

Géothermie Aérothermie

La nature énergie de votre confort

Les pompes à chaleur dans l'habitat individuel
Guide de choix
Installation



AVANT PROPOS

Le présent document se propose de rappeler et de préciser à titre de conseils pratiques, les règles techniques professionnelles minimales pour l'étude et la réalisation des systèmes de pompes à chaleur destinés au chauffage ou au chauffage - rafraîchissement des locaux résidentiels.

Il traite :

- des conditions d'études, et de conception,
- des conditions d'emploi,
- de l'installation,
- de la maintenance

Ce document fait appel aux travaux de l'Association Française pour les Pompes A Chaleur (AFPAC) qui regroupe différents spécialistes des techniques de chauffage thermodynamique.

Cet ouvrage traite plus spécialement des systèmes de chauffage et chauffage/rafraîchissement destinés au résidentiel individuel et dont le générateur est une Pompe à Chaleur air / eau, eau/eau, ou eau glycolée / eau.

Ce cahier technique est un complément aux normes, DTU, et autres réglementations en vigueur. Les recommandations données dans ce document devront être prises en compte tout au long de la réalisation, de la conception à la mise en service et lors de la maintenance.

Remerciements :

A l'AFPAC et ses membres, au COSTIC et à EDF qui ont réalisés les guides techniques, matière de base de cet ouvrage.

A la société Ecoénergie spécialisée en installation de Pac géothermique pour ses photos de chantier.

A la société Haka-Gerodur constructeur de sondes géothermiques pour son crédit photo.

A tous les collaborateurs Ciat et en particulier Georges Bollard qui m'ont fournis photos et schémas.

A Frédéric Bruyère qui a commandé cet ouvrage.

1	NOTRE PLANETE, SOURCE D'ENERGIE RENOUVELABLE	6
1.1	LES AVANTAGES DE SE CHAUFFER AUX ENERGIES RENOUVELABLES	6
1.2	QUELLE ENERGIE RECUPERER ?.....	6
1.2.1	L'ENERGIE CONTENUE DANS LE SOL OU « GEOTHERMIE ».....	6
1.2.2	L'ENERGIE CONTENUE DANS L'AIR OU « AEROTHERMIE ».....	6
2	PRINCIPE DE LA POMPE A CHALEUR	7
2.1	PRINCIPE DE BASE.....	7
2.2	COEFFICIENT DE PERFORMANCE	7
2.3	LES DIFFERENTS TYPES DE POMPE A CHALEUR.....	8
2.3.1	Les Pompes à Chaleur AEROTHERMIQUES:.....	8
2.3.2	Les Pompes à Chaleur GEOTHERMIQUES.....	9
2.4	NORMALISATION, REGLEMENTATION ET CERTIFICATION.....	9
2.5	CARACTERISTIQUES DES POMPES A CHALEUR.....	9
3	CHOISIR SON TYPE DE POMPE A CHALEUR	10
3.1	QUELLE PUISSANCE POUR LA POMPE A CHALEUR ?	11
4	LA GEOTHERMIE	12
4.1	RECUPERATION D'ENERGIE SUR EAU DE NAPPE.....	12
4.1.1	PUIT ARTESIEEN (ALIMENTATION DIRECTE)	13
4.1.2	FORAGE (ALIMENTATION DIRECTE).....	14
4.1.3	QUALITE DE L'EAU	14
4.1.4	PUITS ou FORAGE AVEC ECHANGEUR INTERMEDIAIRE.....	15
4.1.5	EXEMPLE DE SELECTIONS D'ECHANGEURS A PLAQUES ET JOINTS DEMONTABLES.....	16
4.1.6	DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE A CHALEUR	16
4.1.7	RESUME DES CONSEILS.....	17
4.2	RECUPERATION PAR CAPTEUR HORIZONTAL	17
4.2.1	PRINCIPE	17
4.2.2	DIMENSIONNEMENT DU CAPTEUR.....	17
4.2.3	REALISATION.....	18
4.3	RECUPERATION PAR CAPTEURS VERTICAUX (SONDES GEOTHERMIQUES).....	21
4.3.1	PRINCIPE	21
4.3.2	DIMENSIONNEMENT DE LA SONDGE GEOTHERMIQUE	21
4.3.3	EXEMPLE DE REALISATION D'UN CAPTEUR VERTICAL.....	23
4.3.4	SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION.....	24
4.3.5	EVOLUTION SUR UNE ANNEE DE LA TEMPERATURE DU CAPTEUR.....	25
5	LES POMPES A CHALEUR POUR LA GEOTHERMIE	25
5.1	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	25
5.2	LES POMPES A CHALEUR EAU/EAU ou EAU GLYCOLEE/EAU AUREA MODULO.....	26
5.3	SCHEMA DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE D'UNE AUREA MODULO	27
5.4	RACCORDEMENTS HYDRAULIQUES D'UNE AUREA MODULO	27
5.5	LE DIMENSIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR EAU/EAU ou EAU GLYCOLEE/EAU.....	28
5.6	DIMENSIONNEMENT DE L'APPOINT	28
5.7	POMPES A CHALEUR EAU/EAU INSTALLEES DANS LES LOCAUX FERMES	28
5.8	CONSEILS D'IMPLANTATION DES PAC EAU/EAU.....	29
6	L'AEROTHERMIE	30
6.1	PRINCIPE	30

7	LES POMPES A CHALEUR POUR L'AEROTHERMIE.....	31
7.1	DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU.....	31
7.2	EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU.....	32
7.2.1	<i>CALCUL DES DEPERDITIONS DU VOLUME TRAITÉ PAR LA POMPE A CHALEUR.....</i>	<i>32</i>
7.2.2	<i>EXEMPLE D'AIDE A LA SELECTION D'UNE PAC AIR/EAU.....</i>	<i>33</i>
7.3	ASPECTS ACOUSTIQUES DES POMPES A CHALEUR AIR/EAU.....	34
7.3.1	<i>BRUIT AU VOISINAGE - REGLEMENTATION.....</i>	<i>34</i>
7.4	IMPLANTATION D'UNE PAC AIR/EAU.....	35
7.4.1	<i>IMPLANTATION EXTERIEURE CHOIX DE L'EMPLACEMENT.....</i>	<i>35</i>
7.4.2	<i>IMPLANTATION EN LOCAL SEMI OUVERT.....</i>	<i>36</i>
7.4.3	<i>QUELQUES REGLES DE BASE DOIVENT ETRE RESPECTEES :.....</i>	<i>36</i>
7.5	INSTALLATION.....	37
8	LES SYSTEMES DE DISTRIBUTION DE CHALEUR.	40
8.1	LES 3 GRANDS PRINCIPES.....	40
8.2	LES PLANCHERS CHAUFFANTS / RAFRAICHISSANTS.....	42
8.2.1	<i>LES PRODUITS DISPONIBLES SUR LE MARCHE REPONDENT A DIFFERENTES NORMES ET (OU) AVIS TECHNIQUES - RAPPEL DES NORMES EXISTANTES.....</i>	<i>42</i>
8.2.2	<i>AVIS TECHNIQUES.....</i>	<i>42</i>
8.2.3	<i>PRECONISATION ET GUIDE TECHNIQUE.....</i>	<i>42</i>
8.2.4	<i>DESCRIPTION.....</i>	<i>43</i>
8.2.5	<i>CONCEPTION DES PLANCHERS CHAUFFANTS.....</i>	<i>45</i>
8.2.6	<i>DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS.....</i>	<i>46</i>
8.2.7	<i>CONCEPTION DES PLANCHERS CHAUFFANTS / RAFRAICHISSANTS.....</i>	<i>47</i>
8.2.8	<i>DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS /RAFRAICHISSANTS.....</i>	<i>49</i>
8.2.9	<i>INSTALLATION.....</i>	<i>50</i>
8.3	LES VENTILO-CONVECTEURS.....	51
8.3.1	<i>PERFORMANCES - CERTIFICATION.....</i>	<i>51</i>
8.3.2	<i>DESCRIPTION.....</i>	<i>51</i>
8.3.3	<i>DIMENSIONNEMENT.....</i>	<i>52</i>
8.3.4	<i>SELECTION.....</i>	<i>52</i>
8.3.5	<i>INSTALLATION.....</i>	<i>53</i>
8.4	LES RESEAUX HYDRAULIQUES.....	56
8.4.1	<i>POMPES DE CIRCULATION.....</i>	<i>57</i>
8.4.2	<i>FILTRE.....</i>	<i>58</i>
8.4.3	<i>DISTRIBUTION HYDRAULIQUE.....</i>	<i>58</i>
8.4.4	<i>COLLECTEURS DE DISRIBUTION.....</i>	<i>59</i>
8.4.5	<i>APPOINT.....</i>	<i>59</i>
8.4.6	<i>DISTRIBUTION AERAULIQUE.....</i>	<i>59</i>
8.4.7	<i>SYSTEME AVEC BALLON DE STOCKAGE (OU TAMPON).....</i>	<i>60</i>
8.4.8	<i>INSTALLATION AVEC RADIATEURS.....</i>	<i>60</i>
8.5	SCHEMAS TYPES DES DIFFERENTS SYSTEMES DE CHAUFFAGE :.....	61
8.5.1	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU SUR PLANCHER CHAUFFANT UNE ZONE.....</i>	<i>61</i>
8.5.2	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU SUR PLANCHER CHAUFFANT REGULATION PAR PIECE.....</i>	<i>61</i>
8.5.3	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR UNE ZONE ET VENTILO-CONVECTEURS SUR L'AUTRE.....</i>	<i>62</i>
8.5.4	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR DEUX ZONES AVEC REGULATION PAR ZONE.....</i>	<i>63</i>
8.5.5	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR DEUX ZONES (VARIANTE AU CAS PRECEDENT).....</i>	<i>63</i>
8.5.6	<i>POMPE A CHALEUR AIR/EAU AVEC VENTILO-CONVECTEUR EN PLAFONNIER.....</i>	<i>64</i>
8.6	RADIATEURS.....	65
8.6.1	<i>DESCRIPTION.....</i>	<i>65</i>
8.6.2	<i>DIMENSIONNEMENT ET SELECTION.....</i>	<i>65</i>
8.6.3	<i>INSTALLATION.....</i>	<i>65</i>
9	RACCORDEMENTS ELECTRIQUES.....	66

10	MISE EN SERVICE	67
10.1	MISE EN EAU DE L'INSTALLATION.....	67
10.2	VERIFICATION DE L'INSTALLATION.....	68
10.3	ESSAIS.....	69
10.3.1	<i>ESSAIS SUR L'EAU.....</i>	<i>69</i>
10.3.2	<i>ESSAIS SUR LA POMPE A CHALEUR.....</i>	<i>70</i>
10.3.3	<i>ESSAIS SUR LES UNITES TERMINALES A EAU.....</i>	<i>70</i>
10.3.4	<i>ESSAIS SUR LES RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU.....</i>	<i>70</i>
10.4	REGLAGES ET EQUILIBRAGE.....	71
10.4.1	<i>REGLAGES SUR LE CIRCUIT DE DISTRIBUTION.....</i>	<i>71</i>
10.4.2	<i>REGLAGE DU REGULATEUR.....</i>	<i>73</i>
10.5	MISE EN CHAUFFE INITIALE POUR LES INSTALLATIONS AVEC PLANCHER CHAUFFANT.....	73
10.6	CONTRÔLE DU BON FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION COMPLETE.....	73
10.7	MISE EN MAIN DE L'INSTALLATION.....	74
11	MAINTENANCE.....	75
11.1	LE CONTRAT DE MAINTENANCE.....	75
11.2	QUALIFICATION DE L'ENTREPRISE DE MAINTENANCE.....	75
11.2.1	<i>LA SURVEILLANCE PREVENTIVE.....</i>	<i>76</i>
11.2.2	<i>LE PETIT ENTRETIEN.....</i>	<i>76</i>
11.2.3	<i>LE DEPANNAGE.....</i>	<i>77</i>

1 NOTRE PLANETE, SOURCE D'ENERGIE RENEVELABLE.

La nature est un réservoir inépuisable d'énergie, chaque jour notre planète absorbe l'énergie solaire qu'elle stocke sous forme de calories dans l'air, dans le sol (les roches, la terre et l'eau).

