre environ 3 et 5°C
- Fonctionnement monovalent

Inconvénients

- Autorisation officielle nécessaire
- Des études géologiques sont nécessaires
- Investissement pour les forages destinés à recevoir les sondes

Les serpentins

Les serpentins sont des tubes en plastiques enterrés à une profondeur de 1,2 à 1,5 m. et formant des boucles longues de 80 à 100 mètres. La distance entre les tubes est de 0,6 à 0,8 m. selon le diamètre des conduites. Le fluide caloporteur est également un mélange eau-antigel.

Avantages

Fonctionnement monovalent possible si la surface des serpentins est suffisante

Inconvénients

- Grande surface de serpentins nécessaire
- Le refroidissement du sol peut provoquer un léger retard de la végétation

L'EAU

Nappe phréatique

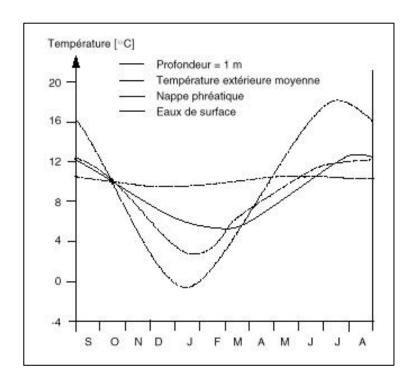
Avantages

- Niveau de température idéal pour les pompes à chaleur
- Température relativement constante, entre 8 et 10°C
- Fonctionnement monovalent

Inconvénients

- Autorisation officielle nécessaire
- Des études géologiques sont nécessaires
- Une analyse de l'eau est conseillée afin d'éviter les dommages liés à la corrosion
- Investissement pour les puits de soutirage et de restitution

Evolution des températures des sources de chaleur non perturbées



4. LES DIFFERENTES POMPE A CHALEUR (PAC)

LES PAC AIR/EAU

Machine intérieure Machine extérieure

LES PAC SOL/EAU

Captage horizontal et vertical

LES PAC EAU/EAU

Captage direct Nappe phréatique

Préparation d'eau chaude au moyen de pompes à chaleur

A part le chauffage des locaux, il est en principe possible de couvrir les besoins en eau chaude sanitaire – du moins en partie : la pompe à chaleur élève la

température du chauffe-eau à environ 40°C, puis a lieu un post-chauffage électrique. Dans les villas familiales, dont la demande en eau chaude est relativement faible, la production d'eau chaude sanitaire est en général effectuée séparément, afin que la pompe à chaleur puisse être déclenchée en dehors de la saison de chauffage. Dans ce cas, il est possible d'utiliser, comme dans les maisons à chauffage conventionnel, un chauffe-eau à pompe à chaleur. L'appareil, aussi appelé chauffe-eau à faible consommation, utilise également comme source de chaleur l'air extérieur et économise de cette facon environ la moitié de l'électricité consommée par un chauffe-eau conventionnel. Par le fait qu'il s'agit d'un appareil compact, la mise en place et le montage peuvent être effectués sans difficulté. Il est important de prévoir une possibilité d'écoulement pour le condensat qui se formerait, et d'installer le chauffe-eau dans un local non-chauffé. bien isolé thermiquement vis-à-vis des locaux chauffés - sinon, la pompe à chaleur intégrée « vole» de la chaleur.



De la même façon que le chauffe-eau électrique, le chauffe-eau à pompe à chaleur fonctionne aux périodes de bas tarif : son coefficient de performances se situe entre 2.5 et 2.8 (air à 15°C, eau à 50°C, le coefficient de performances annuel varie entre 1.5 et 2.0).

5. SCHEMAS STANDARDS

6. INDICE ET COEFFICIENT DE PERFORMANCE

L'indice de performance E

Dans la pratique, on effectue les calculs à l'aide de l'indice de performance **E**, qui est le quotient de la puissance de chauffage fournie et de la puissance électrique absorbée.

$$E = \frac{\mathbf{P} \text{électr. [watt]}}{\mathbf{P} \text{ abs [watt]}}$$

 \boldsymbol{E} = indice de performance

Pélectr = puissance de chauffage délivrée par la PAC en watt

= puissance électrique absorbée en watt Pabs

L'indice de performance est une valeur momentanée, c'est à dire que la valeur calculée ne vaut qu'à l'instant des mesures à cause des variations permanentes des paramètres d'exploitation (température de la source de chaleur, température aller, etc.).

