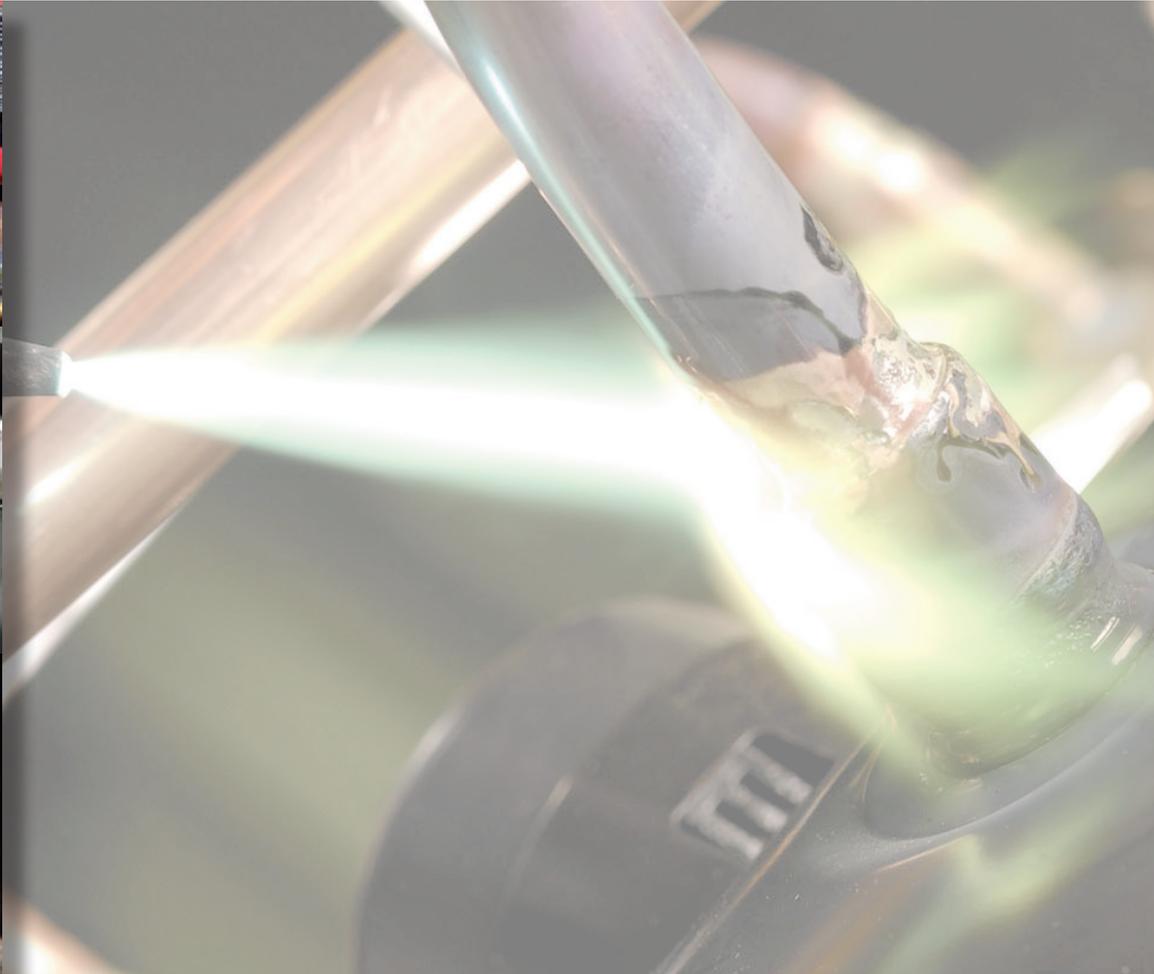


Guide technique des pompes à chaleur



AVENIR ÉNERGIE
GÉOTHERMIE & AÉROTHERMIE

Member of the Danfoss Group

Introduction

Ce document est destiné à vous donner les connaissances nécessaires pour effectuer de bons diagnostics et des dépannages rapides sur nos pompes à chaleur.

Il n'a pas la prétention de régler tous les problèmes, mais plutôt de vous aider dans votre démarche de recherche de panne. Il sera complété et mis à jour régulièrement. N'hésitez pas à nous faire part de vos remarques.

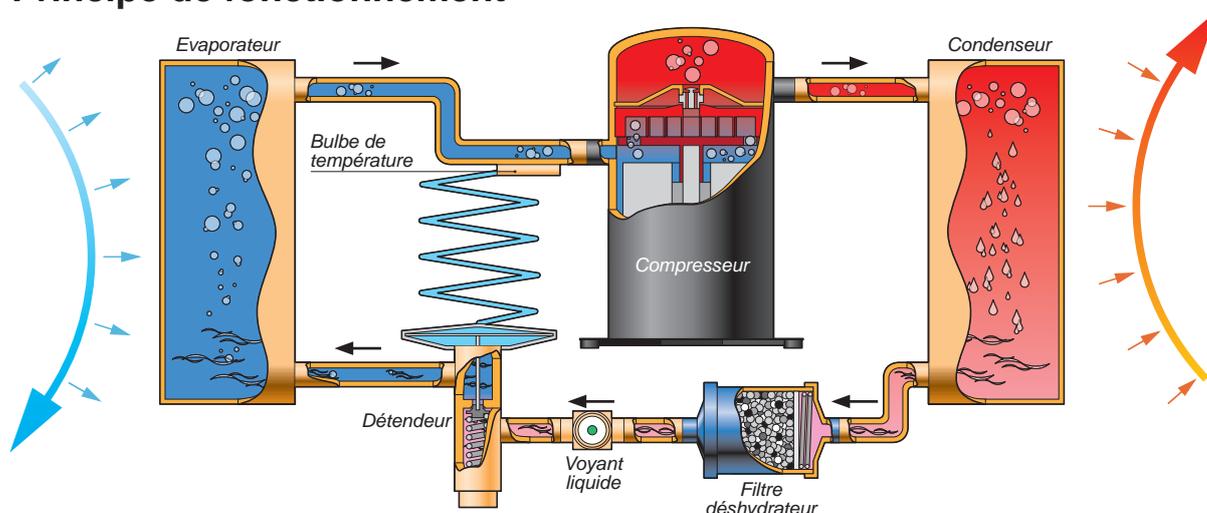
Bonne lecture à tous.

Sommaire

1 - Notions de base relatives aux pompes à chaleur	5
1.1 - Principe de fonctionnement	5
1.2 - Les composants du circuit frigorifique	5
1.3 - Mesures sur les pompes à chaleur	8
1.4 - La relation pression température	8
1.5 - Le R407C	9
2 - Dimensionnement d'une pompe à chaleur	10
2.1 - PAC AIR-EAU	10
2.2 - PAC SOL-EAU et EAU-EAU	10
3 - Précautions relatives à la mise en place des liaisons frigorifiques	11
4 - Précautions relatives à la mise en place de capteurs verticaux	12
5 - Réglementation concernant les fluides frigorigènes	13
5.1 - Confinement	13
5.2 - Documents et déclarations	13
5.3 - Récupération	14
5.4 - Sanctions	14
5.5 - Quelques rappels	14
6 - Charge en fluide frigorigène	16
6.1 - Matériel nécessaire	16
6.2 - Procédure de charge PAC AIR-EAU.....	16
6.3 - Procédure de charge PAC SOL-EAU	19
6.4 - Procédure de charge PAC EAU-EAU	20
7 - Notions de dépannage des problèmes les plus courants	21
7.1 - Outils indispensables à toute intervention sur une PAC	21
7.2 - Diagnostic	23
7.3 - Recherche de panne	24
7.4 - Pannes possibles par composant	25
7.5 - La régulation électronique	30
8 - Annexes	32
8.1 - Caractéristiques de fonctionnement normal	32
8.2 - Schémas hydrauliques standards	32

1 - Notions de base relatives aux pompes à chaleur

1.1 - Principe de fonctionnement



A Le fluide frigorigère, par l'intermédiaire d'un échangeur (**évaporateur**), va s'évaporer et absorber une grande quantité d'énergie.

B Le **compresseur** aspire ces gaz tout en les comprimant. Cette compression provoque une augmentation de la température et de pression du gaz.

C Le fluide frigorigère est refoulé vers un deuxième échangeur (**condenseur**). En entrant dans un milieu plus froid, le gaz va se condenser (passer à l'état liquide) et restituer toute l'énergie accumulée.

D Ensuite le fluide frigorigère (à l'état liquide) passe au travers du **détendeur** pour abaisser sa pression à son niveau initial (basse pression). Une partie du fluide s'est transformée en vapeur.

1.2 - Les composants du circuit frigorifique

Le compresseur

Le compresseur permet de véhiculer le fluide frigorigère dans le circuit frigorifique en le comprimant pour passer de la basse pression (BP) à la haute pression (HP).

Les pompes à chaleur AVENIR ENERGIE sont équipées de compresseurs Scroll.



Notions de base relatives aux pompes à chaleur

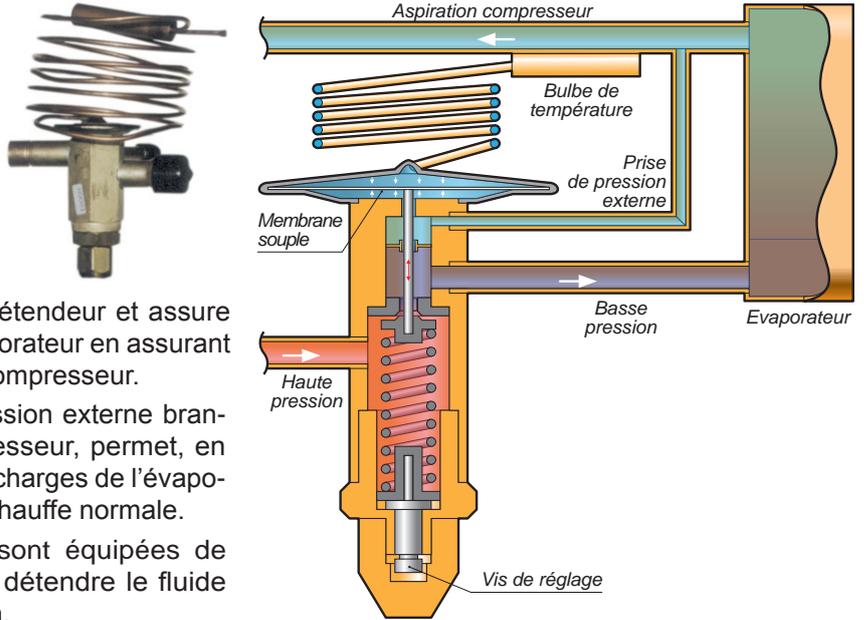
Le détendeur

Situé après le condenseur, il permet de faire passer le fluide de la haute à la basse pression. Il est de type thermostatique à égalisation de pression externe.

Le bulbe du détendeur situé à l'aspiration du compresseur permet le réglage du débit de fluide à travers le détendeur et assure ainsi le remplissage de l'évaporateur en assurant une surchauffe correcte du compresseur.

Le tube d'égalisation de pression externe branché à l'aspiration du compresseur, permet, en tenant compte des pertes de charges de l'évaporateur, de récupérer une surchauffe normale.

Les machines réversibles sont équipées de détendeurs bi-flow pouvant détendre le fluide dans les 2 sens de circulation.



Le déshydrateur

Il est situé sur la conduite liquide en amont du détendeur et il permet de supprimer l'humidité du circuit, de neutraliser les acides et de filtrer les impuretés.



Le voyant liquide

Situé en aval du déshydrateur il permet de contrôler la teneur en humidité du circuit frigorifique et l'état du fluide.

- Jaune : teneur en humidité trop élevée
- Vert : sec



Les prises de pression

Elles sont de type Schrader et elles permettent d'effectuer les mesures de pressions sur le circuit frigorifique. Il y en a toujours au moins une à la BP et une à la HP.

Les pressostats

Le pressostat HP limite la pression à une valeur haute dans la partie haute pression. Le pressostat BP limite la pression à une valeur basse dans la partie basse pression. Les valeurs de coupure des pressostats sont indiquées dessus et varient en fonction des machines.



La vanne 4 voies

Elle est montée sur les PAC réversibles et sur les modèles AIR-EAU et elle permet d'inverser le sens du fluide dans le circuit frigorifique.

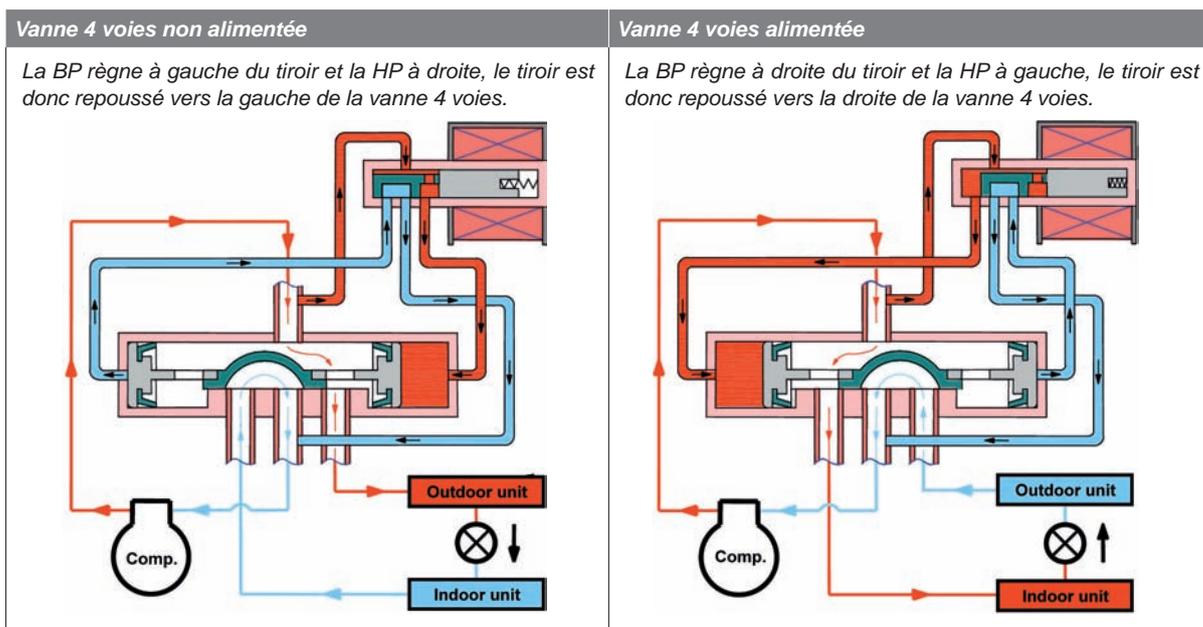
Sur les 4 raccordements de la vanne principale, 3 sont placés côte à côte. L'aspiration du compresseur est toujours raccordée sur celui du milieu et le quatrième raccordement se trouve seul de l'autre côté, on y raccorde toujours le refoulement du compresseur.