Cette réserve de chaleur réapprovisionnée en permanence est inépuisable, gratuite et parfaitement valorisable par les Pompes à Chaleur.

1.1 LES AVANTAGES DE SE CHAUFFER AUX ENERGIES RENEVELABLES

Ceux ci sont nombreux.

- Eviter le recours à une installation de chauffage à énergie fossile, énergie de plus en plus rare et de plus en plus chère.
- Supprimer la pollution par les gaz de combustion et limiter les émissions de CO₂ (En France chaque ménage émet en moyenne 2,9 tonnes de CO₂ par an)
- Participer à la protection de l'environnement.
- Maîtriser son budget chauffage par de substantielles économies.
- Augmenter son bien-être et celui de sa famille en apportant le confort l'été.

ENERGIE	Fioul	Gaz naturel	Electricité direct	Electricité avec Pompe à Chaleur
Grammes de CO ² par kWh produit	750g	550g	210g	70g

Comparaison de dégagement de CO² en fonction des systèmes de chauffage

1.2 QUELLE ENERGIE RECUPERER ?

1.2.1 L'ENERGIE CONTENUE DANS LE SOL OU « GEOTHERMIE »

Le sol contient une importante quantité d'énergie renouvelée en permanence et issue en grande partie du rayonnement solaire . Cette énergie emmagasinée dans les couches superficielles et dans les eaux souterraines est parfaitement valorisable par **les pompes à chaleur eau/eau** pour les nappes phréatiques, **eau glycolée / eau** pour l'énergie stockée dans la terre ou la roche.

Trois techniques sont proposées :

- Captage des calories des eaux souterraines, puits, nappes phréatiques
- Captage des calories du sol par capteurs enterrés horizontaux.
- Captage des calories du sol par capteurs verticaux ou sondes géothermiques

1.2.2 L' ENERGIE CONTENUE DANS L' AIR OU « AEROTHERMIE »

L'atmosphère qui entoure la planète est directement réchauffée par le soleil et l'activité humaine. La masse thermique de l'air atmosphérique est très importante et constitue un potentiel énergétique élevé qu'il est possible de valoriser grâce **aux pompes à chaleur AIR/EAU**

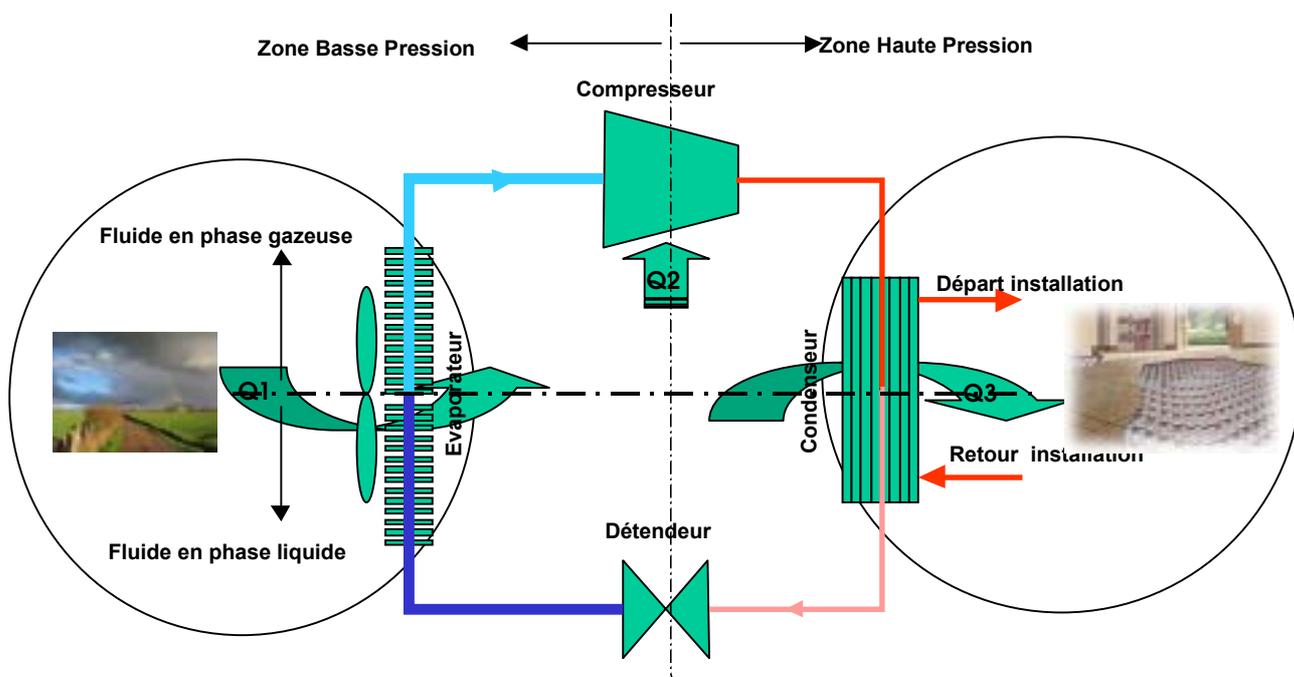
2 PRINCIPE DE LA POMPE A CHALEUR

La Pompe à Chaleur est un système capable de capter la chaleur de notre environnement à un niveau de température relativement bas pour l'amener à un niveau supérieur utilisable pour le chauffage des locaux.

2.1 PRINCIPE DE BASE

La chaleur est absorbée dans le milieu extérieur par l'**évaporateur** dans lequel un fluide frigorigène se vaporise à basse température et basse pression. Les vapeurs produites sont aspirées et comprimées par un **compresseur** entraîné par un moteur électrique. Elles sont ensuite refoulées, à haute pression et haute température vers le **condenseur**. Les vapeurs, dans ce dernier, en cédant leur chaleur au réseau de chauffage repassent à l'état liquide. La liaison entre la partie « haute pression » et la partie « basse pression » est assurée par un **détendeur** qui a pour rôle d'abaisser la pression et de ce fait la température du liquide venant du condenseur.

Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur AIR/EAU



$$\text{Énergie gratuite } Q_1 + \text{Énergie Electrique } Q_2 = \text{Énergie de Chauffage } Q_3$$

2.2 COEFFICIENT DE PERFORMANCE

Le coefficient de performance ou COP mesure l'efficacité d'une Pompe à Chaleur.

Dans le schéma précédent, la chaleur récupérée au condenseur (Q_3), qui est la chaleur utile pour chauffer le bâtiment, est égale à la chaleur absorbée à l'évaporateur (Q_1), l'énergie renouvelable et gratuite prélevée dans la nature, augmentée de l'équivalent thermique du travail de compression (Q_2), ce que l'on paie.

La chaleur utile pour assurer le chauffage de la maison est, en ordre de grandeur, **trois à quatre fois supérieure** à l'énergie nécessaire au travail de compression. On caractérise la performance énergétique de la pompe à chaleur en mode chaud par le coefficient de performance (COP) ou rapport :

$$\text{COP} = \frac{\text{Effet utile (chaleur utilisée dans l'habitat)}}{\text{Energie fournie au moteur du compresseur}} = \frac{Q_3}{Q_2}$$



IMPORTANT

Mettre en œuvre une Pompe A Chaleur constitue une solution très performante, qui permet de diviser par 3 ou plus la consommation d'énergie du chauffage, et contribue, à sa façon, à diminuer la pollution et à limiter les dégagements de CO².

2.3 LES DIFFERENTS TYPES DE POMPE A CHALEUR

Les différents types de pompe à chaleur utilisés sont les suivants :

2.3.1 LES POMPES A CHALEUR AEROTHERMIQUES

Ces pompes à chaleur sont installées à l'extérieur du bâtiment à chauffer et récupèrent les calories contenues dans l'air ambiant.



Pompe à
Chaleur
AIR/EAU
AQUALIS

Pompe à
Chaleur
AIR/EAU
AQUACIAT



2.3.2 LES POMPES A CHALEUR GEOTHERMIQUES

Ces pompes à chaleur sont installées à l'intérieur du bâtiment à chauffer et récupèrent la chaleur contenue dans le sol ou les eaux souterraines.



Pompe à
Chaleur
EAU/EAU
AUREA
MODULO



Pompe à
Chaleur
EAU/EAU
AUREA

2.4 NORMALISATION, REGLEMENTATION ET CERTIFICATION.

Les pompes à chaleur relèvent des normes concernant la mesure de performance, leur aptitude à l'usage et la sécurité électrique.

Ces normes imposent les exigences suivantes :

- des produits soumis aux essais de contrôle,
- des essais effectués de façon régulière et des résultats consignés,
- des garanties de qualité dues à des vérifications périodiques.

La certification européenne EUROVENT a été mise en place par les constructeurs, dans le but de garantir les performances annoncées dans les catalogues.



LES POMPES A CHALEUR :
AQUALIS - AQUACIAT
AUREA - AUREA /MODULO

Sont toutes agréées :
EUROVENT et PROMOTELEC

2.5 CARACTERISTIQUES DES POMPES A CHALEUR

Le concepteur d'une installation doit disposer des renseignements suivants :

- la puissance calorifique et frigorifique à divers points de fonctionnement .
- la puissance électrique absorbée en mode chaud et en mode froid le cas échéant,
- la puissance acoustique pondérée A
- les pertes de charge des échangeurs selon le mode froid ou le mode chaud.
- les températures limites réelles de fonctionnement,
Ce sont les limites des températures d'entrée et de sortie d'air ainsi que d'entrée / sortie d'eau entre lesquelles la pompe à chaleur est capable de fonctionner.
- les débits minima et maxima d'air et d'eau,
- les sécurités thermiques, électriques et frigorifiques,
- la charge en fluide frigorigène de la machine,
- le type de système de dégivrage pour les PAC AIR/EAU
- les protections contre les démarrages à froid,
- le poids et les moyens de levage.

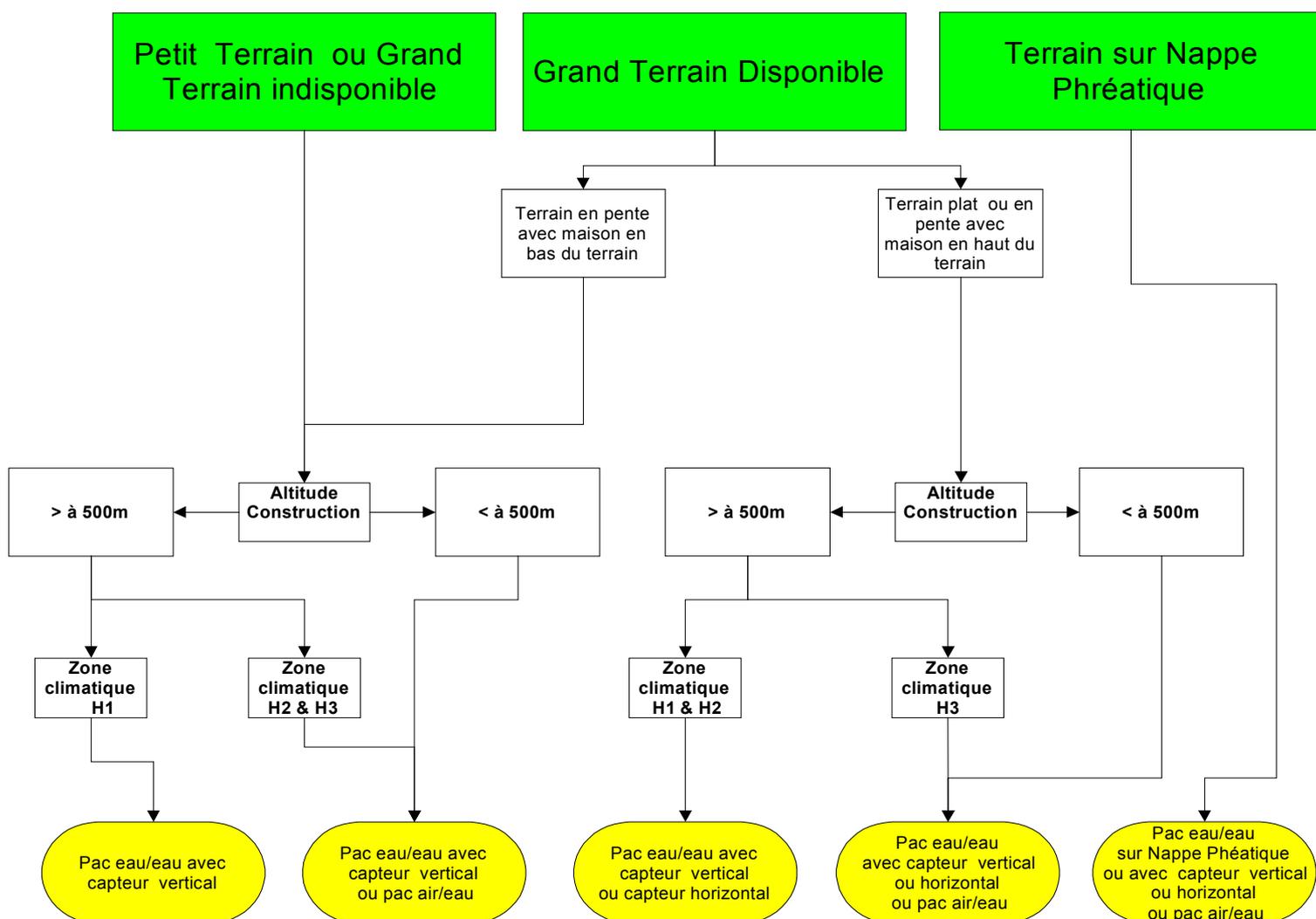
Tous ces renseignements, indispensables à une étude sérieuse, sont disponibles dans nos notices commerciales et techniques.