Le coefficient de performance annuel

Pour déterminer la qualité d'une pompe à chaleur, on compare entre elles toutes les quantités d'énergie fournies et produites en une année. Nous parlons alors de coefficient de performance annuel.

$$\mathbf{COPA} = \frac{E \text{ tot}}{E \text{abs}}$$

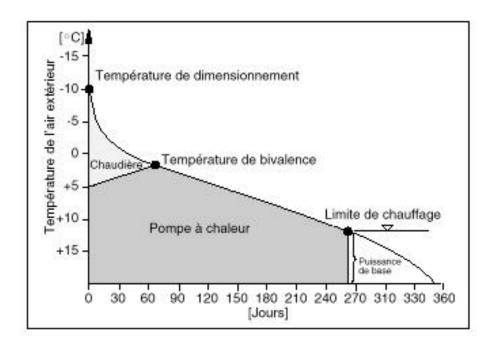
COPA = coefficient de performance annuel

Etot =énergie totale fournie (kWh/an)

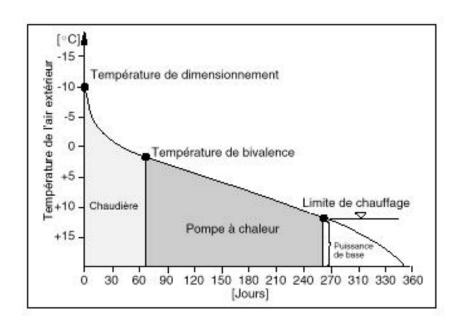
Eabs = énergie absorbée par la PAC et par tous les groupes auxiliaires (kWh/an)

7. MODES DE FONCTIONNEMENT

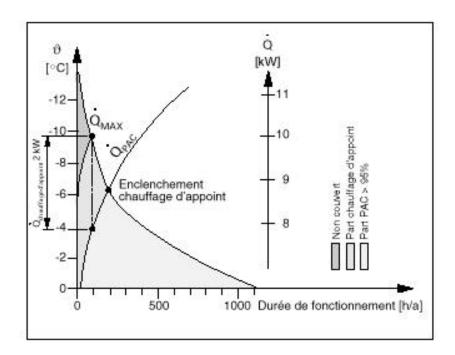
Fonctionnement Bivalent - Parallèle



Fonctionnement Bivalent-Alternatif



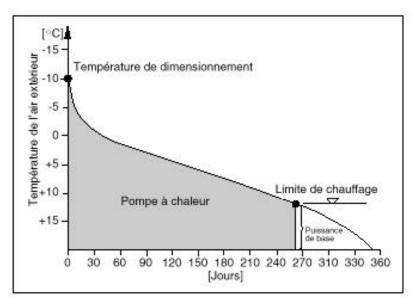
Fonctionnement Monoénergie



Attention! Monovalent = Chauffage 100% avec la PAC

Monoénergie = Chauffage 100% électrique, soit : PAC et appoint électrique

Fonctionnement Monovalent



COURBES CARACTERISTIQUES DE PUISSANCE

Voir les documents

8. LES SOURCES DE CHALEUR, DIMENSIONNEMENT

L'AIR

L'installation de la source de chaleur est livrée avec la pompe à chaleur et ne pose ainsi pas de problème de dimensionnement.

La température de dimensionnement correspond à la plus basse température extérieure possible.

Momentanément, des températures extérieures très basses peuvent se présenter, durant lesquelles la puissance exigée de la pompe à chaleur n'est pas atteinte.

Attention!

- Des mesures secondaires (canaux, amortisseur de de la contraction de la contracti bruit) réduisent la quantité d'air nominale.
- Formation de condensats, obturations dues à l'eau provenant du dégivrage, locaux techniques mal aérés, etc., peuvent être sources de problèmes.

LE SOL

Sondes dites « géothermiques »

Des profondeurs entre 50 et 150 mètres

Pour des profondeurs de moins de 50 m., prévoir un surdimensionnement des forages.

Remarque:

La directive SIA D 025 date de 1988 et l'expérience ont montré que les valeurs données pour le dimensionnement des sondes géothermiques à 65 W/m de profondeur sont, dans la plupart des cas, prohibitives.

La puissance que l'on peut espérer tirer d'un terrain est en règle générale de 50 W/m de profondeur de forage. Mais elle peut chuter à moins de 20 W/m dans des terrains secs.

La distance entre les sondes doit être suffisante, de 6 à 10 mètres, proportionnellement à leur profondeur.