Un tiroir mobile à l'intérieur de la vanne assure la communication entre les différentes voies.

Pour faire bouger le tiroir, il est nécessaire que les pressions HP et BP soient présentes à l'intérieur de la vanne, donc que le compresseur soit en fonctionnement.



Notions de base relatives aux pompes à chaleur



La vanne électromagnétique

Elle équipe les modèles SOL-EAU et certains modèles AIR-EAU et permet d'éviter le retour du fluide dans l'évaporateur après l'arrêt du compresseur.



Le clapet anti retour

Utilisé sur les machines réversibles, il assure la circulation à sens unique du fluide dans les canalisations du circuit.



La réserve liquide

Située avant le détendeur, elle permet d'assurer son alimentation en liquide uniquement, et permet au système de garder un remplissage correct du condenseur lors de l'ouverture et de la fermeture du détendeur.



Condenseur / évaporateur

Le condenseur est l'échangeur dans lequel le fluide passe de l'état vapeur à l'état liquide (HP) en libérant de la chaleur. En mode chaud, pour toutes les machines, la condensation s'effectue dans l'échangeur à plaques où l'eau de la boucle hydraulique se réchauffe.

L'évaporateur est l'échangeur dans lequel le fluide s'évapore (BP) en absorbant de la chaleur.

En mode chaud :

- AIR-EAU Evolution : batterie à air de l'unité extérieure
- SOL-EAU, SOLOPACK Evolution, module ECS SOL-EAU : capteurs enterrés (réseau de tubes en parallèle)
- EAU-EAU, module ECS EAU-EAU : échangeur à plaques sur la boucle hydraulique capteur

Dans les échangeurs à plaques en mode chaud, le fluide et l'eau circulent à contre courant.

Pour les machines réversibles en mode froid, l'évaporateur devient le condenseur et inversement.



Notions de base relatives aux pompes à chaleur

1.3 - Mesures sur les pompes à chaleur

La basse pression

Elle s'effectue sur la canalisation d'aspiration du compresseur par la valve Schrader.

La haute pression

Elle s'effectue sur la canalisation de refoulement du compresseur par la valve Schrader, ou sur la ligne liquide.

La surchauffe

C'est l'écart entre la température des vapeurs mesurées à l'aspiration du compresseur et la température d'évaporation, lu à l'aide d'un manomètre.

Le sous refroidissement

C'est l'écart entre la température de changement d'état correspondant à la haute pression (température de condensation) du circuit et la température mesurée du liquide à la sortie du condenseur, lu à l'aide d'un manomètre.

Le ΔT échangeurs

C'est l'écart de température entre l'entrée et la sortie de l'eau dans les échangeurs à plaques.

L'intensité absorbée

Mesurée à l'aide d'une pince ampèremétrique, c'est la quantité de courant qu'absorbe le compresseur. Elle permet de calculer la puissance absorbée par le compresseur.

En monophasé: $P = U \times I \times \cos \Phi$

U = Tension réseau 230 V

I = intensité en Ampères

En triphasé: $P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \Phi$

U = Tension réseau 400 V

I = Intensité en Ampères

1.4 - La relation pression - température

La relation pression - température est la base des phénomènes se produisant dans l'évaporateur et dans le condenseur.

Pour la comprendre, étudions ce qui se passe à l'intérieur d'un récipient contenant du fluide frigorigène liquide lorsque sa température augmente.

Prenons une bouteille à température et à pression stabilisée :

- Si la température augmente, le liquide se dilate et son niveau monte dans la bouteille ce qui entraîne une réduction du volume offert aux vapeurs.
- Tout se passe donc comme si les vapeurs étaient comprimées, ce qui provoque une augmentation de la pression dans le récipient au fur et à mesure de la montée en température.
- Si la température continue de monter, le volume offert aux vapeurs diminue encore plus et la pression s'élève.

Ainsi un mélange de vapeur avec le liquide qui leur a donné naissance, obéit à des relations très précises (qui dépendent du liquide) et qui lient la température du mélange à sa pression.

C'est pour cela que sur les manomètres, on observe une graduation en pression et une graduation en température. Pour chaque pression (BP et HP), les manomètres nous indiquent la température de changement d'état correspondante.

Cette relation est matérialisée sur une règle pour les fluides les plus courants. Elle donne la température liquide et vapeur en fonction de la pression.



Attention à bien vérifier si on travaille en pression absolue ou relative.



1.5 - Le R407C

Ce fluide n'est pas un fluide pur, il est composé de 3 fluides frigorigènes (mélange zéotrope) :

- R134a (52 %)
- R32 (23 %)
- R125 (25 %)

Ce mélange a pour conséquence un écart entre la température à l'état 100 % gazeux (saturation) et la température à l'état 100 % liquide pour une même pression.

Contrairement aux autres fluides, le changement d'état ne s'effectue pas à température constante. Cet écart est appelé glissement et il est de l'ordre de 5°C à 7°C.

Lorsque l'on relève la BP, on prend la température d'évaporation en phase vapeur (G sur les manomètres). C'est avec cette température que l'on contrôle la surchauffe.

Exemple : BP = 3,8 bar (relatif) Température d'évaporation = 2°C

Lorsque l'on relève la HP, on prend la température de condensation en phase liquide (L sur les manomètres) si on veut contrôler le sous-refroidissement.

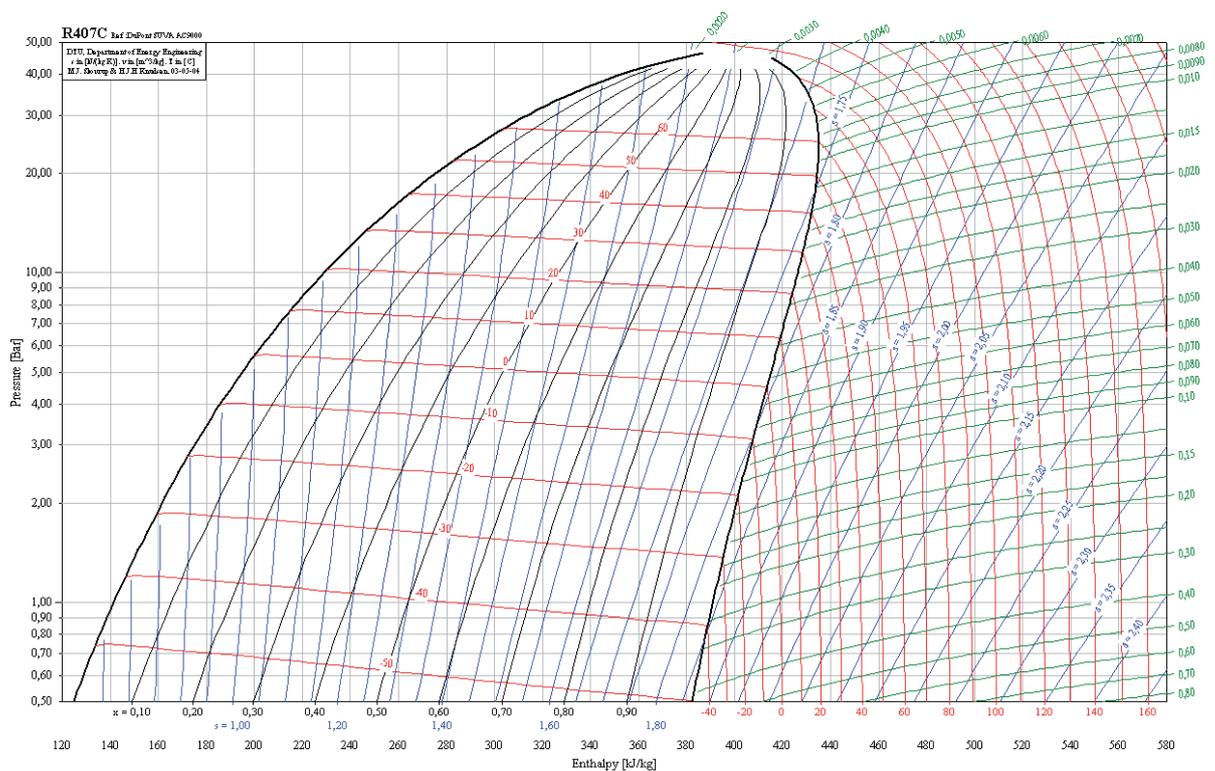
Exemple : HP = 18 bar (relatif) Température de condensation (L) = 44°C

Par contre, si on veut comparer la température de sortie d'eau avec la température de condensation on prendra la température de condensation en phase vapeur (G sur les manomètres), elle sera plus élevée.

Exemple : HP = 18 bar (relatif) Température de condensation (G) = 49°C

Pour mesurer la surchauffe, il faut prendre la relation pression - température à l'état gazeux.

Pour mesurer le sous refroidissement, il faut prendre la relation pression - température à l'état liquide.



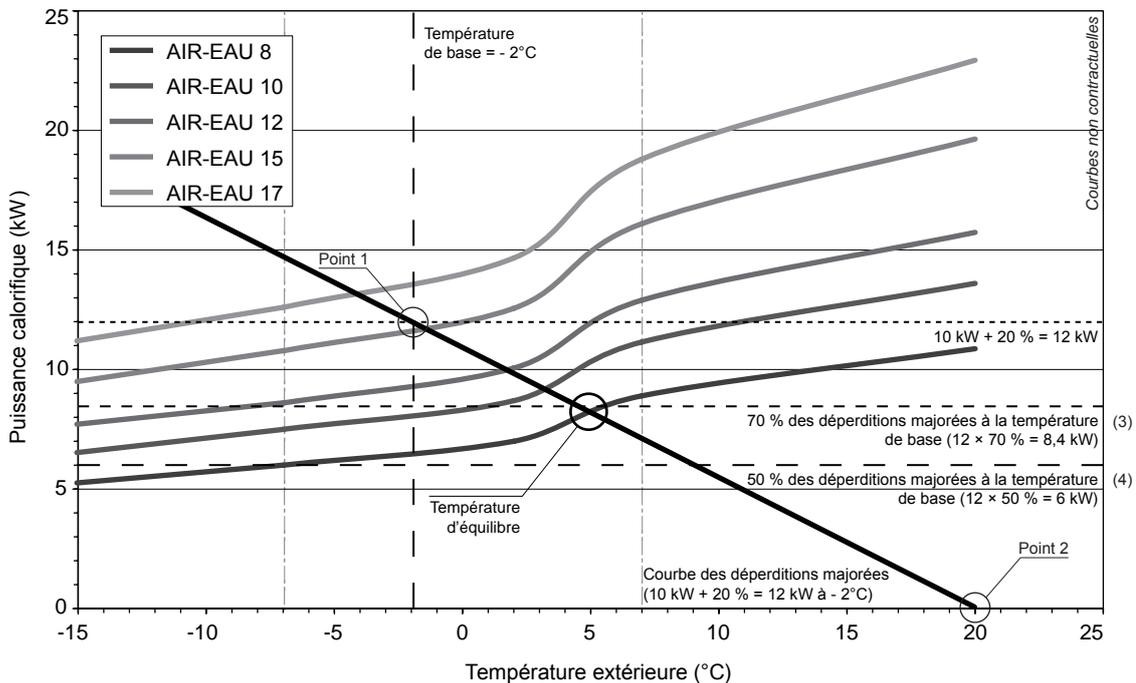
2 - Dimensionnement d'une pompe à chaleur

2.1 - PAC AIR-EAU

Une PAC AIR-EAU ne sera capable de répondre qu'à 70 % des besoins en chauffage majorés de 20 %. Les 50 % manquants seront apportés par l'appoint électrique ou par la chaudière si la PAC est montée en relève.

La procédure à respecter pour le dimensionnement d'une installation de chauffage par aérothermie est la suivante :

1. Réaliser ou faire réaliser par un bureau d'études compétent, une étude thermique précise du local à chauffer.
2. Majorer de 20 % les pertes thermiques (en kW) du bâtiment pour la température de base du lieu (point 1).
3. Tracer la droite des déperditions sur les courbes représentant l'évolution de la puissance calorifique des PAC en fonction de la température extérieure. Cette droite relie le point 1 et la température de régulation du bâtiment généralement prise à 20°C (point 2).
4. Tracer l'horizontale correspondant à 70 % des déperditions majorées à la température de base (3) (déperditions + 20 %) x 0.7.
5. Tracer l'horizontale correspondant à 50 % des déperditions majorées à la température de base (4) (déperditions + 20 %) x 0.5.
6. La PAC à installer est celle qui coupe la droite des déperditions entre les droites 3 et 4.
7. La température d'équilibre est l'abscisse de l'intersection entre les déperditions et la caractéristique de la PAC.
8. La puissance de l'appoint électrique correspond à la différence entre les déperditions pour la température de base et la puissance de la PAC installée pour cette même température de base.



2.2 - PAC SOL-EAU et EAU-EAU

1. Réaliser ou faire réaliser par un bureau d'études compétent, une étude thermique précise du local à chauffer.
2. Majorer les déperditions de 20 % à la température de base et prendre le générateur de puissance égale ou juste supérieure.
3. Déduire des tableaux suivants les longueurs et le nombre de tubes de capteur.

3 - Précautions relatives à la mise en place des liaisons frigorifiques (PAC AIR-EAU et SOL-EAU)

- Les raccords frigorifiques entre la PAC et l'unité extérieure ou le capteur doivent obligatoirement être effectués avec du tube cuivre de qualité frigorifique.
- Veiller à garder les extrémités des tubes de liaisons fermées et isolées avec un bouchon pour éviter tout type de pollution.
- Ne jamais souffler dans les tubes de liaisons.
- Pour éviter la pollution du circuit, sa mise en place doit se faire sur une seule journée.
- Ne pas effectuer cette opération s'il pleut.
- Veiller à ne pas surchauffer les soudures qui doivent toutes se faire sous flux d'azote.
- Pour minimiser les risques de pollution, on préférera des coudes cintrés à la place des coudes soudés.

Positionnement des pièges à huile

L'huile utilisée pour la lubrification des compresseurs frigorifiques est très miscible avec les fluides frigorigènes, il y a donc toujours une certaine quantité d'huile qui quitte le compresseur par le refoulement.



Pour que le niveau d'huile reste constant dans le compresseur il faut que la quantité d'huile qui part du compresseur soit égale à celle qui revient.