3 CHOISIR SON TYPE DE POMPE A CHALEUR.

Le Choix d'un type de pompe à chaleur est fonction de nombreux critères, qu'il est important de bien connaître avant de démarrer une étude :

- Disposition du terrain (région, altitude)
- Surface de terrain disponible ou non.
- Présence d'une nappe phréatique ou non
-

CHOISIR SON TYPE DE POMPE a CHALEUR



3.1 QUELLE PUISSANCE POUR LA POMPE A CHALEUR ?

La taille d'une pompe à chaleur est directement liée :

- aux déperditions du bâtiment à chauffer
- au type même de pompe à chaleur , AIR/EAU ou EAU/EAU
- au calcul économique qui peut être réalisé en amont (Voir outils CIAT).

- Dans un premier temps, il convient de faire établir une étude de déperditions par un Bureau d'étude spécialisé en la matière. Cette étude, obligatoire dans le cadre de la nouvelle réglementation thermique, est indispensable pour dimensionner au plus juste la pompe à chaleur et les émetteurs.

- Ensuite, on recherchera l'optimum entre le coût d'investissement et le coût d'exploitation annuel. Suivant le type de PAC utilisé, EAU/EAU ou AIR/EAU, il pourra être adjoint ou non un appoint électrique, qui permettra de minimiser l'investissement PAC sans grever le poste consommation. Dans un premier temps, et au niveau de l'approche commerciale, on pourra utiliser le logiciel d'aide à la vente (Voir outils CIAT) qui sera suffisant pour sélectionner la Pompe à Chaleur et établir un devis estimatif.



IMPORTANT :

- **Le choix d'un appareil de trop grande taille élève inutilement le coût de l'installation, sans amener une économie notable de la consommation du chauffage. Les risques de nuisances acoustiques sont accrus et le débit d'eau au condenseur doit être plus important, ce qui n'est pas toujours réalisable. De plus, le risque de fonctionnement en court cycle est alors élevé.**

- **Le choix d'un appareil de trop faible puissance n'est absolument pas envisageable pour les PAC EAU/EAU sans appoint, et pour les PAC AIR/EAU avec appoint, entraîne une consommation énergétique plus importante provoquée par des périodes plus longues de fonctionnement de celui ci. Ce phénomène n'est que partiellement compensé par un coût d'installation plus faible.**

Voir exemple traité chapitre 7.2.2

4 LA GEOTHERMIE

4.1 RECUPERATION D' ENERGIE SUR EAU DE NAPPE

Les eaux de nappes souterraines sont généralement à une température de 10 à 14 °C quelle que soit la saison. C'est une source d'énergie importante et stable qui peut parfaitement être utilisée pour le chauffage d'une villa, via une Pompe à Chaleur EAU/EAU.

Le prélèvement de l'eau de la nappe peut s'effectuer de deux manières :

- soit par un puits unique et dans ce cas, après passage dans la pompe à chaleur, cette eau est rejetée dans un réseau de surface , cours d'eau, mare, lac...
- soit par le principe du doublet, un forage pour pomper l'eau, et un forage pour réinjecter cette eau dans la nappe d'origine.

En ce qui concerne la récupération de chaleur sur les eaux de surface, (rivières, lacs, sources,) rien n'est acquis d'office. En effet, les trois paramètres importants pour calculer les possibilités de récupération sont:

- La température minimum de l'eau au plus froid de l'hiver.
- Le débit disponible.
- La qualité de l'eau.

Si l'on peut être certain :

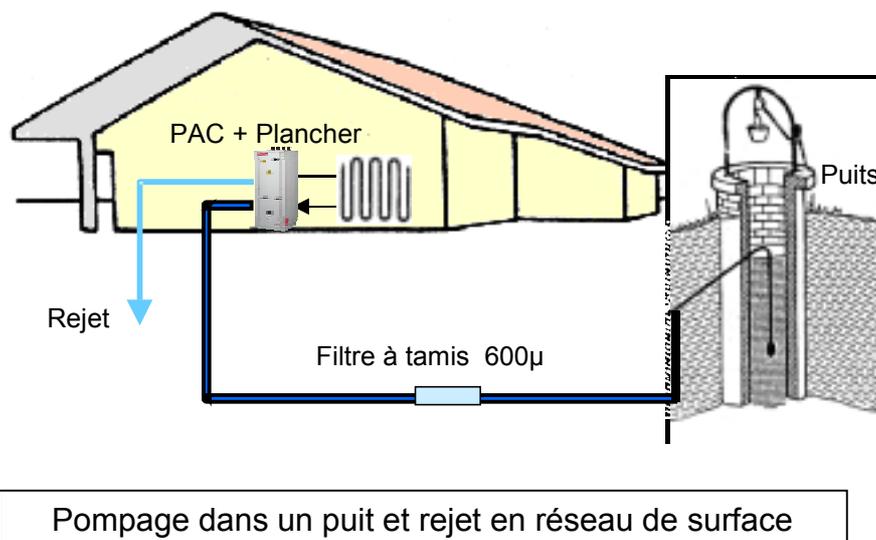
- que la température de l'eau ne sera jamais inférieure à 8°C,
- que le débit sera en permanence compatible avec le besoin du bâtiment à chauffer (en moyenne 1 à 2 m³/h pour une villa de 100 à 200m²)
- que l'eau n'est pas agressive ni polluée ou transportant des alluvions, alors l'utilisation d'une eau de surface est envisageable .



IMPORTANT:

Si l'on a quelques doutes sur la possibilité d'utiliser une eau de surface comme source froide , il est vivement recommandé de s'orienter vers une autre solution, soit géothermique avec capteur enterré horizontal ou verticale, soit aérothermique avec pompe à chaleur air / eau.

4.1.1 PUIT ARTESIEN (ALIMENTATION DIRECTE)

**IMPORTANT:**

tous les anciens puits ne sont pas alimentés par une nappe phréatique, mais certaines fois, uniquement par des sources, des infiltrations, ou des récupérations d'eau de pluie des toits. Dans ces cas là, il est peu probable que l'on obtienne le débit d'eau suffisant pour alimenter une pompe à chaleur. Seuls les puits plongeants dans une nappe phréatique pourront être utilisés. Il est donc important de s'assurer de la qualité du puit avant d'entreprendre une étude.

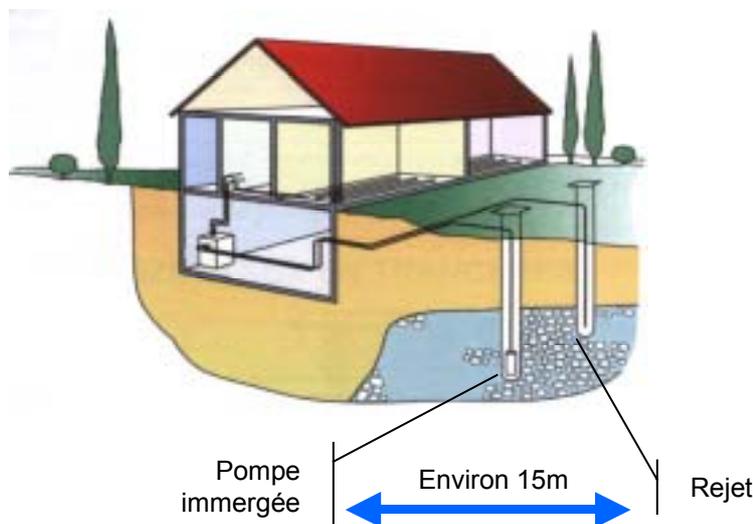
Dans un premier temps, on réalisera une enquête de voisinage afin de bénéficier de l'expérience d'un voisin ayant eu à installer une pompe à chaleur et (ou) un captage d'eau de même nature.

Dans un deuxième temps, il faudra tester le puit. Pour ce faire, on utilisera une pompe de surface ou une pompe immergée capable de remonter un débit correspondant au besoin du projet (1 à 2 m³/h en moyenne pour une villa). Au démarrage de la pompe, le niveau d'eau dans le puits doit descendre rapidement puis se stabiliser au bout de quelques minutes. A ce moment là, il faut repérer le niveau de l'eau, et laisser le pompage se poursuivre, tous les quarts d'heure, mesurer le niveau, celui ci ne doit pas changer.

Dans le cas d'alimentation d'une pompe à chaleur par un puits en direct, il est obligatoire de s'assurer que la pompe de puit ne véhicule pas mélangé à l'eau, du sable ou de la boue. Pour protéger l'échangeur de la pompe à chaleur, il est impératif d'intercaler entre le puits et celle ci un filtre à tamis avec deux vannes d'isolement pour faciliter le nettoyage périodique. Ce filtre à tamis devra arrêter toutes les particules > à 600µ . Dans le doute sur la qualité de l'eau, on s'orientera vers la solution avec échangeur intermédiaire démontable et nettoyable. Cette solution est vivement recommandée pour protéger la Pompe à Chaleur contre toutes agressions dues à la qualité de l'eau.

4.1.2 FORAGE (ALIMENTATION DIRECTE)

Pompage dans un forage et rejet dans un deuxième forage



IMPORTANT :

Il est important de respecter entre le forage de pompage et celui de rejet, une distance minimum de 15m. Par ailleurs, si le captage se fait sur une nappe phréatique supportant un court d'eau, il faudra veiller à disposer le puits de rejet en aval du puit de pompage, le sens d'écoulement de la nappe phréatique étant bien évidemment le même que celui du fleuve qui la supporte.

Dans le cas d'alimentation d'une pompe à chaleur par un forage en direct, il est obligatoire de s'assurer que la pompe de forage ne véhicule pas, mélangé à l'eau, du sable ou de la boue. Pour protéger l'échangeur de la pompe à chaleur, il est impératif d'intercaler, entre le forage et celle-ci, un filtre à tamis avec deux vannes d'isolement pour faciliter le nettoyage périodique. Ce filtre à tamis devra arrêter toutes les particules $> 600\mu$. Dans le doute sur la qualité de l'eau on s'orientera vers la solution avec échangeur intermédiaire démontable et nettoyable (voir chapitre 4.1.4).

4.1.3 QUALITE DE L'EAU

Dans tous les cas d'utilisation d'une eau de nappe en direct sur une pompe à chaleur ou par l'intermédiaire d'un échangeur sur boucle primaire, il est indispensable de réaliser une analyse physico-chimique (type B3C3) de l'eau.