Exemple de dimensionnement :

Caractéristiques de la PAC :

Sol 0 / Eau 35 (Brine 0 / Water 35)

Puissance thermique: (P th) 10 kW

Puissance absorbée : (P ab) 2,5 kW

Puissance à soutirer du terrain : 10 - 2.5 = 7.5 kW

Longueur des sondes : 7500 Watts / 50 Watts = 150 m. Ou 2 x 75 m.

LE SOL

Captage horizontal -Capteur plan - Serpentin

Une surface de terrain suffisante

Une profondeur de captage se situant entre 1 m. et 1,5 m.

Un terrain de qualité moyenne, normalement humide et ensoleillé (sablo-limoneux ou argileux) peut restituer une puissance de 20 à 30 W/m².

Un terrain graveleux, sec et ombragé peut restituer une puissance de 10 W/m².

Un terrain saturé d'eau et très ensoleillé peut restituer une puissance de 35 à 40 W/m².

Mise en place des tubes de captage :

Terrain plan, pente maximale de 15⁰.

Espacement des boucles d'environ 50 cm. pour des tubes en polyéthylène d'un diamètre de 32 mm.

Avec un diamètre de tube inférieur, soit 25 mm. de diamètre, l'espacement sera de 25 cm. mais il faut doubler la longueur par unité de surface.

La longueur des boucles ne devrait pas dépasser 100 mètres.

Mettre les conduites sous pression avant et pendant le remblayage.

Exemple de dimensionnement :

Caractéristiques de la PAC :

Sol 0 / Eau 35 (Brine 0 / Water 35)

Puissance thermique: (P th) 10 kW

(P ab) 2,5 kW Puissance absorbée :

Puissance à soutirer du terrain : 10 - 2.5 = 7.5 kW

Surface de captage :

Qualité du terrain normale, tube de 32 mm. de diamètre.

Surface = 7500 Watts / 25 Watts = 300 m^2

Ecartement de 50 cm, d'où 2 m/m²

Longueur des tubes = $300 \times 2 = 600 \text{ ml}$. = 6 boucles de 100 m.

LE SOL

Captage en tranchée Tranchée thermique

Qualité du terrain identique au captage horizontal

Pour des conditions de terrain et d'ensoleillement normales, la puissance d'extraction par mètre de tranchée se situe à environ 70 W/m²

Mise en place des tubes de captage :

Tranchée d'une largeur de 80 cm. et profondeur de 1,80 m.

Placer deux tubes de polyéthylène d'un diamètre de 32 mm. dans les angles du fond de la tranchée, les croiser à l'extrémité, remblayer 40 cm. de terre et déposer à nouveau les deux tubes.

Aire de captage en surface, environ 2,5 m² par mètre de fouille.

Espacement minimum entre tranchées, 4 mètres.

La longueur des boucles ne devrait pas dépasser 100 mètres.

Mettre les conduites sous pression avant et pendant le remblayage.

Exemple de dimensionnement:

Caractéristiques de la PAC :

Sol 0 / Eau 35 (Brine 0 / Water 35)

Puissance thermique: (Pth) 10 kW

Puissance absorbée : (P ab) 2,5 kW

Puissance à soutirer du terrain : 10 - 2.5 = 7.5 kW

Surface de captage :

Qualité du terrain normale, tube de 32 mm. de diamètre.

Long. totale tranchée(s) = 7500 Watts / 70 Watts $= 107 \, \text{m}.$

Longueur des tubes : 107 m. x 4 = 428 m.

Surface avec deux tranchées de 54 m. espacées de 4 m.

 $6 \text{ m} \times 54 \text{ m} = 324 \text{ m}^2$

L'EAU

Nappe phréatique - Cour d'eau - Lac - Rejets thermiques

Source d'énergie renouvelable

Température constante entre 8º et 12º C

Attention! Le débit est-il suffisant ?

Stabilité de la température ?

Qualité de l'eau, agressive ? Abrasive ?

Autorisation ou concession?

Ev. Prise d'eau indirecte avec échangeur.

Entretien

Mise en place du captage :

PUITS DE PRÉLÈVEMENT

Pompe immergée en inox

(raccordée avec une conduite en PE rigide).

Placée dans un tube en matière plastique perforé.

Pose d'un filtre, éventuellement d'un compteur.