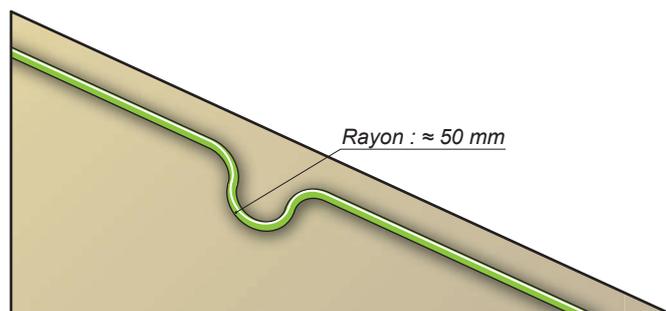
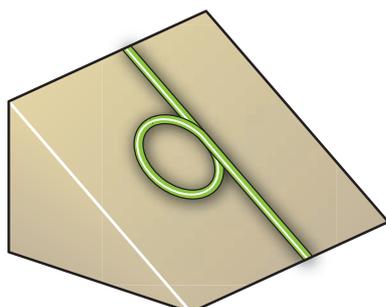
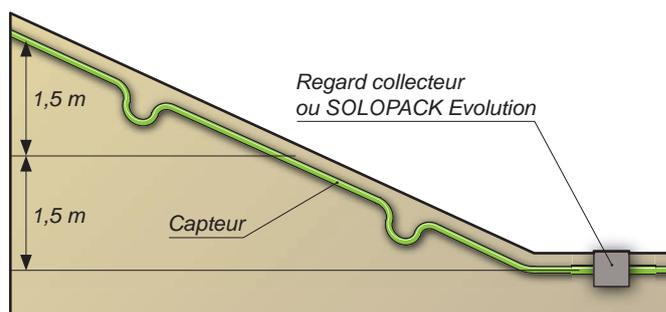
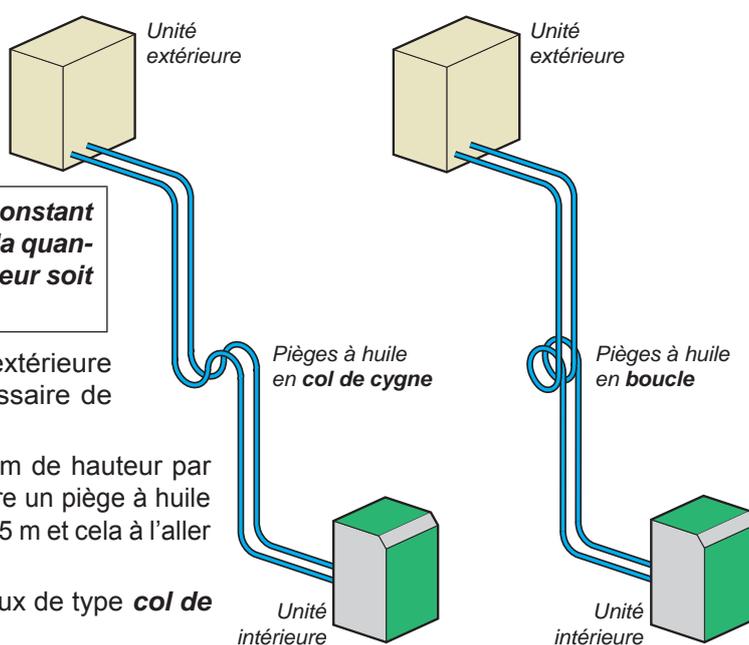
Dans le cas où l'unité intérieure et l'unité extérieure sont à la même hauteur, il n'est pas nécessaire de mettre en place des pièges à huile.

Si l'unité intérieure est située à plus de 1,5 m de hauteur par rapport à l'unité extérieure il faudra donc mettre un piège à huile en haut et en bas de la ligne puis un tous les 1,5 m et cela à l'aller comme au retour.

Les pièges à huile les plus efficaces sont ceux de type **col de cygne**.



La présence de pièges à huile est impérative à la montée comme à la descente sur chacune des boucles du capteur tous les 1,5 m de dénivelé.

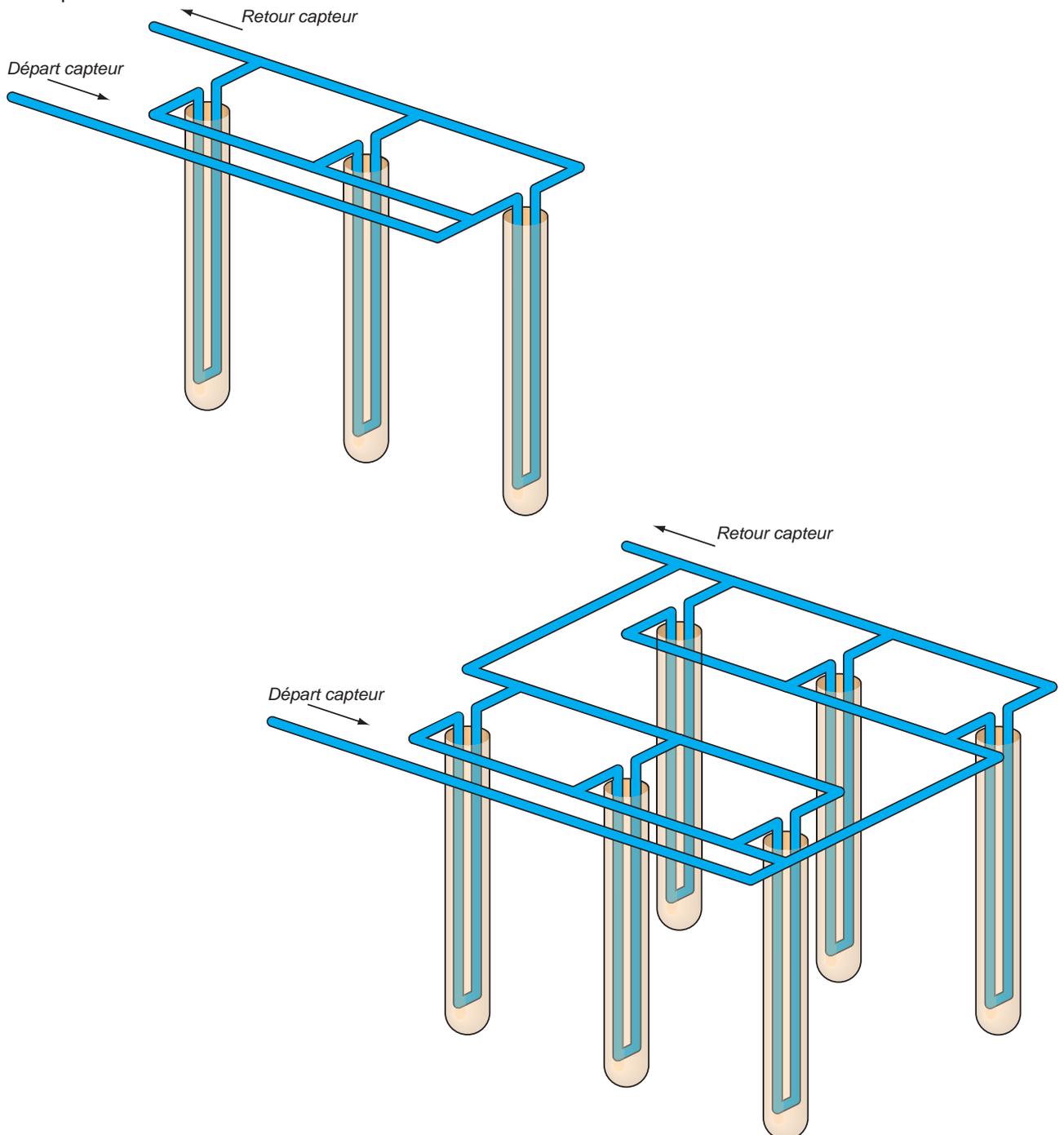


4 - Précautions relatives à la mise en place de capteurs verticaux (PAC EAU GLYCOLEE - EAU)

Pour les PAC géothermiques avec capteurs horizontaux, toutes les boucles de capteur qui sont reliées au collecteur sont de la même longueur. Dans ce cas là, il ne se pose aucun problème de répartition des débits dans les différentes boucles.

En revanche, sur un champ de capteurs verticaux, la distance entre chaque forage et la PAC est différente. Afin d'assurer un débit égal dans chacun des capteurs, il est conseillé d'effectuer les raccords selon le modèle de la boucle de Tichelmann. Ce principe consiste à vérifier que quel que soit le capteur dans lequel se dirige l'eau, il faut qu'elle effectue le même trajet en longueur.

Ainsi, les pertes de charges sont les mêmes dans toutes les boucles et donc les débits sont égaux dans tous les capteurs.



5 - Réglementation concernant les fluides frigorigènes

Depuis 1992, toute personne manipulant des fluides frigorigènes doit être déclarée en préfecture. Aujourd'hui ces personnes doivent avoir obtenu avant le 4 Juillet 2009, une attestation de capacité d'un organisme agréé par l'Etat. A compter de cette date, l'opérateur ne pourra pas obtenir de fluide auprès des distributeurs sans fournir son attestation de capacité.

5.1 - Confinement

- Tout dégazage dans l'atmosphère de fluide frigorigène fluoré est strictement interdit.
- L'opérateur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir les fuites de fluide frigorigène.
- Il devra réparer les éventuelles fuites détectées dans les plus brefs délais.
- Il devra systématiquement contrôler les fuites après la mise en service et chaque intervention sur le circuit frigorifique pour les installations contenant plus de 2 kg de fluide.
- Les installations contenant des fluides fluorés doivent faire l'objet de contrôles avec un détecteur manuel ou un contrôleur d'ambiance.

Charge en fluide de l'équipement ⁽¹⁾	Présence de contrôleur d'ambiance	Fréquence du contrôle manuel d'étanchéité
< 2 kg	-	Non obligatoire
> 2 kg	Sans	1 fois / an
> 2 kg	Avec	1 fois / an
> 30 kg	Sans	2 fois / an
> 30 kg	Avec	1 fois / an
> 300 kg de CFC ou HCFC	Sans	4 fois / an
> 300 kg de CFC ou HCFC	Avec	2 fois / an
> 300 kg de HFC	Obligatoire ⁽²⁾	2 fois / an

⁽¹⁾ Seules les zones couvertes par le(s) contrôleur(s) d'ambiance sont sujettes à la demi-fréquence.

⁽²⁾ Au titre du règlement 842/2006.



Les équipements feront l'objet d'un contrôle d'étanchéité dans le mois qui suit la réparation d'une fuite afin de vérifier l'efficacité de la réparation.

5.2 - Documents et déclarations

L'opérateur doit remplir un historique de chaque équipement contenant plus de 2 kilos de fluide, consignant par date les fiches d'intervention signées par lui et le détenteur, à conserver 5 ans, et indiquant :

- La quantité et le type de fluide frigorigène installé
- Les quantités ajoutées ou récupérées lors de la mise en service, de la maintenance, de l'entretien et de la fin de vie.
- Le nom de l'opérateur qui a effectué les opérations
- Les dates et natures des opérations.
- Les résultats des contrôles d'étanchéité ou des contrôleurs d'ambiance.
- Toute information pertinente sur l'état de la machine, dont la localisation des fuites détectées et les réparations / modifications entreprises.

Déclaration annuelle

L'opérateur déclare à son organisme agréé tous les mouvements de fluides effectués dans l'année écoulée avant le 31 Janvier de l'année suivante. Pour chaque fluide, il déclare les quantités achetées, stockées au 1er Janvier et 31 Décembre, chargées dans les équipements, récupérées puis réutilisées, et transmises à son distributeur pour recyclage, régénération ou destruction.

Étiquetage

L'opérateur s'assure que tout équipement vendu par lui pré-chargé est étiqueté de façon indélébile avec l'indication : **Contient des gaz à effet de serre fluoré relevant du protocole de Kyoto**, ainsi que le nom chimique et la quantité de fluide. S'il a lui même créé et ou chargé l'installation avec du fluide frigorigène fluoré, il appose une telle étiquette.

Réglementation concernant les fluides frigorigènes

5.3 - Récupération

L'opérateur est tenu de récupérer les fluides, afin d'en assurer le recyclage, la régénération ou la destruction, et notamment lors de la mise au rebut de l'équipement. Les emballages de récupération pour chaque fluide doivent être mis à sa disposition et repris par son distributeur. La récupération est obligatoire pour tous les fluides et réalisée avant l'élimination finale des équipements.

Les CFC récupérés doivent être détruits – les HCFC récupérés peuvent être réutilisés jusqu'au 31 Décembre 2014, et doivent être détruits au-delà.



Les fluides frigorigènes CFC types R-11 ou R-12 sont interdits en maintenance.

Les fluides HCFC (ex : R-22 et les mélanges à base de R-22) seront interdits en maintenance :

- Au 1er Janvier 2010 comme fluides vierges

- Au 1er Janvier 2015 comme fluides recyclés

5.4 - Sanctions

Non respect des interdictions d'utilisation de CFC ou d'HCFC :

Maximum 2 ans d'emprisonnement et 75 000 € d'amende.

Manipulation de fluides sans enregistrement en préfecture (attestation de capacité au-delà du 4 Juillet 2009). Opération de dégazage – Non récupération intégrale des fluides avant intervention ou démantèlement – Recharge d'installation fuyarde :

Contravention de 5e classe (amende de 1500 €, doublée en cas de récidive) par infraction.

Non établissement de la fiche d'intervention – Acquisition de fluide sans déclaration en préfecture :

Contravention de 3^{ème} classe (amende de 450 €) par infraction.

5.5 - Quelques rappels

Qu'est-ce qu'un dégazage ?

C'est une opération intentionnelle de mise à l'atmosphère de fluide. Conformément à l'article 7 du décret fluide, les opérations de dégazage ayant entraîné ponctuellement une émission de plus de 20 kg de fluide ou 100 kg sur une année sont portées à la connaissance du représentant de l'état dans le département.

Il est également dit que les opérations de dégazage sont interdites, sauf si elles sont nécessaires pour assurer la sécurité des personnes.

Qui peut réaliser/modifier la tuyauterie d'un circuit frigorifique ?

La réalisation ou modification d'un circuit destiné à contenir des fluides frigorigènes peut être faite par une personne non attestée à manipuler les fluides frigorigènes, **MAIS SOUS LA SUPERVISION** d'une personne détenant une attestation d'aptitude. Le circuit aura été préalablement vidé de son fluide par un opérateur. Par exemple, un soudeur qualifié n'ayant pas d'attestation d'aptitude peut ajouter des brides à un circuit frigorifique devant être modifié, mais il devra néanmoins prendre ses instructions auprès d'un opérateur attesté.

Ceci ne le décharge pas de respecter les autres réglementations qui peuvent s'appliquer, comme la **Directive sur les Equipements Sous Pression**.

Sous quel délai doit-on réparer une fuite ?

Le plus rapidement possible ! Aucun délai n'est fixé par la réglementation. Par contre **IL EST INTERDIT DE RECHARGER TANT QUE LA FUITE N'EST PAS REPARÉE**.

Une fuite constatée **DOIT** être réparée au plus vite. L'importance de la fuite et les inconvénients liés à sa réparation (temps d'arrêt de la machine - perte d'exploitation) fixent au détenteur et à l'opérateur les bases du choix économiquement possible de cette réparation. Le règlement CE 842-2006 stipule à l'article 3 qu'un contrôle d'étanchéité doit être refait dans le mois qui suit la réparation.