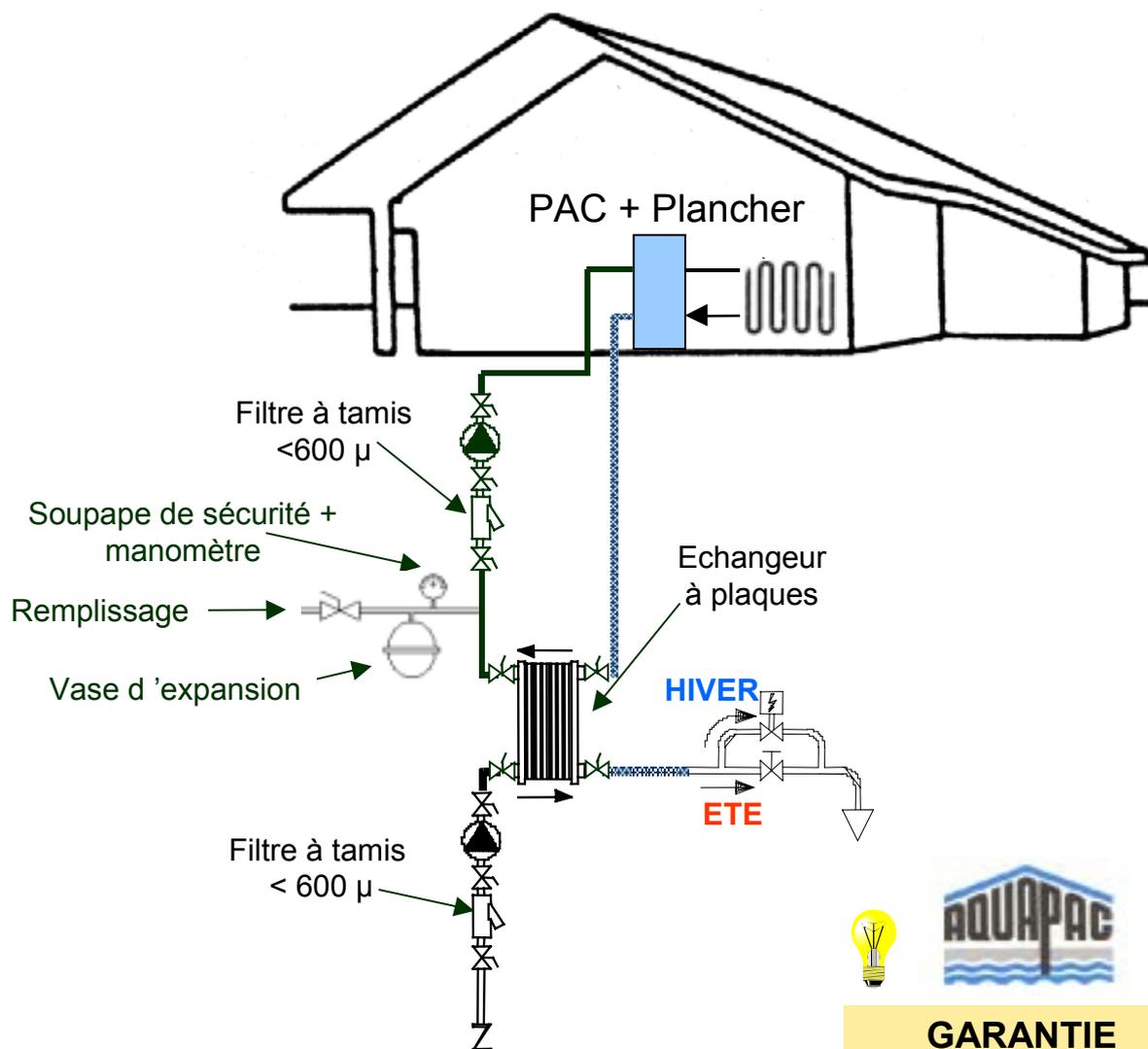
On mesurera :

- La dureté : présence de calcaire (risque de colmatage)
- L'agressivité : présence de fer, manganèse ou chlore (risque de corrosion et de dépôts)
- La turbidité : présence de boues fines (risque de colmatage)

A partir de l'analyse, il est possible de définir les matériaux à employer pour la crépine et l'échangeur intermédiaire (Inox 304 ou 316L, voir Titane si présence d'eau de mer), et d'évaluer la maintenance future de l'installation.

4.1.4 PUIITS OU FORAGE AVEC ECHANGEUR INTERMEDIAIRE

Cette solution couramment utilisée si l'on a des doutes sur la qualité de l'eau, les risques d'ensablement, ou de corrosion, consiste à intégrer entre le forage ou le puits et la pompe à chaleur un échangeur intermédiaire à plaques démontables. Cet échangeur sera placé à l'intérieur du bâtiment, dans un endroit facilement accessible pour la maintenance il est de plus conseillé de protéger contre le gel le circuit intermédiaire.



GARANTIE AQUAPAC

L'ADEME, le BRGM et EDF ont créé la procédure AQUAPAC qui garantit la ressource en eau.

Le Maître d'Ouvrage qui la souscrit est indemnisé si la recherche d'un débit d'eau suffisant échoue ou si le débit d'eau diminue après l'installation de la PAC..

**IMPORTANT :**

Afin de sécuriser les installations et éviter tout risque de gel en cas d'arrêt du système de chauffage ou de coupure de courant, nous préconisons de protéger les circuits hydrauliques (extérieur ou intérieur) avec un mélange eau + antigel + inhibiteur de corrosion.

Deux solutions possibles :

- Un produit prêt à l'emploi à base de mono propylène glycol 40% + inhibiteur de corrosion.
- Un produit à diluer.

Nota : ne pas utiliser de produit à base de mono – éthylène glycol (toxique).

Dans tous les cas, se reporter aux recommandations de nos notices techniques.

4.1.5 EXEMPLE DE SELECTIONS D'ÉCHANGEURS A PLAQUES ET JOINTS DEMONTABLES

PAC	Puissance frigo. KW *	SELECTION ECHANGEUR	Régime primaire		Régime secondaire	
			Eau 10 / 6 °C		MPG 30% 4 / 8 °C	
Modèle			Débit vol.	Perte de charge	Débit vol.	Perte de charge
			m3/h	kPA	m3/h	kPA
Auréa 20	3.72	PWA 18.11.9	0.8	1.2	0.84	1.9
Auréa 30	5.13	PWA 18.11.9	1.11	2.1	1.16	3.2
Auréa 40	7.2	PWA 18.11.13	1.55	1.9	1.62	2.8
Auréa 50	8.9	PWA 18.11.13	1.91	2.7	2	4
Auréa 60	11	PWA 18.11.17	2.36	2.4	2.47	3.6
Auréa 70	13	PWA 18.11.19	2.8	2.6	2.93	3.9
Auréa 80	14.6	PWA 18.11.21	3.15	2.7	3.3	4
Auréa 90	15.3	PWA 18.11.21	3.29	2.9	3.45	4.3
Auréa 120	22.1	PWA 18.11.27	4.77	3.6	5	5.2

4.1.6 DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE A CHALEUR

Une pompe à Chaleur sur nappe phréatique est généralement calculée pour assurer la totalité des besoins et dans ce cas elle sera sélectionnée pour satisfaire les déperditions à la température extérieure de base plus 20% (sécurité).

Si la pompe à chaleur n'est pas calculée pour assurer la totalité des besoins, il sera nécessaire d'adjoindre un appoint (généralement électrique) et dans ce cas, la puissance (PAC + Appoint) sera égale à 1,2 fois les déperditions à la température de base.

4.1.7 RESUME DES CONSEILS

- 120 litres, débit d'eau nécessaire pour une puissance fournie de 1kW.
- 1000 à 1500 litres/h, débit nécessaire pour une villa de 130 à 170m².
- 10m, profondeur maxi possible sans déclaration de prélèvement.
- Pour toutes profondeurs > à 10 m une déclaration est obligatoire à la DRIRE
- Filtration, indispensable pour protéger les échangeurs.
- Échangeur primaire nettoyable, vivement recommandé pour protéger la PAC.
- Étude de captage = Indispensable pour assurer la pérennité de l'ouvrage.
- 8°C = Seuil de température de l'eau de nappe en dessous duquel il n'est plus possible de récupérer les calories (dans ce cas, passer à une solution capteur horizontal ou vertical, ou Pompe à Chaleur AIR/EAU)

4.2 RECUPERATION PAR CAPTEUR HORIZONTAL

4.2.1 PRINCIPE

Le sol emmagasine tout au long de l'année la chaleur solaire . Cette source d'énergie en permanence reconstituée est donc disponible et valorisable par une pompe à chaleur EAU/EAU.

Le principe est simple: faire circuler dans des tubes enterrés un fluide qui se chargera de la chaleur du sol pour l'amener à la pompe à chaleur.

- Le fluide utilisé est un mélange eau+ glycol (saumure – 15°C)
- Le renouvellement de la chaleur du sol est assuré principalement l'été, mais aussi tout le reste de l'année lors de périodes ensoleillées
- La pluie participe aussi à la recharge énergétique du capteur.
- La chaleur récupérée provient à 95% de la chaleur solaire , les calories montant par convection des couches profondes n'est que de 0.2 à 0.5 W/m² donc négligeable.

4.2.2 DIMENSIONNEMENT DU CAPTEUR



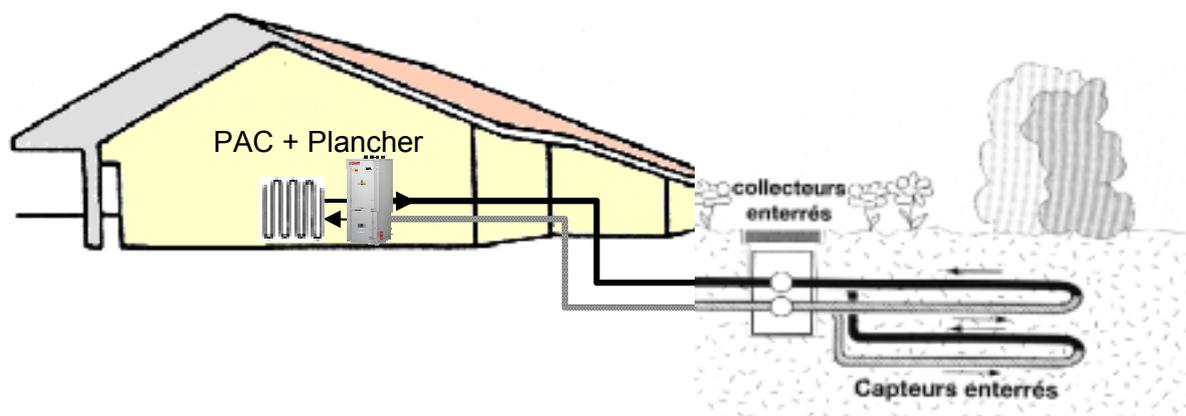
En première approche, il faut considérer que la surface de terrain disponible pour le capteur sera de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer

Exemple : Villa de 130m² chauffés \Rightarrow 200 à 260 m² de capteur

4.2.2.1 ETUDE DU SITE

- Etablir une étude précise du capteur en fonction :
 - des déperditions de la villa,
 - de la surface et de la nature du terrain,
 - du type d'engin disponible pour effectuer le travail de terrassement.
- Procéder à une investigation sur la nature du sol.
- Etudier le parcours du capteur qui contournera les obstacles éventuels. Plus le champ de captage sera important, plus le rendement du système sera amélioré. La surface au dessus du capteur sera perméable (pas de terrasse) et ne pas être traversée par des réseaux d'eau (risque de gel).

- Il est impossible de planter des arbres sur un capteur, par contre, pelouse, fleurs et petits arbustes peuvent y trouver leur place.



4.2.2.2 LES DIFFERENTS TYPES DE CAPTEURS HORIZONTAUX

3 types de capteurs sont généralement utilisés :

- Le capteur sur un niveau par décapage.
- Le capteur en tranchée à 2 tubes.
- Le capteur en tranchée à 4 tubes.

Puissance moyenne récupérée suivant les types de capteurs			
Configuration	Par mètre de tranchée (W/m)	Par mètre de tube (W/m)	Par m ² de terrain (W/m ²)
Décapage*	/	15*	37*
Capteur à 2 tubes*	30	15*	30*
Capteur à 4 tubes	44	11	37

(*) Pour les zones où la température extérieure est < -10°C, les valeurs sont 12W/m et 30W/m²

4.2.2.3 PARAMETRES INFLUENTS

- Le degré d'humidité : plus un terrain est humide plus un capteur est performant.
- La teneur en composés minéraux tel le quartz.
- La proportion et la taille des pores remplis d'eau.
- La consistance du terrain : les échanges seront plus importants dans un sol composé de terres végétales humides, par rapport à un sol composé de remblais rocheux.
- L'exposition du terrain : un terrain plein sud se régénère plus rapidement qu'un terrain exposé au nord.
- Les ombres portées : éviter de placer le capteur sur une zone de terrain à l'ombre une grande partie de la journée.