Puits de restitution

Placé en aval, à une dizaine de mètres

9. ACCUMULATEUR ET RESERVOIR TAMPON

ACCUMULATEUR TECHNIQUE

- ♦ Découplage hydraulique
- ◆ Diminution de la fréquence d'enclenchements (deux ou trois fois par heures selon S.E. - Augmente la durée de vie du compresseur)
- Augmentation des périodes de fonctionnement (amélioration du rendement annuel)
- ♦ Gestion d'un appoint électrique dans une installation monoénergie

ACCUMULATEUR DE CHALEUR

- **♦ Tirer parti des doubles tarifs électriques**
- ♦ Assurer la transition aux heures de coupures de courant
- ♦ Gérer l'énergie d'un second producteur de chaleur (Chaudière à bois, capteurs solaires)

Deux façons de charger l'accumulateur

- Chargement étagé
- Chargement par stratification

10. PRINCIPE DE BASE HYDRAULIQUE (rappel)

Dimensionnement et exploitation optimale des circulateurs

Des essais ont révélé qu'approximativement 40% de l'électricité consommée en Suisse par l'ensemble des circulateurs pourrait être économisée.

La consommation d'énergie électrique des circulateurs n'est pas aussi insignifiante qu'on le prétend souvent. En Suisse, 3,5 % environ de la consommation totale d'énergie électrique (approximativement 1600 GWh/a) est imputable aux circulateurs. Moyennant un dimensionnement correct et un choix judicieux du circulateur, le potentiel théorique d'économie est de l'ordre de 40%, ce qui correspond à la consommation annuelle d'énergie électrique de quelque 160 000 ménages.

Consommation d'énergie des circulateurs

La consommation d'énergie électrique spécifique d'un circulateur se calcule comme suit: [MJ/m ² a]

$$E_p = \frac{P_p \cdot h a}{SRE} \times 3.6 \times 10^{-3} = [MJ/m 2 a]$$

Ep = consommation d'énergie électrique du circulateur [MJ/m ² a]

Pp = puissance du circulateur [W] Ha = heures de service [h/a]

SRE = surface de référence énergétique [m ²] *voir chapitre suivant, indice dépense d'énergie

Circulateur

Avant la mise en service de la pompe, l'installation sera soigneusement rincée, remplie et purgée. En principe, une purge de la chambre du rotor de la pompe s'opère automatiquement après quelques minutes de service déjà. Un bref fonctionnement à sec n'endommage pas la pompe.

Impuretés

Les premières heures d'exploitation décident très souvent de la longévité d'une installation et des ses composants, à savoir circulateurs, vannes thermostatiques, sondes de mesure, etc. Si l'on néglige de bien rincer l'installation de haut en bas avant le premier remplissage, d'éliminer les résidus d'huile de coupe ainsi que de décaper et de passiver toutes les surfaces, il faut s'attendre à voir surgir rapidement les premiers dommages.

DB Techniques Sàrl Case postale 246 1400 Yverdon-les-Bains +41 21 436 21 83

Corrosion

La première mesure de précaution consiste surtout à éviter l'infiltration d'oxygène dans le système. L'oxygène peut s'y infiltrer par différentes voies, à savoir par exemple:

- surpression insuffisante dans le système;
- perméabilité de la membrane du vase d'expansion;
- vase d'expansion ouvert;
- remplissages d'appoint importants;
- vitesses d'écoulement élevées (effet d'injecteur au droit des garnitures):
- diffusion d'oxygène à travers des tuyaux en plastique et des joints d'étanchéité.

Cavitation

Si le vase d'expansion est mal placé (sur le côté pressurisé) ou si la surpression dans le système est insuffisante, la pression statique peut tomber tellement bas que des formations gazeuses peuvent apparaître dans les conduites et surtout dans la

pompe. Dans de pareilles conditions d'exploitation, la pompe peut être irrémédiablement endommagée en quelques heures.

Tartre

Avec des installations à basse température (< 50° C), il faut s'attendre à un entartrage important de la pompe, car la température de l'eau de chauffage ne monte au-dessus de 60° C que dans la pompe. On peut remédier à cet inconvénient en montant le circulateur dans le retour.

Antigel dans les systèmes de chauffage

Avec les solutions eau/glycol généralement utilisées, le volume du vase d'expansion sera majoré d'environ 25 %. Les solutions eau/glycol présentent une plus faible tension superficielle. Elles sont donc «plus liquide» que de l'eau pure, ce qui signifie

que des joints étanches à l'eau pure ne le sont plus pour de pareilles solutions.