Un apprenti peut-il manipuler les fluides frigorigènes ?

OUI, mais dans le cadre de sa formation à l'école il est sous la responsabilité de son professeur et manipule sous son contrôle. Dans le cadre d'un stage en entreprise, l'apprenti ne peut manipuler que sous la supervision d'une personne détenant elle même une attestation d'aptitude.

Un opérateur peut-il vendre une bouteille de fluide à un détenteur ?

NON si cette vente n'est pas accompagnée d'une prestation de charge de la dite bouteille dans l'installation du détenteur.

Les distributeurs ne peuvent vendre qu'aux opérateurs attestés. Un opérateur qui vendrait à un autre opérateur devient distributeur avec toutes les obligations associées (reprise et mise à disposition de contenants - déclarations à l'ADEME et à la CE, etc...)

Si un opérateur souhaite laisser une bouteille de fluide chez l'un de ses clients détenteur, il doit la comptabiliser dans ses stocks et ne la facturer qu'après chargement du fluide dans l'équipement.

6 - Charge en fluide frigorigène

6.1 - Matériel nécessaire

Afin de réaliser la charge en fluide frigorigène convenablement, il est nécessaire de s'équiper des éléments suivants :

- 1 bouteille d'azote,
- 1 pompe à vide,
- 1 bouteille de fluide R407C (ne pas utiliser de fluide récupéré),
- 1 manifold HP / BP,
- 1 thermomètre de contact (pour mesurer la température (°C) à l'entrée du détendeur et la température (°C) d'aspiration et les températures d'entrée/sortie de l'eau),
- 1 balance précise (± 10 grammes).



La charge finale en fluide frigorigène mise dans la machine doit obligatoirement être inscrite, à l'aide d'un feutre noir indélébile, sur l'étiquette de série qui se trouve à l'arrière de la machine.

6.2 - Procédure de charge PAC AIR-EAU

Actions préalables à la charge

Contrôle de l'absence de fuite

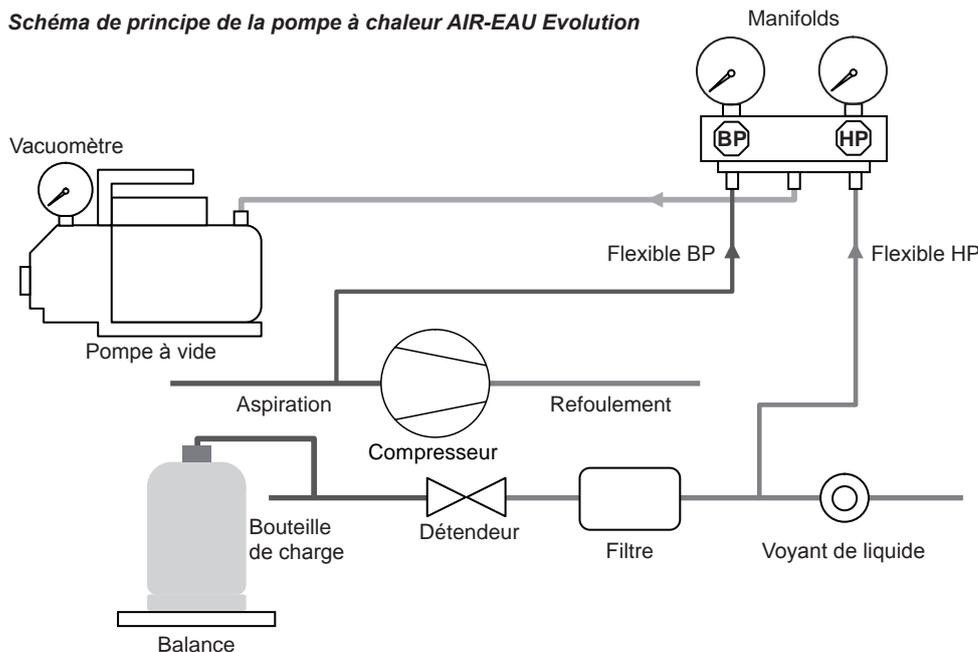
La première étape consiste à s'assurer que le circuit frigorifique ne présente aucune fuite, une fois les liaisons frigorifiques entre les unités intérieure et extérieure réalisées. Il est conseillé de raccorder le manifold aux valves situées sur la ligne frigorifique de la machine :

- **Côté HP** : en entrée du détendeur
- **Côté BP** : à l'aspiration du compresseur
- **Sortie détendeur** : connecter la bouteille d'azote

Les raccords BP et HP du manifold doivent être branchés respectivement sur les prises BP et HP du circuit frigorifique. La bouteille d'azote doit être raccordée à la sortie du détendeur (mode chauffage). La bouteille de charge sera raccordée ensuite sur la même valve.

La pompe à vide est raccordée directement sur l'entrée principale du manifold.

Schéma de principe de la pompe à chaleur AIR-EAU Evolution



Une fois que tous les éléments sont soigneusement raccordés, faire monter la pression d'azote dans le circuit à au moins **10 Bar**. Bien vérifier que les pressions lues sur chaque manomètre (BP, HP) sont identiques (ouvrir les vannes pour égaliser ces pressions si besoin).

On contrôlera les différentes brasures effectuées sur le chantier, à l'aide de **mille bulles**. Il peut arriver parfois que, suite à des problèmes de transport, d'autres fuites apparaissent sur le circuit même de la machine.

En cas de doute, il faut contrôler chaque point suspectieux avec du **mille-bulles**. Il est fortement conseillé d'attendre quelques heures avant de conclure que l'installation ne présente pas de fuite. En effet, si la pression n'a pas chuté anormalement pendant cette période, la probabilité de présence d'une fuite sera extrêmement faible.



Si une fuite apparaît, il faut la réparer et recommencer le contrôle de fuite.

Tirage au vide

La seconde étape correspond au tirage au vide : il faut évacuer l'azote présent dans le circuit en ouvrant les vannes du manifold. Lorsque la pression dans le circuit frigorifique est nulle, raccorder la pompe à vide sur le manifold.



Toute opération de tirage au vide d'une installation frigorifique doit être réalisée avec une pompe à vide et un vacuomètre.

1. Il faut déconnecter la bouteille d'azote. La bouteille de charge doit être connectée à sa place.



Le flexible de la bouteille de fluide frigorigène doit impérativement être raccordé sur la sortie liquide de la bouteille de charge.

2. Raccorder les manifolds sur les valves (Schrader) HP (1) et BP (2) de la machine après avoir retiré les bouchons de valve.

3. Raccorder le flexible d'aspiration de la pompe sur les manifolds.

4. Ouvrir les robinets des flexibles et des manifolds.

5. Mettre la pompe sous tension.

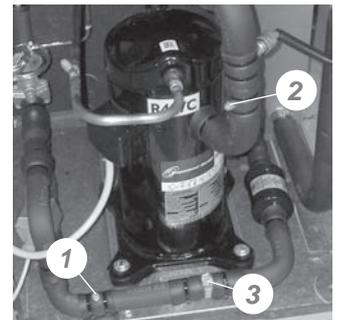
6. Tirer au vide jusqu'à ce que la pression résiduelle au vacuomètre passe en dessous de 0,005 bar.

7. Laisser la pompe fonctionner durant encore 15 minutes après l'obtention du vide.

8. Fermer les robinets du jeu de manifolds afin d'isoler la pompe du circuit et arrêter la pompe à vide sans débrancher aucun flexible.

9. Après 10 minutes d'attente, si la pression lue sur les manifolds est remontée, cela signifie qu'il y a une fuite. Chercher et réparer la fuite. Dans le cas contraire, le circuit est étanche et la procédure de charge peut démarrer.

10. Contrôler l'aspect du voyant de liquide (3) : la pastille doit être verte.



Charge de la machine

Préchargement de la machine

La bouteille de charge doit être positionnée sur la balance. La mise à zéro de la balance doit être faite.

Se renseigner sur la charge nominale préconisée en fonction de l'application (radiateurs - eau à 60°C, ventilo-convecteurs - eau glycolée à 45°C ou plancher chauffant - eau à 35°C), et de la longueur des liaisons frigorifiques (selon les machines de 5 à 15 ou 20 mètres maximum).

Une fois la charge préconisée identifiée, calculer la **charge initiale** de démarrage, qui correspond à 80 % de cette charge = **0,8 x charge préconisée**. Introduire le fluide frigorigène progressivement et lentement, jusqu'à atteindre cette charge initiale.

La pompe à chaleur peut être mise en route. Si la machine coupe trop rapidement en BP par un manque évident de charge, rajouter entre **50 et 100 grammes** de fluide frigorigène. Renouveler l'opération si nécessaire (ne pas dépasser la charge nominale sans contacter au préalable, notre service support technique).

Charge en fluide frigorigène

Optimisation de la charge

La majorité des pompes à chaleur étant utilisées sur des radiateurs (eau à 60°C) ou des applications non reversibles, la charge sera préférentiellement optimisée en **mode chauffage** (meilleurs COP). Lorsque la machine a un fonctionnement stable en **mode chauffage**, il faut contrôler sa surchauffe et son sous-refroidissement :

- La surchauffe doit être comprise entre **5** et **12K** (elle sera plus importante si la température extérieure est élevée lors de la mise en route).
- Le sous-refroidissement doit être proche de **5K**.



Il est primordial d'effectuer ce test pour un régime d'eau correspondant au régime final et stabilisé.

Vérification du bon fonctionnement de la PAC

Vérification des séquences de dégivrages

Lorsque la machine a un fonctionnement stable, il faut s'assurer que les cycles de dégivrages se déroulent convenablement :

- Laisser fonctionner la machine 30 minutes au moins.
- Diminuer le débit d'air entrant dans l'unité extérieure en plaçant un écran (carton) sur la batterie.
- Laisser le régulateur détecter la prise en glace de la batterie.
- Vérifier ensuite le fonctionnement du dégivrage : la batterie doit revenir dans son état initial (plus de glace).

Vérification des montées en températures

Laisser chuter la température d'eau dans le circuit (à ~30°C). Fermer les vannes de l'application de la maison, s'assurer que les circulateurs ne fonctionnent pas.

Mettre en route la pompe à chaleur et vérifier que le ballon monte en température et atteint bien la température de coupure.

Pour contrôler la puissance restituée par l'appareil, effectuer les calculs suivants :

$$\text{Puissance restituée} = [V_{\text{ballon}} \times 4,18 \times (T_{\text{fin}} - T_{\text{ini}})] / (t_{\text{montée}})$$

V_{ballon} = Volume du ballon tampon, exprimée en **litres**.

$(T_{\text{fin}} - T_{\text{ini}})$ = Température finale - Température initiale, de l'eau dans le ballon, exprimée en **°C**.

$t_{\text{montée}}$ = Temps de montée en température entre T_{fin} et T_{ini} exprimées en **secondes**.

Cas d'une AIR-EAU 12 Evolution, pour une température extérieure de 5°C. Si :

- Le ballon tampon fait 100 litres,
- L'eau a une température initiale de 35°C,
- L'eau a une température finale de 45°C,
- Le temps de montée en température est de 380 secondes.

$$\text{Puissance restituée} = [100 \times 4,18 \times (45-35)] / 380 = 11 \text{ kW}$$

Pour les valeurs de charge, voir les tableaux du document **PAC AIR-EAU Evolution - Procédure de charge**.

6.3 - Procédure de charge PAC SOL-EAU

1. S'assurer que le circuit frigorifique ne présente aucune fuite. Il est conseillé de raccorder le manifold aux valves situées sur la ligne frigorifique de la machine :

- Côté HP : en entrée du détendeur



- Côté BP : à la sortie du détendeur, la bouteille d'azote sera raccordée sur l'entrée principale du manifold coté **charge** (à droite).



2. Brancher le vacuomètre sur une prise de pression libre. Laisser la vanne fermée.

3. Faire monter la pression d'azote à 10 bars à l'intérieur du circuit et vérifier qu'on lise bien la même pression sur les 2 manomètres. Si après plusieurs heures, la pression n'a pas chuté, on peut conclure que l'installation ne présente pas de fuite.

4. Vider l'azote contenu dans le circuit, débrancher la bouteille et brancher au même endroit la bouteille de charge.

5. Raccorder la pompe à vide sur l'autre entrée principale du manifold coté **vide** (à gauche).

6. Ouvrir les 2 vannes d'égalisations du manifold, basculer la vanne principale coté **vide** et ouvrir la vanne du vacuomètre, puis mettre la pompe à vide en marche.

7. Lorsque la valeur du vide est atteinte (< 0,005 bar), il faut fermer les vannes d'égalisation de pression (robinets HP et BP) et la vanne du vacuomètre, puis la vanne principale et ensuite arrêter la pompe à vide.

Précharge statique (compresseur à l'arrêt)

1. Relier la bouteille de fluide à la vanne principale du manifold.

2. Ouvrir la vanne **liquide** de la bouteille (la rouge).



Il est impératif de charger le fluide en phase liquide car le R407C est un mélange de plusieurs fluides qui ne s'évaporent pas tous à la même température.

Le R134a peut être injecté en phase liquide ou gazeuse car c'est un corps pur.

3. Placer la bouteille de charge sur la balance.

4. Tourner la vanne principale coté **charge**.

5. En desserrant le robinet BP introduire 80 % en masse de la charge en fluide préconisée suivant le type de machine, la longueur des liaisons frigorifiques et la longueur des capteurs.



Charge en fluide frigorigène

Charge dynamique (compresseur en marche)

1. Brancher le manomètre BP à l'aspiration du compresseur.



2. Brancher le manomètre HP au refoulement.



3. A l'aide des thermomètres contrôler la surchauffe et le sous refroidissement tout en rajoutant du fluide afin d'affiner la charge.



Si le fluide est injecté sous forme liquide à l'aspiration du compresseur, il faut le laisser filer de manière continue et en petite quantité par la vanne BP du manifold pour éviter les coups de liquide.

Si la machine doit être déchargée, cela doit se faire dans une bouteille de récupération de fluide.

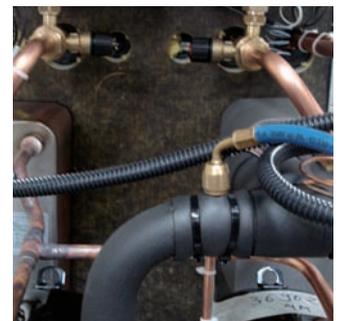
6.4 - Procédure de charge PAC EAU-EAU

Les PAC EAU-EAU sont préchargées en usine, mais à la suite d'une intervention sur le circuit frigorifique, l'installateur peut être amené à recharger la machine. La procédure est la suivante :

1. Brancher le manomètre HP en sortie du condenseur.

2. Brancher le manomètre BP à l'aspiration du compresseur.

3. Après avoir contrôlé l'absence de fuites et fait le vide dans l'installation, introduire par la valve BP le plus possible de fluide sans dépasser la valeur préconisée.