4.2.3 REALISATION

La longueur totale des tubes d'un capteur horizontal dépasse plusieurs centaines de mètres. Les tubes sont disposés en boucles d'au moins 40cm pour éviter un prélèvement énergétique trop important.

La puissance calorifique soutirée au sol sera au maximum de 30W/m²

4.2.3.1 MATERIAUX DU CAPTEUR

Les tubes à utiliser doivent être en matériaux de synthèse :

- Inerte par rapport au sol.
- Inerte par rapport aux liquides antigels.

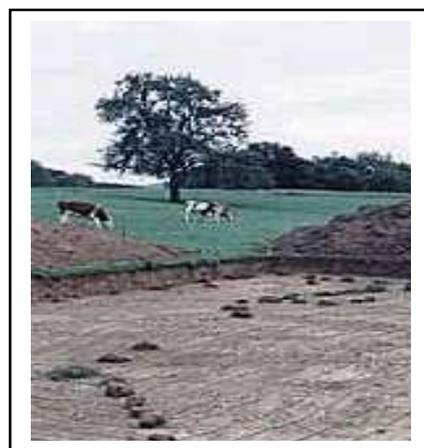
- Les différents types de tubes utilisés :
polyéthylène haute densité (PEHD),
polyéthylène réticulé (PER),
polyéthylène basse densité (PEBT) et
polybutène (PB)
- Diamètre : 20 à 40mm
- Epaisseur mini : 1,9 mm
- Point de fonctionnement mini : -5°C/-2°C
- La vitesse de l'eau dans le capteur sera calculée de manière à ne pas dépasser une perte de charge linéaire comprise entre 100 et 150 Pa / m (soit 10 à 15 mm CE / m)



4.2.3.2 POSE DU CAPTEUR



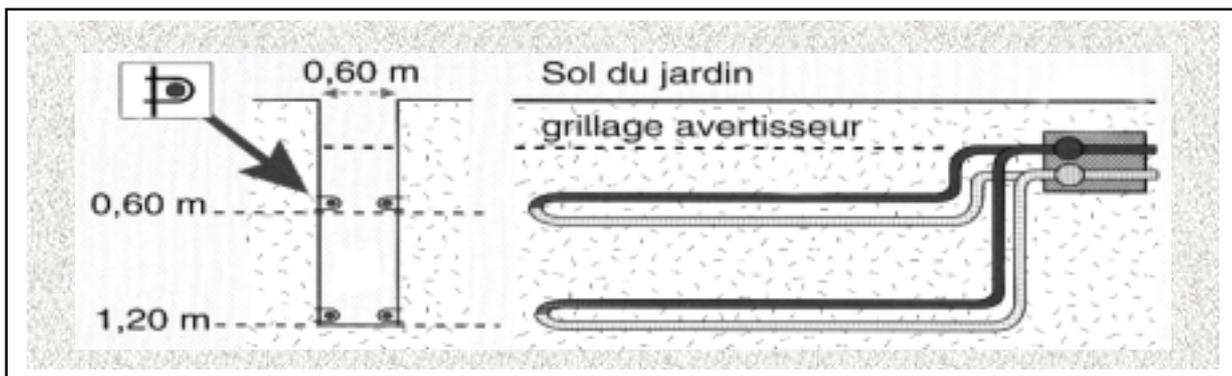
Fouille de 0,6 à 1,20m
Longueur maxi de tranchée 50m
Distance entre 2 tranchées 0,5m
Ratio : environ 2m de tube / m² de décapage.



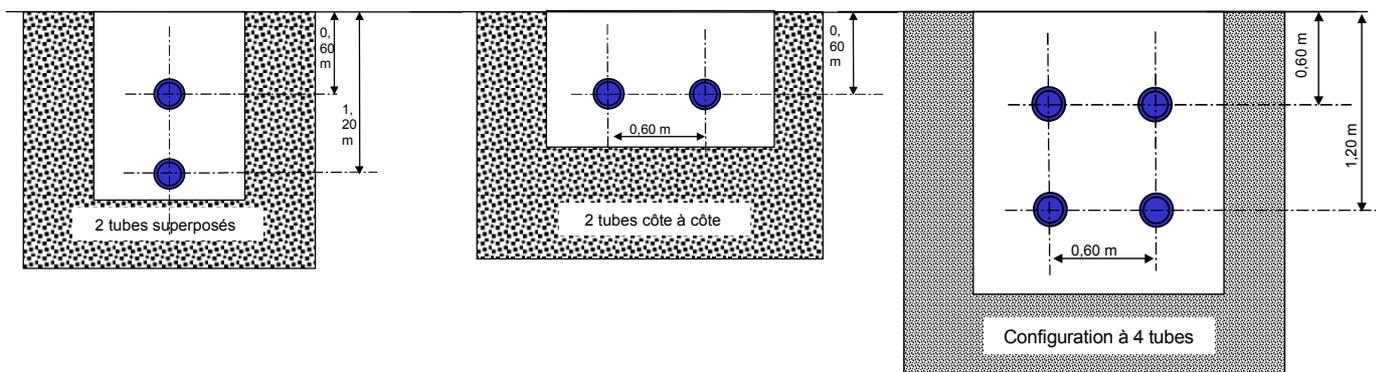
Décapage sur un seul niveau.
Profondeur 0,8m, mise hors gel.
Pas de 0.4m mini, Ø des tubes 25 mm,
Pose sur un lit de sable et repérage par un bornage de sa périphérie.

La mise en œuvre d'un capteur horizontal implique le respect de certaines règles :

- Centrer le capteur sur une ligne perpendiculaire à la maison pour avoir un circuit aller/retour de même longueur.
- Veiller à ce que chaque boucle soit de même longueur afin d' avoir des pertes de charges identiques.
- Vérifier que la pression hydrostatique du circuit le plus défavorisé soit dans les limites d'utilisation du tube
- Prévoir les robinets d'isolement et les purges au niveau des collecteurs afin de faciliter le remplissage des capteurs.
- Avant le remblaiement, il est indispensable de réaliser :
 - un plan de pose du capteur avec repérage par rapport à la construction.
 - un jeu de photo.
- Remblaiement avec lit de sable (150mm) si le sol et la terre risquent de blesser ou d'écraser les tubes



CONFIGURATION en TRANCHEES à 2 ou 4 TUBES



CONFIGURATION EN DECAPAGE

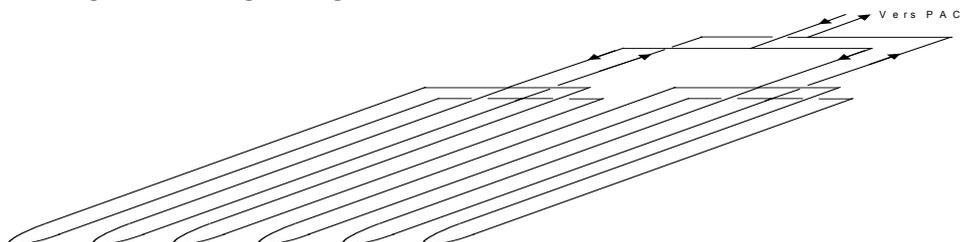


Tableau des distances minimales à respecter entre les capteurs et autres éléments du sites.

Obstacles	Distance minimale en mètres
Arbres	2
Réseaux enterrés non hydraulique	1,5
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations, etc...	3

4.2.3.3 OUTIL D'AIDE AU CALCUL D' UN CAPTEUR HORIZONTAL



Dimensionnement des capteurs enterrés horizontaux

Grille de renseignements à fournir



1- Renseignements client					
REFERENCE AFFAIRE	PAC EAU/EAU AUREA		Date	18-mai-05	
Nom - Prénom	Mr et Mme BOUCHET		Tél		
Adresse Rue			Ville	CHANAY	
			CP		
			Fax		
2- Renseignements sur l'habitat					
Surface habitable (en m ²)	120		<small>La surface habitable ne tient pas compte de la superficie des combles non aménagés (*) Cette valeur permet d'approcher les déperditions de la maison sans connaissance particulière des éléments constitutifs du bâti. Dans tous les cas, la construction devra respecter les prescriptions techniques pour être conforme à la réglementation thermique. En aucun cas CIAT ne pourrait être tenu responsable d'une mauvaise évaluation des besoins calorifiques.</small>		
Qualité du bâti	Bâtiment bien isolée	70 W/m ²			
Besoins calorifiques (estimation)*	8.4 Kw				
Puissance calorifique prévue	Coef.1,0	8.4 Kw			
3- Caractéristiques de la pompe à chaleur eau/eau		4- Quantité de fluide caloporteur		5- Renseignements sur le terrain	
Modèle AUREA	40	Longueur de la conduite d'alimentation	10 m	Qualité du sol * <input type="radio"/> sol sableux sec <input type="radio"/> sol sableux humide <input checked="" type="radio"/> sol argileux sec <input type="radio"/> sol argileux humide <input type="radio"/> sol aquifère	
Puissance frigorifique extraite Q	5.6 Kw	Volume d'eau dans le collecteur principal	0.33 L/m		
Puissance absorbée	2.6 Kw	Volume d'eau dans le capteur	0.21 L/m/circuit		
Puissance calorifique	8.2 Kw	Contenance en eau du capteur	140 L		
Températures eau échangeur extérieur delta T= 3 °C	0	Quantité de glycol à prévoir MEG 30%	42 L		
Températures eau échangeur intérieur	45	Volume d'eau minimum coté émetteur intérieur	59 L		
Débit d'eau dans l'échangeur extérieur	1 605 L/h				
6- Dimensionnement du capteur horizontal		7- Caractéristiques de la pompe de circulation		9- Dimensionnement du vase d'expans	
Puissance moyenne soutirée q_e	20 W/m ²	Débit total dans le capteur horizontal	1 605 L/h	Pression de tarage de la soupape	3 B
Surface de captage nécessaire S_e	280 m ²	Hauteur manométrique (HMT)	54.1 KPa	Pré Gonflage du vase d'expansion	0.5 l
Nbre de circuits de 100m	6 circuits	8- Pertes de charge du capteur horizontal		Suppression finale maxi	2.5 l
Débit par circuit	268 L/h	Pertes de charge de la PAC AUREA		Volume du vase d'expansion	8
Sélection du diamètre du tube PER	20 x 1,9	15.3 KPa			
Débit par circuit	0.36 m/s	Pertes de charge capteur + conduite d'alimentation			
Débit par circuit	26 x 2,3	38.8 KPa			

Le principe de récupération de chaleur est similaire aux capteurs horizontaux : faire circuler dans des tubes enterrés un fluide qui se chargera de la chaleur du sol pour l'amener à la pompe à chaleur. Dans le cas d'un capteur vertical, cette chaleur provient, pour une part de la chaleur du sous sol, et d'autre part de la chaleur solaire stockée dans la couche superficielle. Généralement les capteurs verticaux sont constitués de deux tubes en U, descendant à une profondeur de 100m environ et parcourus par un mélange eau + glycol (saumure – 15°C)

Le capteur est placé dans un forage vertical :

- Soit 1 tube en U
- Soit 2 tubes en U
- La puissance extraite est de 20 à 50 W / mètre linéaire de forage ce qui correspond à un prélèvement énergétique < à 100kWh/m*an.