Inhibiteurs

Il convient de faire extrêmement attention si l'on utilise des inhibiteurs (produits chimiques toxiques) pour lier l'oxygène. Si l'on envisage d'utiliser de pareils produits, il est indiqué d'en discuter avec un spécialiste expérimenté. Dans un cas pareil, on s'assurera également que la composition de l'eau de chauffage ne sera pas modifiée pendant l'exploitation; il est en l'occurrence recommandé de conclure un contrat de maintenance.

Notions hydrauliques

Le couplage hydraulique est un élément essentiel des installations de chauffage, de réfrigération et de ventilation. Le couplage hydraulique (schéma hydraulique de principe) détermine en outre très largement le fonctionnement de l'installation, constituant ainsi un «descriptif fonctionnel» schématique de l'installation. Le juste choix du couplage hydraulique est la condition préalable indispensable à une exploitation fonctionnellement et énergétiquement optimale. Contrairement à d'anciennes installations, les installations modernes se caractérisent par des débits variables (vannes thermostatiques, soupapes droites, etc.) dans le réseau. Les systèmes modernes de production de chaleur (pompes à chaleur, systèmes de récupération de chaleur, chaudières à condensation, etc.) exigent des températures de retour aussi basses que possible et par conséquent des températures différentielles aussi grandes que possible entre l'aller et le retour. Ces conditions sont précisément à l'origine de nombreux problèmes au niveau de l'exploitation des installations. Dans un système hydraulique, le circulateur joue un rôle important en tant que «moteur d'entraînement». Avec des installations récentes surtout, le juste choix du circulateur est déterminant quant au bon fonctionnement de l'installation. Avec des installations à débit variable, la courbe caractéristique du réseau se modifie en fonction de la position de l'organe de réglage, et avec elle le point d'exploitation sur la courbe caractéristique de la pompe. Avec des installations à accumulation et à récupérateur de chaleur, les débits calculés et donc les températures différentielles nécessaires doivent être respectés pour que l'installation fonctionne correctement. Le circulateur et le couplage hydraulique doivent par conséquent être parfaitement adaptés l'un à l'autre.

Résistances dans un réseau

On sait que dans un réseau, la résistance totale se compose de diverses résistances. Ces résistances peuvent se subdiviser en quatre groupes, à savoir :

- Résistances par frottement.
- Pertes de charge singulières (par exemple coudes, dérivations, radiateurs, etc.).
- Vannes de réglage.
- Organes d'équilibrage.

Au sein d'un réseau, chacun de ces groupes a une tâche particulière et un comportement correspondant. Même en charge partielle, ce comportement doit être connu du planificateur. On tiendra en l'occurrence compte des diverses conditions dans lesquelles les différents composants fonctionnent correctement.

Analogie entre système

Circuit hydraulique Pression (bar) Résistance au frottement (Pascal) Débit d'eau (p.ex l/s)

Circuit électrique Tension (Volts) Résistance (Ohms) Courant (Ampères)

31

Remarque:

La perte de charge dans une conduite d'eau dépend du débit volumique, de la longueur et du diamètre de la conduite, et du matériau qui la constitue

Longueur de la conduite

Un liquide qui s'écoule dans une conduite subit une perte de charge. Si l'on double la longueur de cette conduite, la perte de charge va également doubler.

La perte de charge est proportionnelle à la longueur de la conduite.

Débit volumique

Lorsque le débit volumique augmente, la vitesse du liquide et la perte de charge dans la conduite vont augmenter. Ce qui est très important ici est le fait que si l'on double le débit volumique, la perte de charge va quadrupler.

La perte de charge est proportionnelle au carré du débit volumique.

Diamètre de la conduite

Une variation du diamètre de la conduite se manifeste de manière particulièrement nette sur la perte de charge.

Remarque:

Même de faible variations du diamètre d'une conduite ont de grands effets sur la perte de charge!