Suivant les conditions il est possible d'introduire la totalité de la charge compresseur à l'arrêt.

Si ce n'est pas le cas il faudra démarrer le compresseur et introduire le reste du fluide jusqu'à la bonne valeur en laissant filer le fluide doucement pour éviter le coup de liquide.

7 - Notions de dépannage des problèmes les plus courants

7.1 - Outils indispensables à toute intervention sur une PAC

- Un multimètre et pince ampèremétrique
- Un manovacuumètre
- Un thermomètre de contact
- Un groupe de récupération
- Une balance
- Une pompe à vide
- Une bouteille d'azote
- Un chalumeau oxyacétylénique
- Une bobine aimantée pour VEM
- Une clé à obus pour vanne Schrader

Le multimètre et la pince ampèremétrique

Il permet de mesurer des tensions (entre les phases pour le triphasé, entre phase et neutre pour le monophasé), des intensités et des résistances sur le circuit électrique de la PAC à l'aide des pointes test.

Couplé à une pince ampèremétrique, il permet de connaître l'intensité qui traverse un fil.

Cela permet, en prenant l'intensité d'une phase du compresseur, de connaître la puissance qu'il absorbe.



Le manifold

Il permet les prises de pression (relatives) de la HP de la BP, de réaliser la charge de la machine et de contrôler la surchauffe et le sous-refroidissement.

Les 2 manomètres indiquent la pression en **bar** sur l'échelle noire, ainsi que les températures pour différents fluides aux pressions correspondantes.

Le manomètre BP donne la température d'évaporation et le manomètre HP la température de condensation.



Le thermomètre de contact

Il permet de relever la température des canalisations par simple contact avec l'extrémité de la sonde.



Notions de dépannage des problèmes les plus courants

Le groupe de récupération

Tout dégazage dans l'atmosphère étant interdit, il est impératif, en cas d'intervention sur le circuit frigorifique d'une PAC, de procéder à une récupération totale du fluide frigorigène à l'aide d'une pompe et d'une bouteille de récupération.



La balance

Elle va permettre de mesurer la masse de fluide qui est introduite dans la PAC au moment de la charge. Elle devra avoir une précision de 10 grammes.



La pompe à vide

Elle permet de faire le vide préalable à la charge du fluide dans le circuit frigorifique de la PAC.



La bouteille d'azote

Elle sert à mettre sous pression le circuit frigorifique avant de le charger afin de vérifier que celui-ci ne présente pas de fuite.

Les brasures devant se faire sous flux d'azote, la bouteille servira donc pour cette opération.

Le chalumeau oxyacétylénique

Composé d'une bouteille d'oxygène et d'une bouteille d'acétylène, il est nécessaire pour effectuer toutes les brasures, les raccordements du circuit frigorifique de la PAC.



La bobine aimantée

Cet aimant permet de simuler une bobine alimentée afin de contrôler le fonctionnement de la vanne électromagnétique.



La clé à obus

Cet outil permet de retirer l'obus des vannes Shrader qui assure leur étanchéité, sans être obligé de décharger le fluide de la machine (par exemple lors d'une réparation de fuite sur le circuit frigorifique).



7.2 - Diagnostic

Le dépannage correct d'une PAC passe par une phase cruciale : **le diagnostic**. Il permettra d'une part de localiser la panne, mais également la cause afin de s'assurer que toutes les actions ont bien été mises en place pour la bonne marche pérenne de l'installation.



Une opération de dépannage occasionne des frais et peut être à l'origine de litiges. Au préalable, il faudra mettre en évidence les responsabilités de chacun et établir un devis. Ce devis devra être accepté par le client final ou l'installateur.

Comment diagnostiquer une panne ?

Il existe mille et une manières de diagnostiquer une panne. Ce guide propose une méthode parmi d'autres.

Une première phase de renseignement doit guider l'opérateur vers la panne, ensuite une série de tests et mesures est à effectuer pour confirmer ou infirmer les hypothèses établies. Enfin les actions curatives sont menées pour dépanner la PAC.

Identification des symptômes

Le premier contact avec l'utilisateur final est primordial et les bonnes questions peuvent amener des informations cruciales pour un bon diagnostic rapide. Pour ne pas se perdre dans les détails inutiles et pour se diriger correctement, voici les questions essentielles à poser (liste non exhaustive) :

- Quel est le type de PAC installée et le type d'émetteur ?
- Quelle est l'année de mise en route et le nombre d'hivers d'utilisation ?
- Qui est l'installateur et est-il au courant du problème ?

Ces questions vous permettent de « planter le décor », il faut maintenant rentrer plus dans le détail :

- Quel est le symptôme principal ?
- Y a-t-il un code alarme ? si oui, lequel ?
- Si la PAC ne chauffe pas, est-ce que la PAC reste en route ou est-elle à l'arrêt ?
- Est-ce que le disjoncteur du tableau est enclenché ?

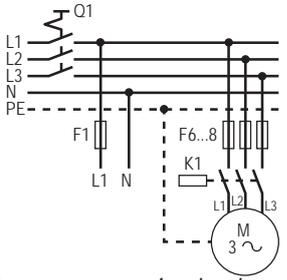
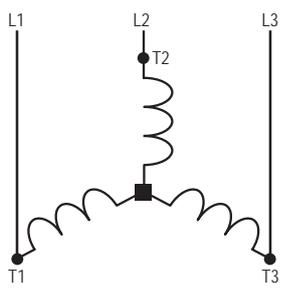
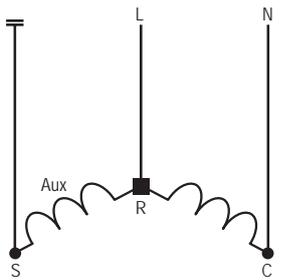
A partir de ce point, on peut établir une série d'hypothèses sur le problème rencontré. Le tableau ci après résume les principales.

7.3 - Recherche de panne

	EAU-EAU			CAUSES PROBABLES	EFFETS CONSTATES																					
	SOL-EAU	AIR-EAU			PAC ne démarre pas	PAC ne chauffe pas	PAC se coupe en HP	PAC se coupe en BP	Compresseur bruyant	Compresseur givré	Coupure disjoncteur moteur	Pression HP élevée	Delta T° sur l'eau > 8°C	Compresseur bloqué	Surchauffe aspiration > 15	Contrôleur de débit coupe	Compresseur en sécurité	T° de reflux < 65°C	T° de reflux > 120°C	Surchauffe aspiration < 4	Pression BP faible	Aquastat limiteur coupe	Sifflement du compresseur	Prise en glace unité extérieure	UE bruyante	
Frigorifique				Charge de fréon à contrôler																						
				Liaisons capteur écrasées																						
				By pass compresseur																						
				Mauvais retour d'huile																						
				By pass vanne 4 voies																						
				Liaisons capteur trop longues																						
				Détendeur mal réglé ou HS																						
				VEM obstruée																						
				Humidité dans le circuit frigorifique																						
				Filtre déshydrateur bouché																						
Hydraulique				Fuite sur le circuit frigorifique																						
				Circuit hydraulique obstrué																						
				Sécurité contrôleur de débit																						
				Air dans le circuit hydraulique																						
Electrique				Collecteur plancher fermé																						
				Interrupteur de façade sur 0																						
				Sécurité HP à contrôler																						
				Sécurité BP à contrôler																						
				Tension d'alimentation à vérifier																						
				Alimentation électrique défailante																						
				Section de l'alimentation électrique																						
				Disjoncteur moteur sur 0																						
				Disjoncteur commande sur 0																						
				Inversion de phase en tri																						
				Thermostat d'ambiance à régler																						
				Aquastat limiteur à régler																						
				Temporisation à contrôler																						
				Contacteur moteur à contrôler																						
				Circulateur à contrôler																						
				Condensateur moteur à vérifier																						
				Alimentation électrique VEM à vérifier																						
				Démarrateur électronique à contrôler																						
				Sonde dégivrage à contrôler																						
				Paramètre regulateur à contrôler																						
				Sonde extérieure à contrôler																						
				Alimentation ventilateur																						
				Sens de rotation ventilateur à contrôler																						
				T° de consigne appoint électrique à vérifier																						
				Enroulement compresseur																						
				Contrôle branchement sonde extérieure																						
				Dosage glycol capteur																						
	Environnement				Isolation du bâtiment à vérifier																					
					Etude thermique à vérifier																					
					Surface capteur trop faible																					
				Dalle froide																						
				Sections hydrauliques trop faibles																						
				Mesure à vérifier																						
				Manomètres à vérifier																						
			Distance mini autour de l'UE à vérifier																							
			Débit d'air insuffisant																							

7.4 - Pannes possibles par composant

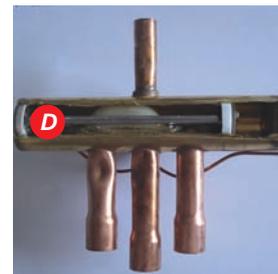
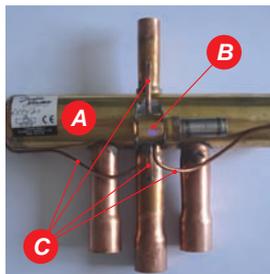
Compresseur

<p>Bas du compresseur givré</p>	<p>Dans ce cas, cela signifie que le compresseur aspire du fluide à l'état liquide, donc que la surchauffe à l'aspiration est nulle. Il faut vérifier :</p> <p>La charge de la machine. Un excès de charge aura cet effet car tout le fluide ne sera pas en état vapeur à l'aspiration du compresseur.</p> <p>Le fonctionnement correct du détendeur et éventuellement procéder à son réglage.</p> <p>Que la surface du capteur n'est pas insuffisante dans le cas des PAC SOL-EAU.</p> <p>Que le débit d'eau dans les capteurs est suffisant pour les PAC EAU-EAU.</p> <p>Le bon fonctionnement des ventilateurs de l'unité extérieure pour les PAC AIR-EAU.</p>
<p>Température de refoulement trop élevée</p>	<p>Une température trop haute peut entraîner la dégradation des composants du compresseur ainsi que de l'huile. A haute température l'huile est dénaturée et perd ses capacités lubrifiantes. Il faut vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La charge de fluide frigorigène - La valeur de coupure et le bon fonctionnement du pressostat HP - La valeur de coupure et le bon fonctionnement de l'aquastat limiteur - Le réglage du détendeur (surchauffe)
<p>Mauvais raccordement triphasé</p>	<p>Les compresseurs Scroll, ne compriment que dans un sens de rotation.</p> <p>Cependant, les compresseurs triphasés peuvent avoir une rotation bidirectionnelle selon le phasage associé à L1, L2 et L3 (il existe 1 chance sur 2 d'effectuer les connexions électriques entraînant une rotation inversée).</p> <p>Le sens de la rotation est correct, si la pression d'aspiration baisse et la pression de refoulement monte lors de la mise en service du compresseur. Une rotation en sens inverse génère un niveau sonore supérieur à celui produit dans le cas du sens de rotation correct, ainsi qu'un prélèvement de courant inférieur aux valeurs de référence. De plus, le compresseur ne comprime pas.</p> <p>Après plusieurs minutes d'utilisation, le dispositif de protection interne du compresseur s'enclenchera.</p> <p>Lorsque le phasage correct est déterminé pour un système ou une installation spécifique, la connexion électrique appropriée doit donc maintenir la rotation dans le sens correct.</p> 
<p>Protection interne des compresseurs</p>	<p>En plus des fusibles installés avant le compresseur celui-ci possède un système de protection interne du moteur selon 2 modes distincts selon la taille du compresseur.</p> <p>Le Klixon</p> <p>Cet élément assure la protection thermique du moteur du compresseur. Il est composé d'un bilame et il est noyé dans les enroulements du compresseur. Si la température du moteur dépasse la valeur d'ouverture, le bilame s'ouvre, la puissance est coupée et le compresseur s'arrête.</p> <p>Le Kriwan</p> <p>Il est composé d'un boîtier électronique sur lequel sont branchées 9 sondes de température de type PTC noyées dans les enroulements du moteur. En cas de surchauffe du moteur, le Kriwan agit sur la commande du compresseur pour arrêter ce dernier.</p>
<p>Résistance des enroulements</p>	<p>Compresseurs triphasés</p> <p>Sur les moteurs triphasés les résistances de tous les enroulements sont égales. Quelles que soient les phases entre lesquelles on mesure la résistance, on doit toujours trouver la même valeur.</p> <p>Dans l'hypothèse où le compresseur serait défectueux, il faut procéder à la manipulation suivante :</p> <p>A l'aide d'un multimètre, prendre la résistance du bobinage primaire du compresseur entre les bornes T1T2, T2T3 et T3T1. Si la valeur mesurée dépasse la valeur nominale donnée pour ce compresseur de 0.3 Ω si le compresseur est à température ambiante, alors le compresseur est hors service.</p> <p>Compresseurs monophasés</p> <p>Sur les compresseurs monophasés le moteur est composé de 2 enroulements, un enroulement principal et un enroulement secondaire permettant le démarrage du moteur.</p> <p>La résistance des enroulements entre les bornes S et C doit être environ égale à la somme des résistances mesurées entre les bornes R et C et les bornes R et S. La valeur ohmique des résistances varie en fonction des compresseurs.</p>  
<p>Résistance de carter sur SOLOPACK Evolution</p>	<p>Les compresseurs des SOLOPACK Evolution sont équipés d'une résistance électrique de faible consommation qui permet de garder l'huile contenue dans le carter à une certaine température pour éviter que le fluide ne se dilue dans celle-ci. Cela aurait pour effet de créer une mayonnaise de fluide et d'huile au démarrage du compresseur et un violent coup de liquide à l'aspiration. Cette résistance fonctionne lorsque la PAC est arrêtée et n'influe en rien sur les performances de la machine.</p>

Vanne 4 voies

Blocage du tiroir en position intermédiaire

La panne la plus courante sur une vanne 4 voies correspond au blocage en position intermédiaire du tiroir de la vanne principale. A ce moment, les 4 voies sont en communication ce qui provoque un court circuit entre la HP et la BP. Cette panne donne alors les symptômes suivants : puissance frigorifique réduite, HP faible, et BP élevée.



- A** Corps de vanne
- B** Cheminée
- C** Capillaire
- D** Tiroir

Le tiroir se déplaçant librement dans la vanne principale, il peut à la suite de chocs ou de vibrations se retrouver en position intermédiaire.

Il existe plusieurs causes d'un blocage en position intermédiaire:

- La bobine est mal montée ou la tension est inadaptée
- Un des capillaires est écrasé
- Le ΔP entre HP et BP est trop faible
- Le corps de la vanne est endommagé
- Présence de traces de brûlures excessives

Que faire si le tiroir est bloqué en position intermédiaire ?