4.3.2 DIMENSIONNEMENT DE LA SONDE GEOTHERMIQUE

Celui ci est fonction :

- De la puissance de la pompe à chaleur qui est elle même fonction des déperditions du bâtiment à chauffer.
- De la nature du terrain.
- De la nature du fluide circulant dans le capteur (eau + glycol et pourcentage de glycol)

Tableau des puissances pouvant être soutirées en W/m de sonde avec un régime d'eau glycolée à 15%, température moyenne la plus basse 0°C



Nature du terrain	Puissance soutirée maximale W/m
Mauvais sol (sédiments secs)	20 W/m
Sol en roche normale et sédiments aqueux	50 W/m
Roche avec haute conductibilité de la chaleur	70 W/m
Gravier, sable sec	20 W/m
Gravier, sable avec teneur en eau	55 - 65 W/m
Argile, limon humide	30 - 40 W/m
Calcaire massif	45 - 60 W/m
Grès	55 - 65 W/m
Magma Tite aigre (granit)	55 - 70 W/m
Magma Tite basique (basalte)	35 - 55 W/m
Gneiss	60 - 70 W/m
Gravier et sable dans la nappe souterraine avec écoulement très fort	80 - 100 W/m

Ratio Usual

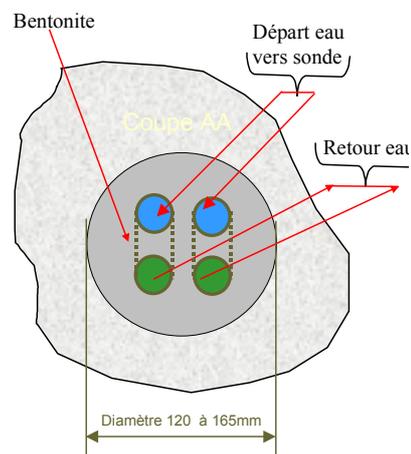
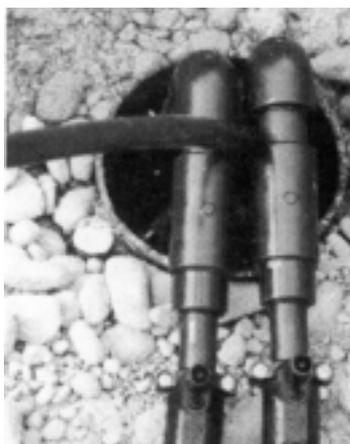
4.3.2.1 ETUDE DU SITE

- Procéder à une investigation sur la nature du sous sol. Le profil géologique doit être fait tous les 5 à 10 m pour procéder à l'estimation de la conductivité.
- Prélèvement d'échantillons avec indications de la position du forage et de la profondeur.

4.3.2.2 TECHNOLOGIE DU CAPTEUR



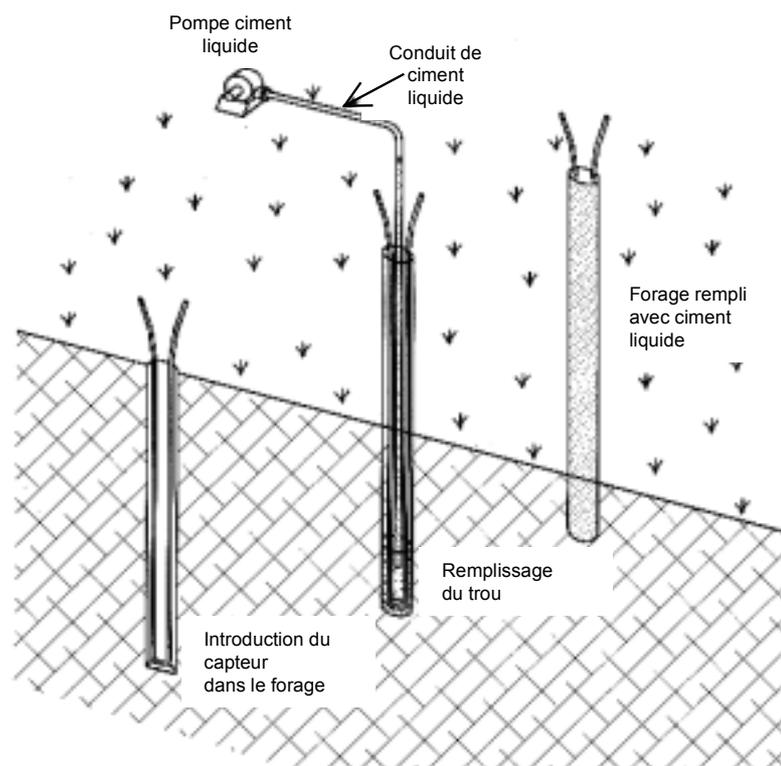
- **Les capteurs verticaux sont obligatoirement réalisés par des professionnels du forage qui utilisent des matériaux spécifiques répondant à la législation et aux contraintes d'un tel ouvrage .**
- Les capteurs sont en tubes de polyéthylène haute ou basse densité, Ø25,32 et 40mm prévus pour une pression nominale de 12,5 bar
 - Résistant à la corrosion
 - Résistant au froid et à la chaleur
 - Résistant aux impacts
 - Prévu pour une longue durée de vie (100ans)
 - A faible perte de charge
 - Soudé avec essais en pression.
- La partie inférieure du capteur ou pied de sonde est équipée d'un contre poids pour faciliter sa mise en place.
- Le forage sera d'une section 110 mm à 165 mm
- Une fois la sonde mise en place dans le forage celui ci sera rempli avec un mélange de ciment et de bentonite (ou produit similaire à base de cellulose) qui stabilise le forage dans sa géométrie originelle.

Pied de sonde
2 tubesPied de sonde
4 tubes

**IMPORTANT :**

Les travaux de forage sont réalisés suivant la législation en vigueur (code minier, loi sur l'eau) complétée éventuellement par des textes réglementaires locaux (arrêtés préfectoraux et (ou) municipaux). Avant toute opération, il est préférable de consulter les administrations concernées et faire appel à un hydrogéologue (le BRGM, sa filiale ANTEA, ou un bureau d'étude sous – sol) spécialisé et connaissant bien les démarches administratives

Les différentes phases de réalisation d'une sonde géothermique



4.3.2.3 RESPONSABILITES DU FOREUR

**IMPORTANT**

L'installation (forage + fourniture et insertion tubes + remplissage) est réalisé par un professionnel du forage formé à ces techniques.

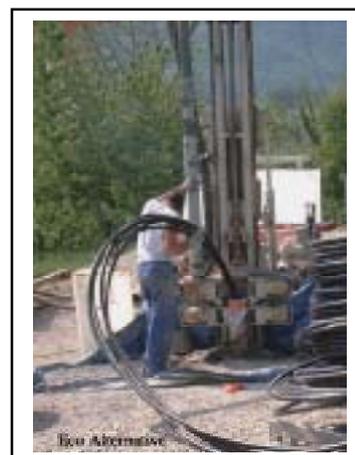
Celui ci est responsable des actions suivantes :

- Le calcul du capteur en fonction des besoins énergétiques et en respectant une perte de charge de 100 à 150 P/m.
- La réalisation du forage dans la limite de 2% maximum de déviation.
- La réalisation d'une pente jusqu'au collecteur pour faciliter la purge de la sonde.
- La vérification que la pression statique en bout de capteur soit dans les limites d'utilisation du tube.

4.3.3 EXEMPLE DE REALISATION D' UN CAPTEUR VERTICAL.

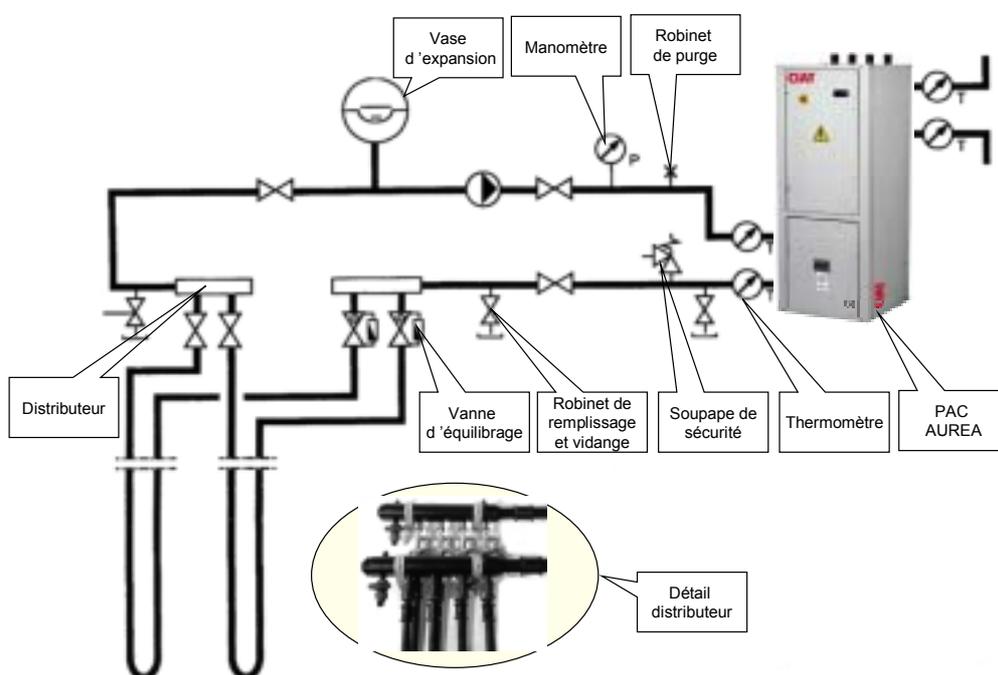


Forage

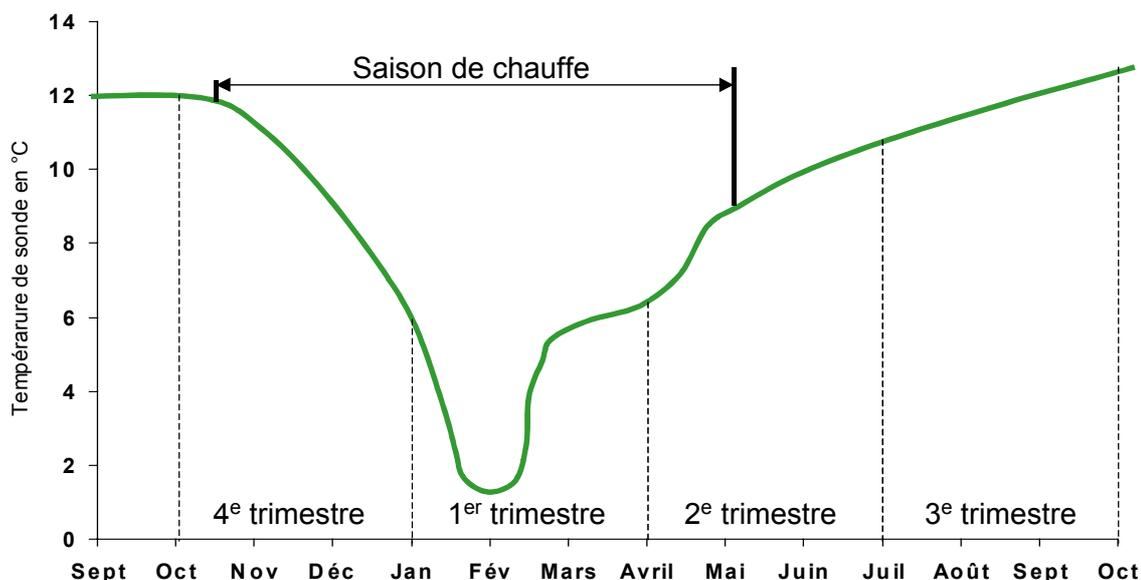


Pose de la sonde

4.3.4 SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION



4.3.5 EVOLUTION SUR UNE ANNEE DE LA TEMPERATURE DU CAPTEUR



5 LES POMPES A CHALEUR POUR LA GEOTHERMIE

Deux types de pompe à chaleur sont utilisés en géothermie :

- Les pompes à chaleur EAU/EAU ou EAU GLYCOLEE/EAU
- Les pompes à chaleur EAU/EAU ou EAU GLYCOLEE/EAU avec production d'eau chaude sanitaire.