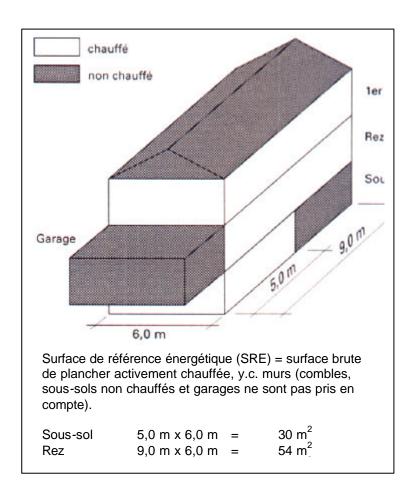
Source: Manuel RAVEL - OFEN

11. CALCUL DE LA PUISSANCE THERMIQUE A INSTALLER

(rappel)

Indice de dépense d'énergie

L'indice de dépense d'énergie est la consommation annuelle d'énergie divisée par la surface brute de plancher. En général, il est exprimé en MJ/m² an, mais peut aussi l'être m³ de gaz/m² an ou en litre de mazout/m²/an. Dans les comparaisons entre plusieurs bâtiments, il donne un point de repère pour l'évaluation de la consommation d'énergie.



Indice de dépense d'énergie thermique Eth =

Consommation annuelle d'énergie

Surface de référence énergétique

```
1 kWh → 3,6 MJ
mazout 1 litre
                                                                       36.0 MJ
                          0.84 \text{ kg} \rightarrow
                                            10.0 kWh
                                                                       43,2 MJ
mazout 1 kg
                           1,20 l. →
                                            12,0 kWh
gaz classique
                                                                       33,5 MJ
                          1m3
                                    \rightarrow
                                            9.3 kWh
gaz condensation
                          1m3
                                            10,3 kWh
                                                                       37,1 MJ
```

Recommandation:

Pour calculer l'indice de dépense d'énergie, on se servira des fiches techniques annexées, éditées par l'Office fédéral de l'énergie.

Dans les bâtiments neuf

Le calcul de la demande thermique selon SIA 384/4

Les calculs estimatifs (offres approximatives) peuvent se faire à partir des puissances de chauffage spécifique suivantes, par m² de surface chauffée.

Type de bâtiment	[W/m ²]
- Maisons d'habitation dotées d'une isolation thermique classique	60 à 70
- Maisons d'habitation existantes bien isolées	40 à 50
- Bâtiments neufs construits selon les prescriptions actuelles	30 à 40
- Bâtiments de services classiques	60 à 80

Dans une région à brouillard et/ou si la surface vitrée est importante, rajouter 5 W/m² aux valeurs mentionnées.

Exemple:

Villa neuve, 180 m2 de surface de référence énergétique, sur le plateau suisse.

Puissance de chauffage = 180 m2 x 40 W/m2 = 7200 W = 7.2 kW

Lors d'une transformation

Lors du remplacement d'un chauffage à mazout ou à gaz par une pompe à chaleur, dans la mesure où la température aller de 55°C suffit, on ne connaît généralement que la consommation de mazout en litres ou en m³ de gaz. La puissance de chauffage nécessaire de la pompe à chaleur peut alors être déterminée de la manière suivante :

Plateau suisse : avec eau chaude = Q kW = consommation

300

sans eau chaude = Q kW = consommation

265

au-dessus de 800 m.

avec eau chaude = Q kW = consommation

330

sans eau chaude = Q kW = consommation 295

Q = puissance de chauffage nécessaire pour la pompe à chaleur

Exemple:

Villa située sur le plateau suisse

Surface de référence énergétique (SRE) : 300 m² - bonne isolation thermique

Chaudière: sans eau chaude sanitaire

Consommation annuelle de mazout : 3500 litres

Q en kW = 3500 = 13.2 kW

Contrôle des résultats

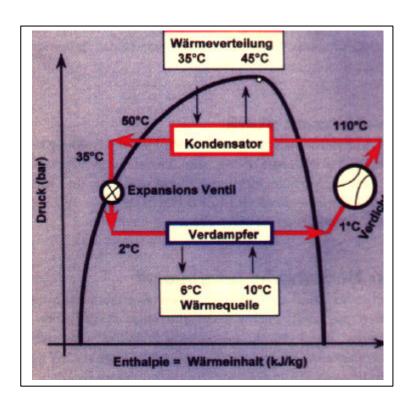
Pour contrôler les résultats, on peut déterminer la puissance de chauffage spécifique. Celle-ci se calcule à partir de la puissance de chauffage nécessaire divisée par la surface de référence énergétique.

(Voir tableau de la page précédente)

$$= \frac{13200 \text{ W}}{300 \text{ m}^2} = 44 \text{ W/m}^2$$

Remarque:

Le dimensionnement précis exige de calculer la demande thermique !



Installation de chauffage Wärmeverteilung

Kondensator Condenseur Verdampfer Evaporateur Warmequelle Source froide Verdichter Compresseur

Vanne d'expansion **Expansion Venti**

Druck Pression