1. Tout d'abord s'assurer que le problème ne vient pas du circuit frigorifique ; un manque de charge peut entraîner un ΔP insuffisant pour permettre le déplacement franc et complet du tiroir (ΔP minimum requis environ 1 bar).
2. Vérifier que l'aspect extérieur de la vanne est correct (pas de choc ni d'échauffement) et qu'il ne s'agit pas d'un problème électrique.
3. Grâce au régime de fonctionnement dans lequel la machine devrait se trouver actuellement, déterminer vers quel échangeur le compresseur devrait refouler en ce moment et quelle devrait être la position du tiroir.
4. Une fois que la position normale du tiroir a été déduite avec certitude, il sera possible d'achever son déplacement en frappant légèrement mais sèchement du côté désiré à l'aide d'un maillet en bois (ne jamais utiliser un marteau sans intercaler une planchette en bois)

Ex : un coup de maillet à droite provoque le déplacement du tiroir vers la droite



Ne jamais démonter une bobine sous tension, elle risque de griller très rapidement !

Une vanne 4 voies endommagée doit obligatoirement être chargée (pas de réparation possible).

Lors du brasage de la vanne, il est impératif de protéger le corps de la vanne avec des chiffons mouillés car les pistons et le tiroir sont entourés d'un joint d'étanchéité en nylon qui permet aussi de favoriser le coulissement de l'ensemble à l'intérieur de la vanne. Si sa température dépasse les 100°C, il perd ses caractéristiques ce qui entraîne de fortes probabilités de bloquer le tiroir à la première tentative d'inversion de cycle.

Notions de dépannage des problèmes les plus courants

Circulateur

<p>Coupure HP ou HP trop importante (circulateur coté application)</p>	<p>Un faible débit d'eau au condenseur ne permet pas d'évacuer toute la puissance de celui-ci, ce qui entraîne une augmentation de la température et donc de la HP.</p> <p>Il convient donc de vérifier le bon fonctionnement du circulateur ou d'augmenter sa vitesse de rotation. Il est aussi possible que celui-ci soit gommé, c'est-à-dire que les boues et le calcaire contenus dans le circuit empêche sa rotation. Il faut donc procéder à un dégommage de la manière suivante :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A l'aide d'un gros tourne-vis plat dévisser la vis située au centre de la façade du circulateur.  <ol style="list-style-type: none"> 2. Introduire le tournevis dans le circulateur et faire tourner l'axe dans le sens horaire. Cela aura pour effet de dégager l'aube des impuretés. 3. Revisser la vis, remettre le circulateur sous tension et vérifier son bon fonctionnement. <p>⚠ Il faut aussi veiller à ce que la section des tuyaux hydrauliques ne soit pas trop faible car cela entraînerait de grandes pertes de charges et donc une forte diminution du débit d'eau.</p> <p>Il est aussi possible que le circuit contienne de l'air qui altère la circulation de l'eau. Il faut donc monter des purgeurs d'air dans toutes les parties hautes du circuit de chauffage pour prévenir ce risque.</p>
<p>Coupure BP ou BP trop basse (circulateur coté capteur - PAC Eau glycolée-eau)</p>	<p>Si les liaisons de retour sont insuffisantes cela entraîne une baisse de la BP, le compresseur tire au vide jusqu'à la pression de coupure du pressostat BP.</p> <p>Vérifier que le circuit du capteur est exempt d'air.</p> <p>Pour les PAC Eau glycolée-eau il faut vérifier que le circulateur du capteur fonctionne correctement et, si nécessaire, procéder à un dégommage (voir procédure ci-dessus).</p>

Vanne électromagnétique

<p>Blockage</p>	<p>Si la vanne électromagnétique ne s'ouvre pas, la circulation du fluide est impossible et la pression au refoulement du compresseur augmente jusqu'à la coupure HP.</p> <p>La vanne électromagnétique (VEM) est composée de 2 parties distinctes : le corps de la vanne avec la cheminée et la bobine.</p> <p>En alimentant la bobine, la partie mobile dans le corps de la vanne se soulève par aimantation et la vanne est ouverte.</p> <p>Si la bobine est défectueuse, il faudra la remplacer. Pour ce faire il faut d'abord vérifier que celle-ci n'est pas alimentée et faire levier avec un tournevis pour l'extraire de la cheminée.</p> <p>Grâce à la bobine aimantée, il est possible de contrôler le bon fonctionnement du mécanisme interne de la vanne. En enfilant l'aimant sur la cheminée, il est facile d'entendre claquer la vanne, elle est en position ouverte. En retirant l'aimant, on entend la vanne se refermer.</p> 
------------------------	---

Détendeur

<p>Coupure BP</p>	<p>Si il est trop fermé, le débit dans l'évaporateur et à l'aspiration est insuffisant, ce qui entraîne une baisse de la BP jusqu'à la valeur de coupure. Dans ce cas, le compresseur tire au vide.</p>
<p>Vérification du fonctionnement du détendeur</p>	<p>Pour vérifier le bon fonctionnement d'un détendeur, il faut placer un thermomètre à l'aspiration du compresseur, démonter le bulbe du détendeur et le serrer fermement dans la main.</p> <p>Si le détendeur fonctionne correctement on doit constater une rapide diminution de la température sur le thermomètre. Dans le cas contraire, le détendeur est hors service (bulbe percé ou clapet grippé).</p> <p>⚠ Le bulbe du détendeur doit être situé sur la canalisation d'aspiration du compresseur à 2 Heures ou 10 Heures.</p>
<p>Réglage du détendeur</p>	<p>Les détendeurs sont pré-réglés en usine, mais on peut être amené à modifier ces réglages.</p> <p>Ouvrir le détendeur en tournant la vis dans le sens antihoraire jusqu'à obtenir le pompage de l'installation.</p> <p>Resserrer la vis dans le sens horaire d'environ 1 tour à la fois jusqu'à l'arrêt du pompage.</p> <p>⚠ Ne pas manœuvrer la vis du détendeur de plus de 1 tour à la fois et attendre 15 minutes entre chaque modification du réglage.</p>

Notions de dépannage des problèmes les plus courants

Deshydrateur

Filtre bouché	<p>Le deshydrateur est équipé d'un filtre qui peut être obstrué par les impuretés contenues dans le circuit et provoquer une augmentation de la HP.</p> <p>Pour vérifier s'il est bouché il faut prendre le ΔT à l'entrée et à la sortie du filtre.</p> <p>Si le ΔT est supérieur à 4°C, cela signifie que le filtre est bouché et que ce dernier détend le fluide frigorigène.</p>
----------------------	---

Voyant liquide

Humidité	<p>Si le circuit contient de l'humidité celle-ci peut geler et bloquer le fluide dans l'évaporateur, entraînant une coupure BP.</p>
-----------------	---

Liaisons d'aspiration

Coupure BP	<p>Sur les PAC AIR-EAU et SOL-EAU il faut vérifier que le diamètre et le nombre de liaisons entre l'unité extérieure et l'unité intérieure ou entre le collecteur et l'unité intérieure, est le bon (cf. tableaux dimensionnement).</p> <p>Lors de la mise en service de la PAC pour la première fois, si celle-ci est montée sur un plancher chauffant, il est possible qu'elle coupe en BP. La dalle étant très froide et possédant une grande inertie, cela implique un grand sous refroidissement lors de la mise en marche qui provoque une baisse de la BP qui peut engendrer une coupure du pressostat.</p> <p>Pour la PAC AIR-EAU, dans ce cas, la meilleure solution est de chauffer la dalle en utilisant les résistances de l'appoint électrique en marche forcée.</p>
-------------------	---

Capteur

Détection d'une fuite sur capteur horizontal à eau glycolée	<p>Si le champ de capteur à eau présente une fuite, la procédure permettant de localiser la fuite est la suivante.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fermer toutes les vannes du collecteur du capteur. 2. Brancher une pompe à main sur le circuit du capteur en amont du collecteur. 3. Ouvrir une première boucle et faire monter la pression dans celle-ci à 1,5 bar. <p> Si la pression ne tombe pas immédiatement alors la boucle ne présente pas de fuite. Refermer la vanne et passer à la boucle suivante et ainsi de suite jusqu'à trouver la boucle incriminée.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Une fois la boucle localisée, démonter celle-ci de la nourrice et au moyen d'un tuyau d'arrosage mettre celle-ci sous la pression du réseau. 5. On doit observer entre les 12 et 24 Heures qui suivent, l'humidité remonter à la surface du sol ce qui permet de localiser de manière assez précise, la position de la fuite. 6. Il faut ensuite creuser, trouver le tube et la fuite, couper le tube sur une longueur de 100 mm de chaque coté de la fuite. 7. A l'aide de 2 manchons et de la longueur de tuyau manquante, refaire la liaison entre les 2 bouts du tube. 8. Rebrancher le tout et avant de recouvrir faire un test sous pression pour s'assurer que la réparation est correcte. <p> Ne pas oublier l'adjonction du glycol lors de la remise en eau du capteur.</p>
Débit d'eau insuffisant	<p>Vérifier que le capteur est exempt d'air qui pourrait affecter le débit d'eau.</p>
Gel	<p>S'assurer que la concentration en glycol de l'eau du capteur est correcte. Le dosage idéal pour une protection à - 20°C est de 40 %.</p>

Charge

Charge excédentaire	<p>Un excès de charge peut être à l'origine d'une augmentation de la HP jusqu'à la pression de coupure.</p> <p>S'assurer que la procédure de charge a bien été suivie.</p>
Charge insuffisante	<p>Si la charge en fluide de la machine est trop faible cela peut entraîner une coupure BP de la PAC.</p> <p>S'assurer que la procédure de charge a bien été suivie.</p>

Notions de dépannage des problèmes les plus courants

Surchauffe et sous refroidissement

Surchauffe trop importante et sous refroidissement élevé	L'évaporateur étant rempli de gaz et le condenseur de liquide, il faut ouvrir le détendeur (sens anti-horaire).
Surchauffe trop importante et sous refroidissement faible	Si en plus la BP est anormalement faible alors il manque de la charge dans l'installation.
Surchauffe faible et sous refroidissement élevé	Excès de charge.
Surchauffe faible et sous refroidissement faible	Fermer le détendeur.

Aquastat (ΔT de température anormal)

ΔT température sur l'eau d'application trop grand ($> 10^{\circ}K$)	L'eau circulant dans le condenseur sert à évacuer la puissance calorifique de la PAC. Un écart de température trop grand sur l'eau signifie que son débit dans l'échangeur est insuffisant. Cela entraîne une augmentation de la température et de la pression jusqu'à une coupure de l'aquastat ou une coupure en HP. Dans ce cas, il faut vérifier si la section des tubes de la boucle hydraulique est assez importante, si le circulateur fonctionne correctement et à la bonne vitesse et si le circuit hydraulique ne contient pas d'air.
ΔT température sur l'eau du capteur trop grand ($> 10^{\circ}K$)	Cela entraîne une baisse de la température d'évaporation et donc de la BP. Il est dans ce cas nécessaire de vérifier le débit de l'eau dans le capteur en contrôlant le circulateur et l'absence d'air dans le circuit.  Lors de la mise en service d'une PAC sur un plancher chauffant, il est normal d'observer un écart de température important sur l'échangeur car la dalle est entièrement froide.

PAC sur eau de nappe

Dans le cas d'une PAC EAU-EAU sur capteur horizontal, l'eau circule dans le capteur et dans la machine, glycolée à 40 % et en boucle fermée. De cette manière l'eau du capteur est hors gel.

Dans le cas des machines sur forage, l'eau de la nappe n'est pas glycolée.

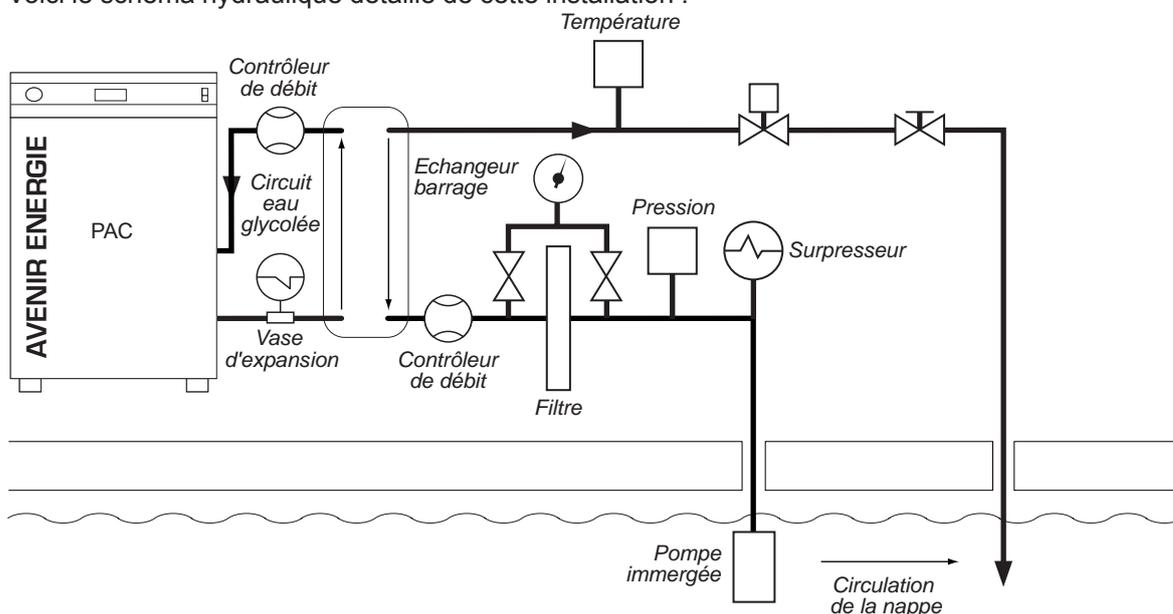
Si pour une raison quelconque, la PAC fonctionne alors que l'eau ne circule plus dans la PAC ou que le débit d'eau est insuffisant, on risque alors une prise en glace de l'eau dans l'échangeur.

Si la température de sortie d'eau de la PAC descend en dessous de 5°C, la température du fluide frigorigène peut être négative et provoquer la prise en glace de l'échangeur (vérifier la valeur de coupure de l'aquastat). Les conséquences peuvent alors être très graves, car sous la pression de la glace, l'échangeur à plaques va casser et l'eau va rentrer dans le circuit de liquide frigorigène de la machine ce qui entraînera une destruction totale de la PAC.

Pour prévenir ce risque sur ce genre d'installation, il est conseillé d'effectuer un montage avec un échangeur barrage Eau de nappe - Eau glycolée.

Si l'eau de la nappe venait à geler dans l'échangeur, les dégâts se limiteraient juste à ce dernier.