5.1 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Production eau chaude et eau glacée, gamme de puissance couverte :
 - 5,2 kW à 32 kW calorifique
 - 5 kW à 26 kW frigorifique
- 9 modèles dans la gamme AUREA (20Z à 120Z), 7 modèles dans la gamme AUREA MODULO (40Z à 120Z)
- Appareil compact, accessibilité par l'avant, porte sur charnières pour une maintenance facilitée.
- Installation en local technique, encombrement réduit, faible surface au sol
- Caisson compresseur isolé thermiquement et phoniquement
- Alimentation hydraulique par le dessus (type chaudière)
- Compresseur rotatif scroll
- Fluide frigorigène R407c
- Inversion été / hiver par vanne 4 voies sur le circuit frigorifique.
- Contrôleur de débit d'eau sur chaque échangeur.
- Certification Eurovent

AUREA	20Z	30Z	40Z	50Z	60Z	70Z	80Z	90Z	120Z
AUREA MODULO	-	-	40Z	50Z	60Z	70Z	80Z	90Z	120Z
Puissances frigorifiques kW	4.9	6.7	9.1	10.9	13.7	16.3	18.3	18.7	26.2
Puissances calorifiques kW	5.2	7.0	9.8	12.3	14.5	17.5	19.6	22.5	32.3
Puissances absorbées kW	1.6	2.0	2.8	3.4	4.0	5.0	5.5	7.1	10.2
COP	3.25	3.5	3.5	3.61	3.62	3.5	3.56	3.16	3.16
Câbles électriques mm ²	2.5	4	6	2.5	2.5	2.5	4	4	6
Sectionneur général Am	25	25	25	25	25	25	25	25	45
Niveaux sonores dB(A)	38	40	42	42	43	44	44	48	50
Tension d'alimentation	230/1/50 Hz			400/3/50 Hz					

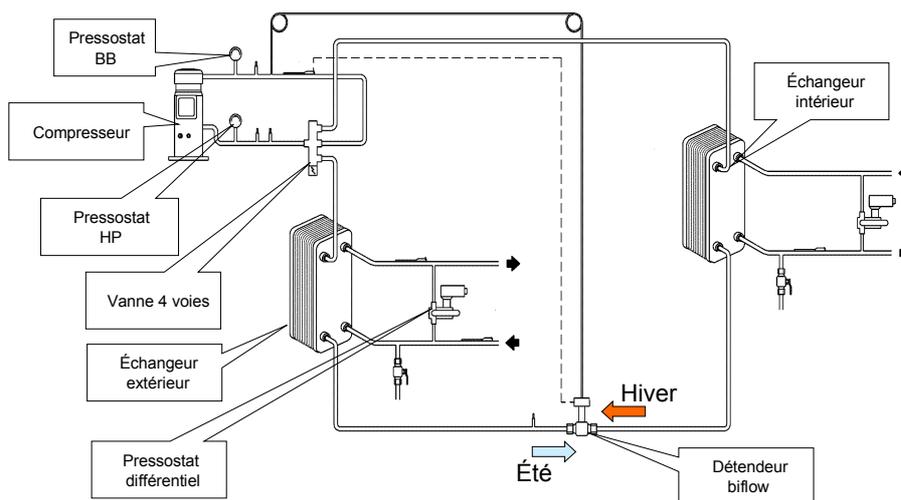


Schéma frigorifique d'une Pompe à chaleur eau/eau AUREA

5.2 LES POMPES A CHALEUR EAU/EAU OU EAU GLYCOLEE/EAU AUREA MODULO

Les pompes à chaleur EAU/EAU de la gamme AUREA MODULO ont pour particularité de produire simultanément de l'eau chaude pour le chauffage et pour l'eau sanitaire.

Caractéristiques complémentaires par rapport à l'AUREA :

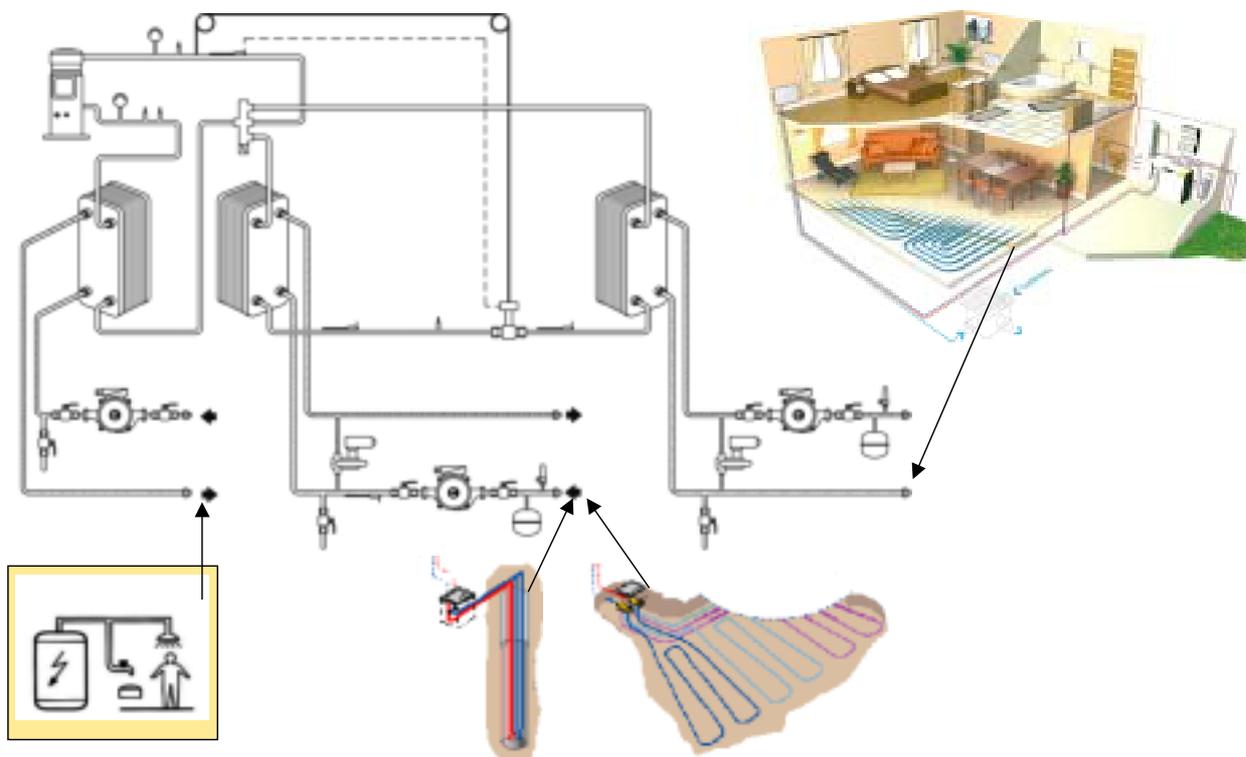
- Régulation μ CHILLER
- Carrosserie laquée, double paroi, isolation phonique améliorée.
- Accessoires hydrauliques sur les deux circuits :
 - circulateurs multi - vitesses avec vannes d'isolement.
 - vases d'expansion
 - vannes de remplissage et de vidange
 - pressostats différentiels et soupape de sécurité
- Production d'eau chaude sanitaire à 65°C maxi par désurchauffeur.
 - circulateur multi - vitesses avec vannes d'isolement et vanne de vidange
- 7 modèles



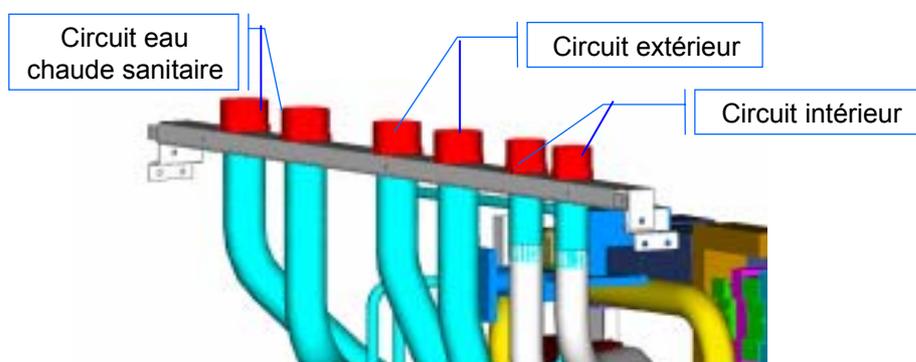
IMPORTANT :

La production d'eau chaude sanitaire est liée au fonctionnement du compresseur, lui même assujetti aux besoins d'eau chaude de chauffage ou d'eau glacée de rafraîchissement suivant la saison. De ce fait, il n'y a pas de production d'eau chaude sanitaire si il n'y a pas de besoin de chauffage ou de climatisation.

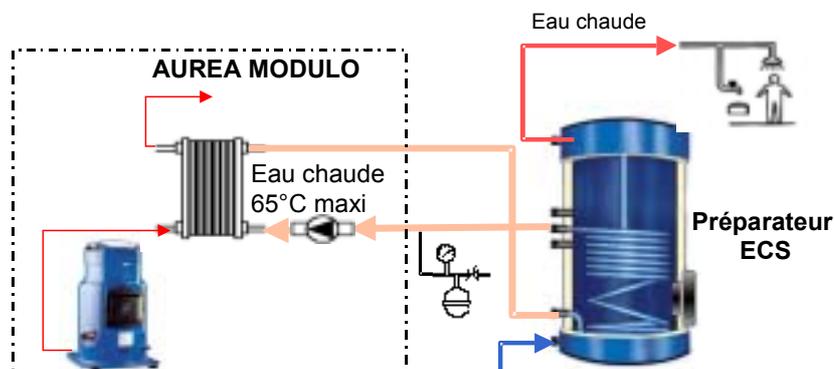
5.3 SCHEMA DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE D'UNE AUREA MODULO



5.4 RACCORDEMENTS HYDRAULIQUES D'UNE AUREA MODULO



Toutes les sorties sont regroupées sur la face supérieure



Raccordement de la PAC AUREA MODULO au préparateur d'eau

5.5 LE DIMENSIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR EAU/EAU OU EAU GLYCOLEE/EAU

La puissance calorifique de la pompe à chaleur est déterminée pour une valeur comprise entre 80 % et 120 % des déperditions du volume traité par la PAC.

$$0,8 \times \text{Déperditions} < P(\text{PAC}) \text{ à } T_b < 1,2 \times \text{Déperditions}$$

$P(\text{PAC})$ = Puissance calorifique de la pompe à chaleur restituée à la température extérieure de base.

T_b = Température extérieure de base.

5.6 DIMENSIONNEMENT DE L'APPOINT

L'appoint électrique de la zone couverte par le système est constitué d'un réchauffeur électrique, qui suivant les modèles, est intégré ou non à la pompe à chaleur.

Pour les pompes à chaleur eau/eau ou eau glycolée /eau, la puissance globale de la pompe à chaleur avec l'appoint électrique, doit être égale au minimum à 1,2 fois les déperditions calculées à la température extérieure de base du volume traité par la PAC.

$$P(\text{PAC} + \text{appoint}) = 1,2 \times \text{Déperditions}$$



IMPORTANT

- Une pompe à chaleur eau/eau ou sol/eau n'est pas nécessairement associée à un appoint électrique si elle a été calculée pour la totalité des déperditions.
- Si un appoint électrique est nécessaire, il sera toujours placé en série avec la pompe à chaleur et en aval de celle-ci, pour permettre à la PAC de travailler à basse température et toujours prioritairement sur l'appoint.
- La PAC doit toujours être installée au point le plus bas en température.

5.7 POMPE A CHALEUR EAU/EAU INSTALLEES DANS DES LOCAUX FERMES

Aucune disposition réglementaire ne concerne l'aération des locaux destinés à abriter les petites installations utilisant des fluides frigorigènes du groupe 1 (c'est-à-dire non inflammable et peu ou pas toxiques : ex : R407C, R410 A)

Cependant, il existe une norme NF EN 378-1 qui impose des limitations pour les PAC installées en maison individuelle si le local n'est pas ventilé ;on doit respecter :

$m < L \times V$ avec :

m = masse du fluide frigorigène:

L = concentration limite en kg/m^3 (0.31 pour le 407C ; 0.44 pour le 410A)

V = volume du local où est installée la PAC (en m^3)

Le respect de cette norme imposera, par exemple, pour une charge de 3,1 kg de 407C, de disposer d'un local d'au moins 10 m³.

Si la charge en fluide dépasse la valeur indiquée ci-dessus, la norme autorise des méthodes d'extraction, à condition de montrer que, en cas de fuite du fluide frigorigène, la concentration effective réelle reste en deçà des limites indiquées ci-dessus. L'aspiration doit s'effectuer immédiatement au-dessus du sol, en son point le plus bas si l'on utilise des fluides frigorigènes plus lourds que l'air, et juste au-dessous du plafond si l'on utilise des fluides frigorigènes plus légers que l'air.