Voici le schéma hydraulique détaillé de cette installation :



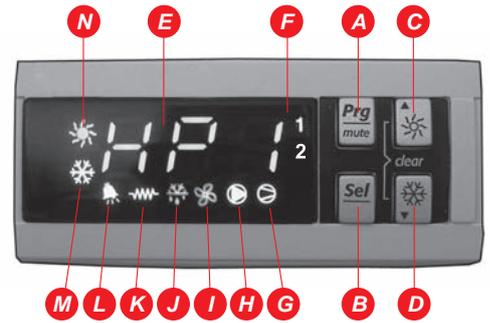
Notions de dépannage des problèmes les plus courants

7.5 - La régulation électronique

La régulation des PAC AIR-EAU Evolution et EAU-EAU Evolution est assurée par un régulateur électronique pré-programmé en usine.

Pour s'adapter aux spécificités de chaque installation ce régulateur permet d'ajuster certains paramètres tels que :

- La température de consigne de sortie d'eau de l'installation de chauffage.
- Le déclenchement manuel d'un cycle de dégivrage.
- La modification de la consigne de déclenchement de l'appoint électrique.



Boutons	Symbole allumé en permanence	Symbole clignotant
A	Touche de programmation	
B	Touche de sélection des sous menus	
C	Touche d'incrémentatation	
D	Touche de décrémentation	
E		Affichage de la température de la sortie d'eau/défaut
F		N° du compresseur en fonctionnement. Pour les PAC tandem, les chiffres 1 et 2 peuvent être allumés en même temps lorsque les 2 compresseurs sont simultanément en fonctionnement
G		Au moins un compresseur en fonctionnement
H		Circulateur en fonctionnement
I		Ventilateur évaporateur en fonctionnement
J		En cours de dégivrage
K		Appoint électrique en fonctionnement
L		Alarme
M		Régulateur en mode été (rafraîchissement)
N		Régulateur en mode hiver (chauffage)

Tous les paramètres du régulateur ne sont pas accessibles par tout le monde.

Il existe différents niveaux d'accès aux différents paramètres.

- L'accès **direct** ne nécessitant **aucun mot de passe**
- L'accès **user** mot de passe **22**

Pour rentrer le mot de passe, maintenir appuyé durant 5 secondes les 2 touches de gauche du régulateur et ensuite entrer la valeur à l'aide des flèches de droite. Une fois le mot de passe saisi, les menus **S-P** et **L-P** sont disponibles grâce aux flèches d'incrémentatation et de décrémentation.

En sélectionnant le menu **L-P** vous pourrez attribuer les différents niveaux d'accès à chacun des paramètres.



Si vous avez entré le code 22, vous ne pouvez modifier seulement des paramètres auxquels le niveau supérieur vous a donné accès.

En rentrant dans le menu **S-P** vous pourrez modifier tous les paramètres auxquels vous avez accès avec le mot de passe que vous avez rentré précédemment :

- / Paramètres sondes
- A- Paramètres des résistances d'appoint
- B- Paramètres de lecture des sondes
- C- Paramètres compresseurs
- D- Paramètres de dégivrage
- F- Paramètres des ventilateurs
- H- Paramètres machine
- P- Paramètres d'alarme
- R- Paramètres de régulation
- T- Paramètres de l'horloge

Notions de dépannage des problèmes les plus courants

Si le régulateur doit être changé, il suffit de tirer sur ce dernier pour l'extraire de la façade de la PAC. Débrancher les 3 broches à l'arrière de l'appareil et les rebrancher sur le nouveau régulateur. Les formes de chaque broche étant différentes, il est impossible de se tromper lors du branchement de celles-ci.

Affichage	Type d'alarme	Rétablissement	Compresseur	Pompe	Ventilateur	Résistance	Vanne d'inversion	Alarme
HP1	Pressostat HP circuit 1	Dépend de P05	OFF C1-2	-	ON(60")	-	-	ON
FL	Alarme débitmètre	Dépend de P08	OFF	OFF	OFF	-	-	ON
E1	Alarme sonde B1	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
E2	Alarme sonde B2	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
E3*	Alarme sonde B3	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
E4*	Alarme sonde B4	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
E5	Alarme sonde B5	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
E6	Alarme sonde B6	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	-	ON
EPr	Erreur EEPROM	Automatique	-	-	-	-	-	-
EPb	Erreur EEPROM à la mise sous tension	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
EL1-2	Zéro cross	Automatique	-	-	100 %	-	-	ON*
dF1-2	Erreur dégivrage	Automatique	-	-	-	-	-	-
d1-2	Dégivrage en cours circuit 1-2	-	-	-	-	-	-	-
A1	Alarme antigel circuit 1	Automatique	OFF	C1-2	-	OFF 1	-	-
Ht	Température élevée	Automatique	-	-	-	-	-	ON*
Lt	Température ambiante basse	Automatique	-	-	-	-	-	ON*
AHt	Température élevée au démarrage de la PAC	Automatique	OFF	-	OFF	OFF	-	-
ALt	Température basse au démarrage de la PAC	Automatique	OFF	-	OFF	OFF	-	-
ELS	Basse tension sur l'alimentation	Automatique	-	-	-	-	-	-
EHS	Tension élevée sur l'alimentation	Automatique	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Ed1	Erreur EVD 1 tLAN	Automatique	OFF C1-2	-	OFF	-	-	ON
HA1	Avertissement température élevée	Automatique	-	-	-	-	-	-
HA2	Avertissement température élevée	Automatique	-	-	-	-	-	-
Eb1	Alarme batterie EVD 1	Automatique	OFF C1-2	-	OFF	-	-	ON
Eb2	Alarme batterie EVD 2	Automatique	OFF C3-4	-	OFF	-	-	ON
L	Avertissement basse charge	Automatique	-	-	-	-	-	-

8 - Annexes

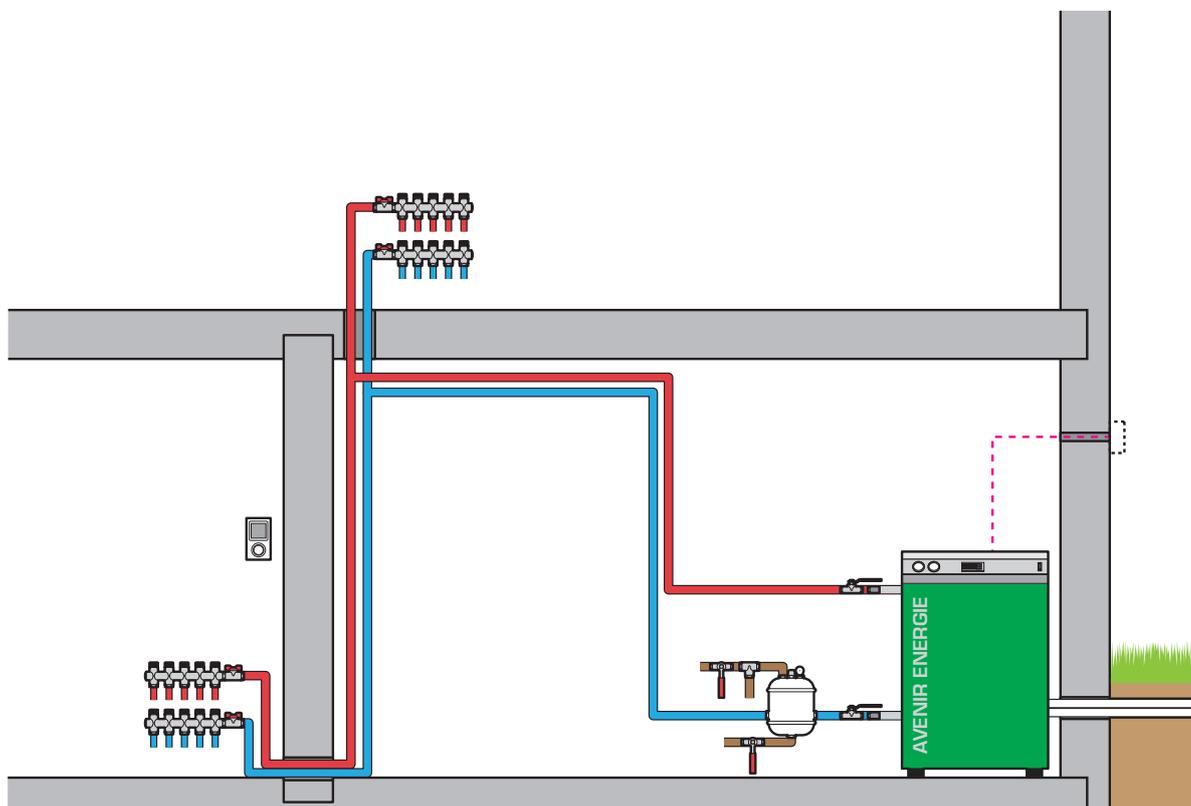
8.1 - Caractéristiques de fonctionnement normal

	Géothermie		Aérothermie
	SOL-EAU	EAU-EAU	AIR-EAU
		Eau glycolée	Eau perdue
Température de condensation	5°C de plus côté vapeur que la température de sortie d'eau		
Température d'évaporation	De 0°C au début de l'hiver jusqu'à - 10°C en fin d'hiver	De 2 à 4°C	10°C de moins que la température d'air (pour une batterie propre)
Surchauffe	De 10 à 15K	De 4 à 7K	De 5 à 7K
Sous refroidissement	De 5 à 7K	De 5 à 7K	De 5 à 7K

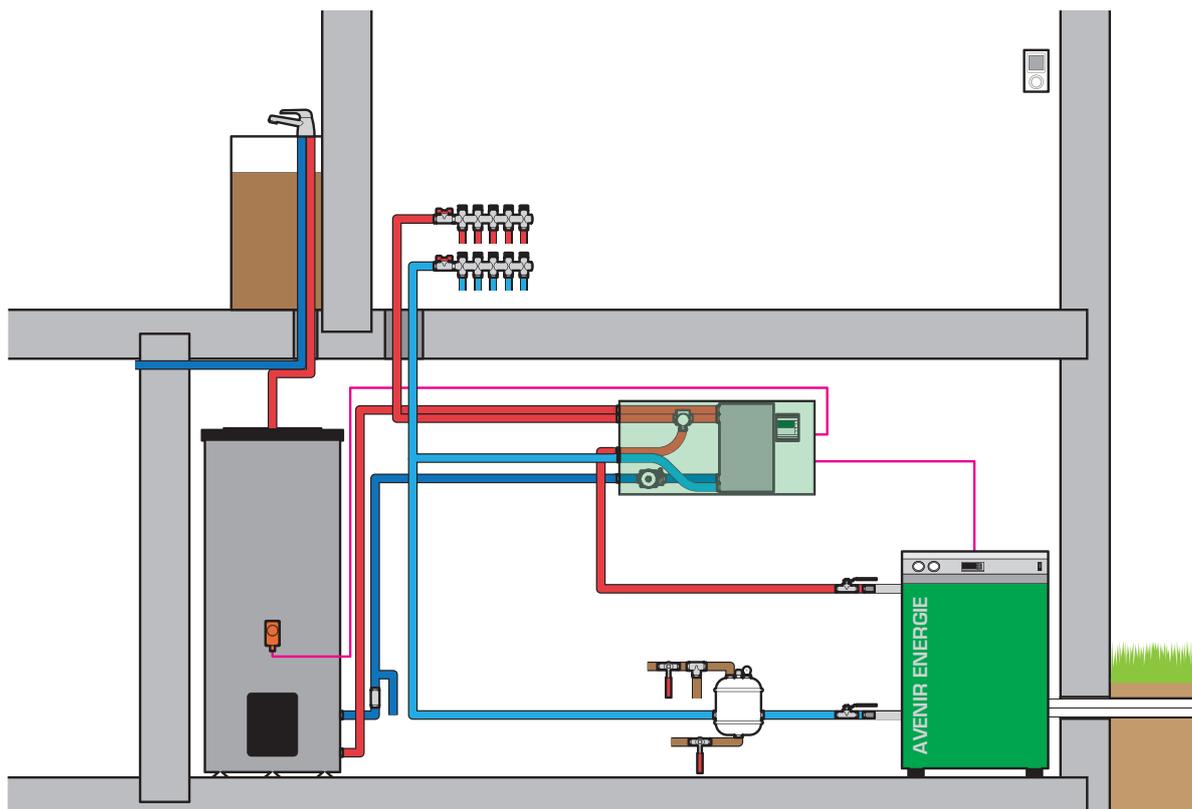
1. Repérer dans le tableau ci-dessus la machine examinée pour prendre connaissance des valeurs des paramètres de son fonctionnement normal (HP, BP, Sch, SR).
2. A l'aide des manomètres et thermomètres, relever ces températures sur la machine puis les comparer aux valeurs indiquées dans le tableau, afin de déterminer si les paramètres sont normaux.

8.2 - Schémas hydrauliques standards

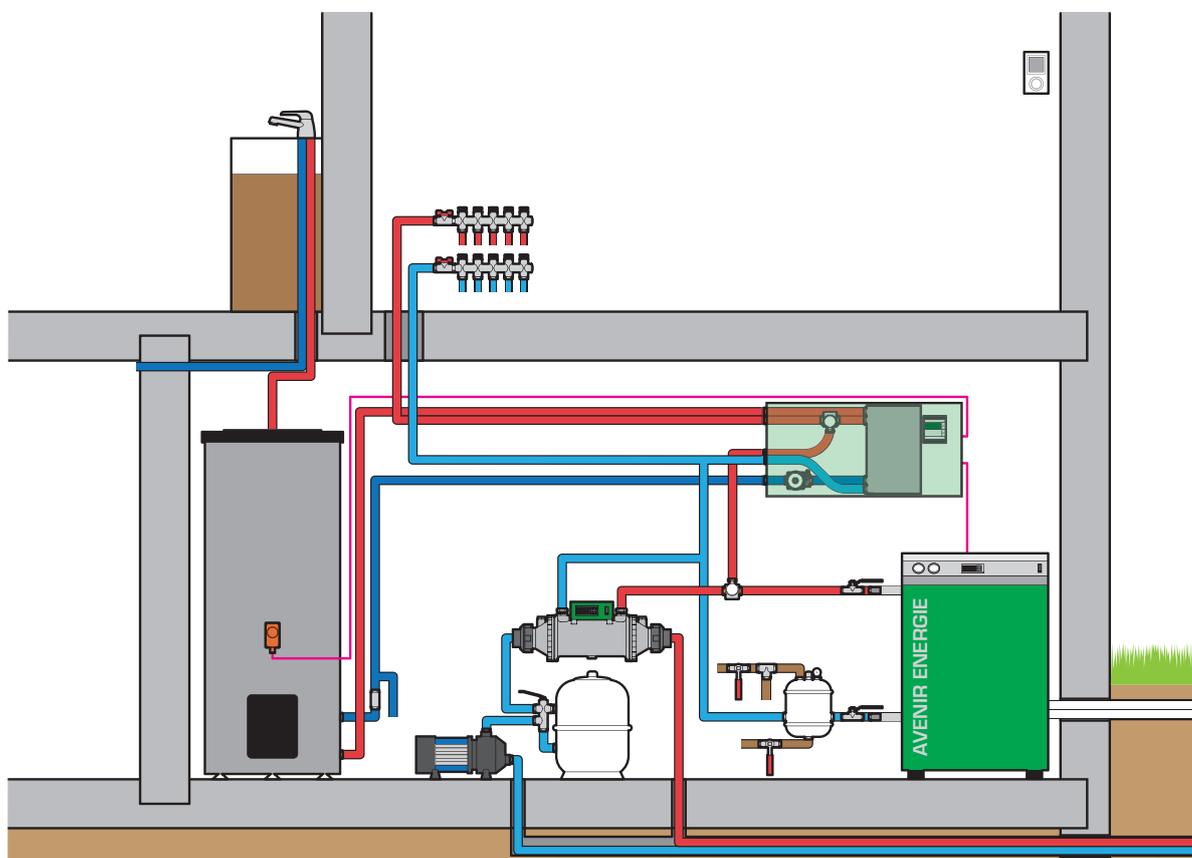
Plancher chauffant



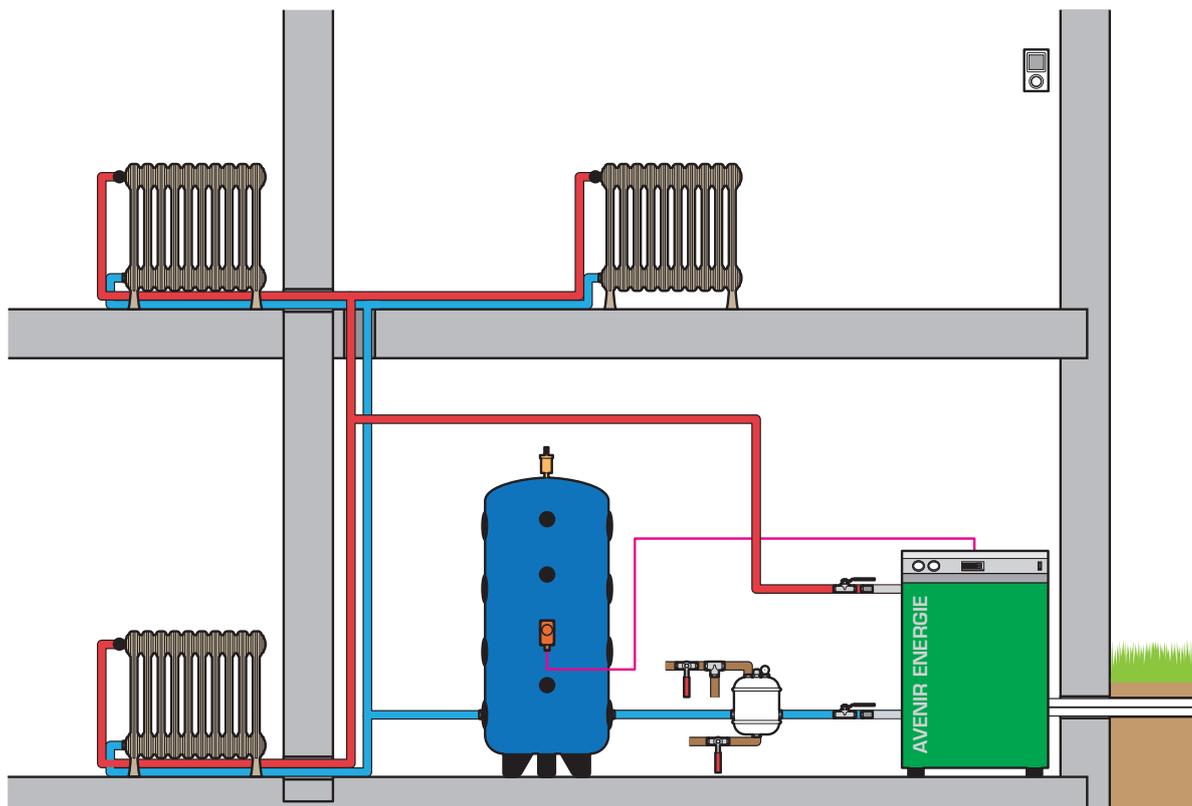
Plancher chauffant et Eau Chaude Sanitaire



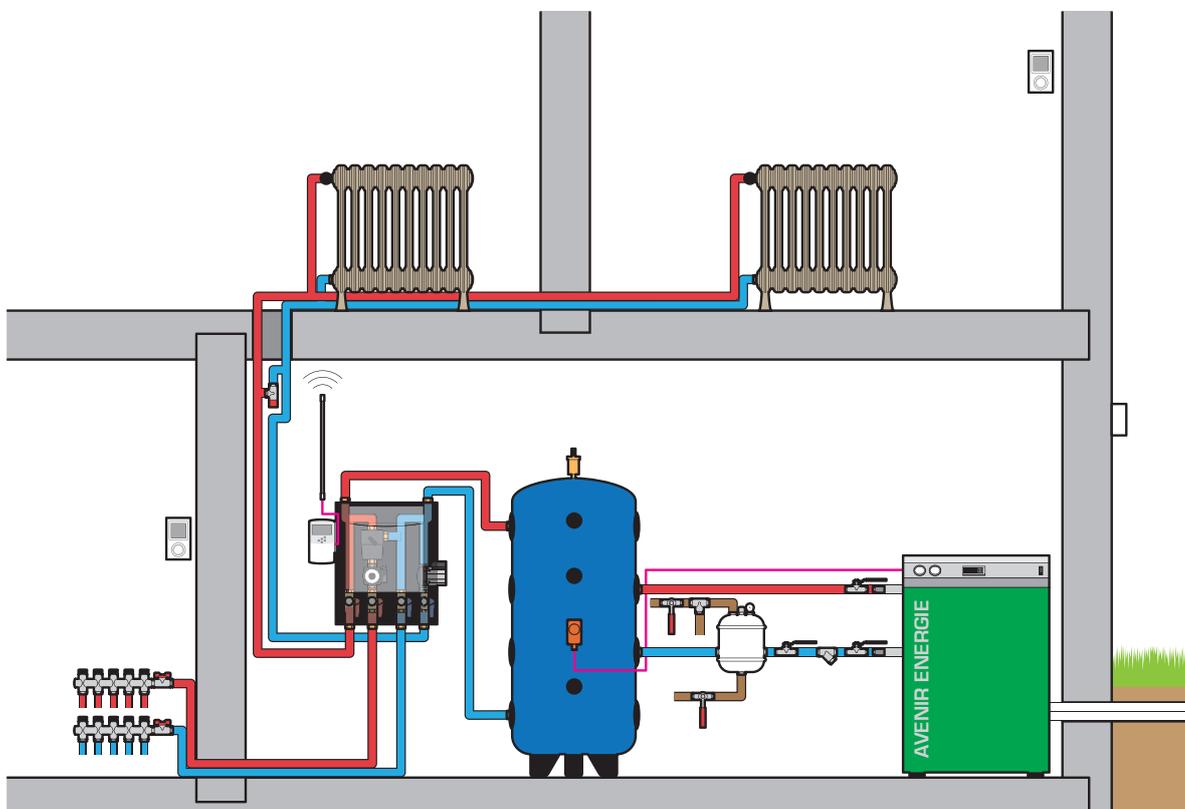
Plancher chauffant, Eau Chaude Sanitaire et chauffage piscine



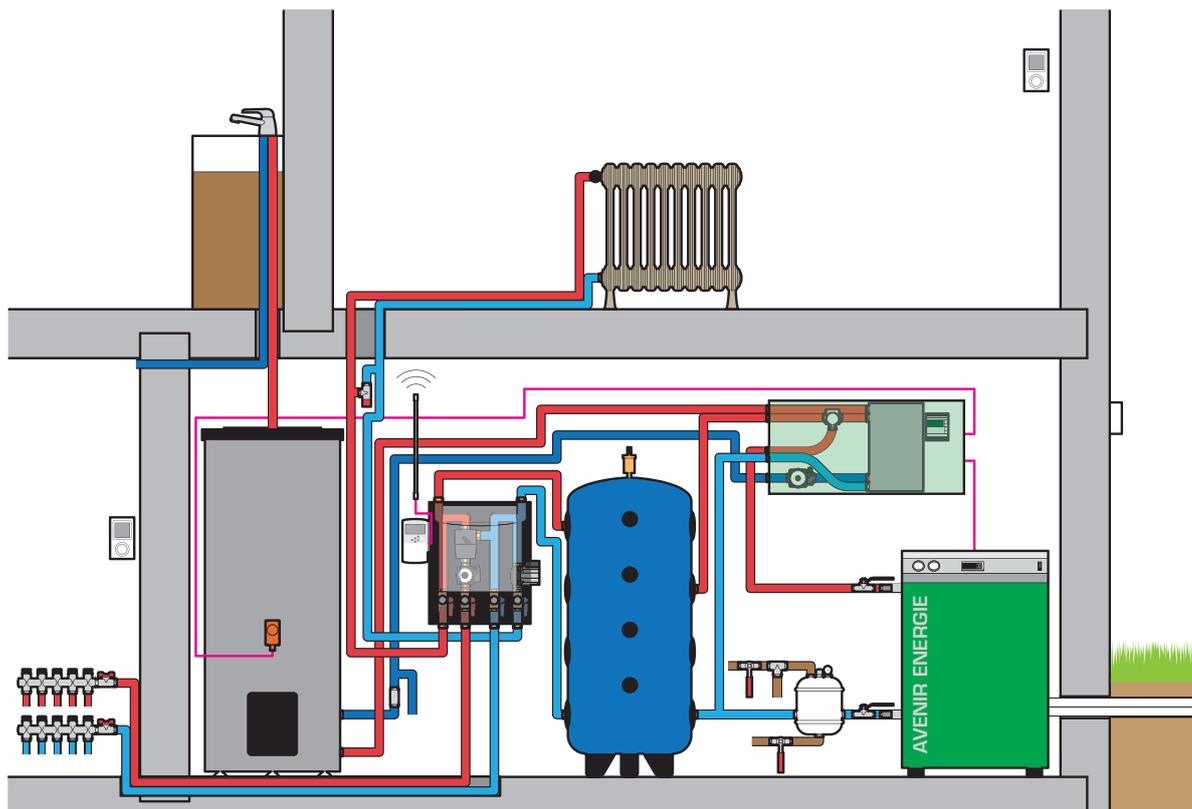
Radiateurs



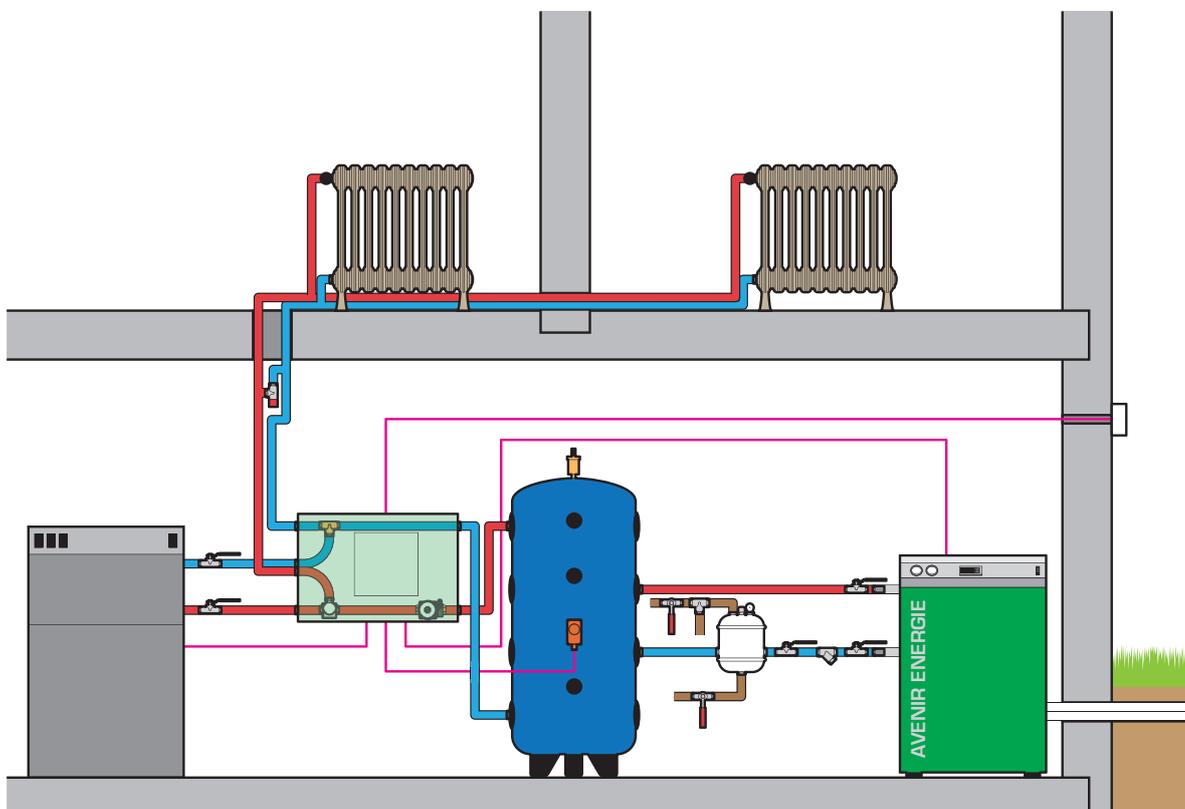
Régulation 2 zones

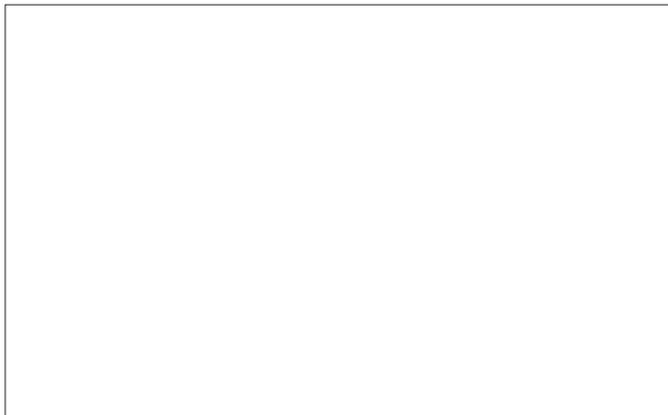


Plancher chauffant, radiateurs et Eau Chaude Sanitaire



Relève de chaudière





AVENIR ÉNERGIE
G E O T H E R M I E & A E R O T H E R M I E

Member of the Danfoss Group

13, Rue Emmanuel Chabrier - ZA Mozart II - BP 126 - 26905 VALENCE CEDEX 9
Tél : 04 75 82 28 90 - Fax : 04 75 82 28 91