Extraction naturelle

La section de l'ouverture libre assurant l'extraction naturelle de la salle des machines doit avoir au moins la valeur suivante : **A= 0,14 x m^{0,5}**

Avec : A : surface en mètre carré de la section libre

m : masse en kilogramme de la quantité de fluide frigorigène du système.

Ventilation mécanique :

On utilise à cet effet des ventilateurs centrifuges ou hélicoïdes. Le conduit d'évacuation doit être en matériau M1 et étanche à l'air. L'orifice de sortie doit être disposé de manière que les gaz qui s'échappent ne puissent nuire aux personnes. On évitera, dans la mesure du possible qu'ils constituent une gêne pour le voisinage. Le débit de l'installation de ventilation mécanique doit être au moins le suivant :

$$Q = 14 \times m^{2/3}$$

Avec : Q : débit d'air en litre / seconde , m : masse en kilogramme de la quantité de fluide frigorigène du système.

5.8 CONSEILS D'IMPLANTATION DES PAC EAU/EAU

Celles ci sont généralement installées soit dans un local fermé, soit dans un local semi-ouvert. Toutes les précautions ont été prises au niveau de la conception et de la construction afin d'obtenir des pompes à chaleur les plus silencieuses possibles. Malgré tout, on veillera à implanter ces pompes à chaleur dans un local technique situé le plus loin possible de la zone nuit. Eventuellement ce local pourra être traité, afin d'éviter toute propagation de bruit au logement ou à l'environnement.

Principaux éléments à prendre en compte :

- Prévoir un accès aisé autour de la PAC pour faciliter la maintenance.
- Le local technique sera suffisamment éloigné des chambres à coucher qui sont les pièces les plus sensibles en ce qui concerne la susceptibilité au bruit.
- Si besoin, entreprendre des actions spécifiques sur les locaux et sur la machine afin d'éviter la propagation du bruit .
- Ne pas oublier de mettre en place des plots anti-vibratiles sous la PAC.
- Intercaler entre les tuyauteries de distribution et la PAC des manchettes souples pour éviter la transmission de vibrations
- Etc....

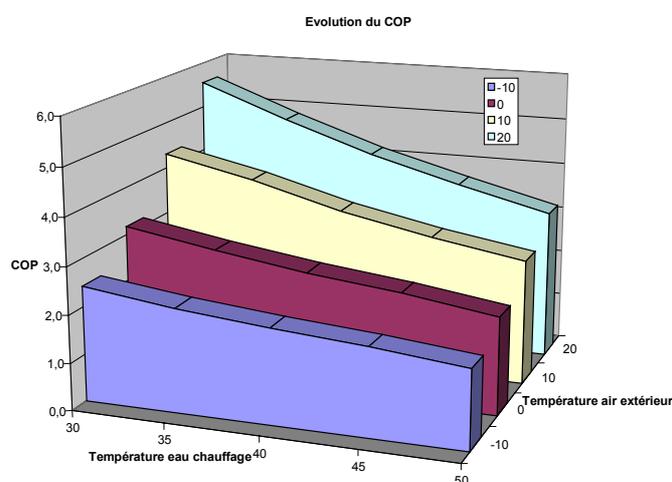


6 L'AEROTHERMIE

6.1 PRINCIPE

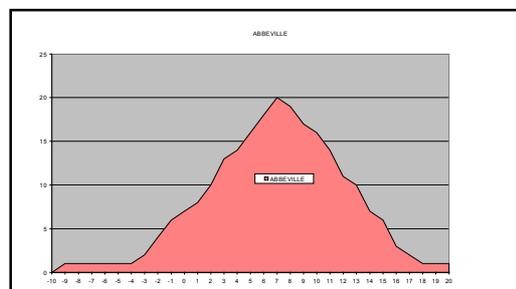
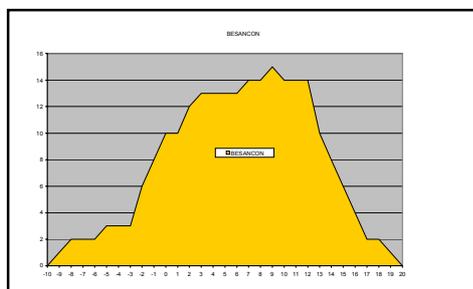
L'air contient une très importante quantité de chaleur, en permanence renouvelée par le soleil et par l'activité humaine. Cette chaleur stockée dans l'air a une température variable (entre l'été +30°C et l'hiver -10°C) peut être extraite par une Pompe à Chaleur, amplifiée et restituée sous forme d'eau chaude à l'intérieur d'un bâtiment à chauffer.

La Pompe à Chaleur AIR/EAU aura un Coefficient de performance variable en fonction, d'une part de la température extérieure, et d'autre part du niveau de température d'eau demandé dans le bâtiment à chauffer. Plus l'écart entre ces deux niveaux de température est faible, plus le COP de la pompe à Chaleur est élevé.



PAC AIR/EAU - Evolution du COP en fonction de la température d'eau du réseau de chauffage et de la température extérieure

Le coefficient de performance est variable en permanence et suit l'évolution de la température extérieure. Il est évident qu'une région très froide se prête moins à l'installation d'une PAC air /eau qu'une région tempérée. Mais plus encore que les températures extrêmes, c'est surtout la fréquence de celles ci qu'il est important de connaître. Pour cela, on dispose des degrés - jours de chaque région pour la période de chauffage. Ces degrés - jours établis sur une moyenne de 30 années sont utilisés dans la base de calcul du logiciel d'aide à la sélection d'une PAC air/eau (voir chapitre 7.2.2)



Exemple de deux villes, Besançon et Abbeville, avec température de base - 10 , mais avec des courbes de degrés jours totalement différentes.

Dans le cas présent, bien que les deux villes aient la même température de base, -10°C, Besançon a un nombre de degrés jours à température négative beaucoup plus important qu'Abbeville. Une PAC air/eau est beaucoup mieux adaptée au climat d'Abbeville qu'au climat de Besançon.

7 LES POMPES A CHALEUR POUR L'AEROTHERMIE

7.1 DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU

Les performances des pompes à chaleur air/eau sont variables en fonction de deux paramètres importants :

- La température du circuit d'eau devant alimenter les émetteurs de chauffage.
- La température de l'air extérieur, variable tout au long de la période de chauffage mais aussi en fonction de l'implantation géographique du bâtiment à chauffer.

En ce qui concerne le premier paramètre, le choix est entre les mains du concepteur de l'installation. On préférera la distribution de chaleur par plancher chauffant (régime d'eau 30/35°C environ) ou ventilo-convecteur (40/45°C) à du radiateur qui nécessite un régime d'eau supérieur.

En ce qui concerne le deuxième paramètre, il est évident que l'on réservera les pompes à chaleur AIR/EAU aux régions dont le climat n'est pas trop rigoureux, et on évitera de les implanter en altitude.

Malgré tout, il sera indispensable de prévoir un appoint pour les jours les plus froids. Généralement cet appoint sera électrique et intégré à la pompe à chaleur ou à un module hydraulique séparé, mais tout autre type d'appoint peut être prévu.

Afin de minimiser le coût d'investissement, sans que la facture annuelle de chauffage soit notablement augmentée, la règle suivante doit être respectée :

$$60\% \text{ Déperditions} < P_{pac} \text{ à } T_0 < 80\% \text{ Déperditions.}$$

C'est à dire que la Pompe à Chaleur couvrira 60 à 80% des déperditions à la température de base, le complément étant assuré par l'appoint.

avec :

$$T_0 = T_b \text{ si } T_{arrêt} \leq T_b \quad \text{et} \quad T_0 = T_{arrêt} \text{ si non}$$

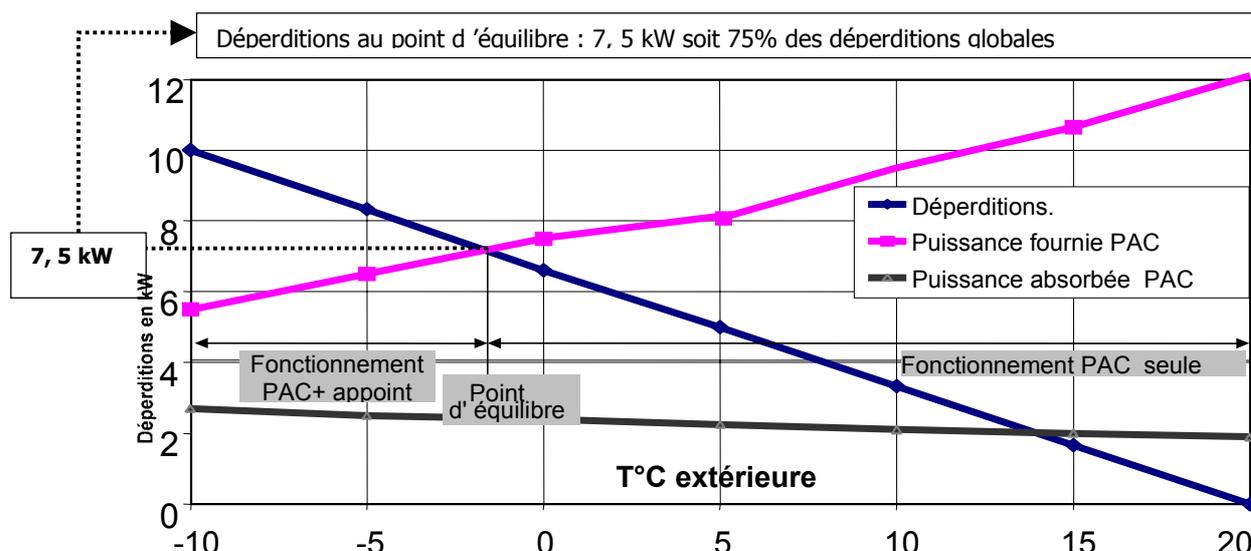
$$P_{pac} = \text{Puissance calorifique fournie par la pompe à chaleur}$$

$$T_b = \text{Température extérieure de base}$$

$$T_{arrêt} = \text{Température extérieure d'arrêt de la PAC et fonctionnement seul de l'appoint.}$$

On trouvera, dans les documentations techniques, les puissances fournies et absorbées par les pompes à chaleur pour diverses températures extérieures et diverses températures de sortie d'eau.

7.2 EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU



7.2.1 CALCUL DES DEPERDITIONS DU VOLUME TRAITE PAR LA POMPE A CHALEUR

Le calcul des déperditions du volume traité par la pompe à chaleur doit être effectué à la température extérieure de base afin d'assurer un chauffage de 19 °C minimum (moyenne du logement). Ce calcul est effectué à partir des données issues des calculs réglementaires (règles Th-U), notamment du coefficient U_{bat} caractérisant les déperditions par les parois du bâtiment et du type de ventilation.

$$\text{Déperditions}_{\text{Text base}} = D_p \times (19 - T_{\text{ext base}})$$

pour : $D_p = U_{bat} \times S_{dép} + R \times V_h$

avec

- D_p : coefficient de déperditions du bâtiment [W/K]
- U_{bat} : coefficient de déperditions par les parois du bâti [W/m².K]
- $S_{dép}$: somme des surfaces des parois déperditives [m²]
- V_h : volume habitable de la zone traitée [m³]
- R : coefficient fonction du type de ventilation
 - VMC autoréglable : $R = 0,2$
 - VMC hygroréglable A : $R = 0,14$
 - VMC hygroréglable B : $R = 0,12$



IMPORTANT

- Une pompe à chaleur AIR/EAU n'est jamais calculée sur la totalité des déperditions mais toujours en considérant un appoint.
- L'appoint sera toujours placé en série avec la pompe à chaleur et en aval de celle-ci, pour permettre à la PAC de travailler à basse température et toujours prioritairement sur l'appoint.
- La PAC doit toujours être au point le plus bas en température de l'installation.

7.2.2 EXEMPLE D'AIDE A LA SELECTION D'UNE PAC AIR/EAU.

Partant des éléments ci dessus, il est important pour un projet donné d'estimer les avantages d'un point de vue énergétique et financier de l'utilisation d'une PAC AIR/EAU par rapport aux autres systèmes de chauffage et aux autres énergies. Pour cela, CIAT met à la disposition de ses Clients un logiciel d'estimation de consommations comparatives entre les énergies.

Exemple de Bilan Comparatif.

REFERENCE AFFAIRE		Villa		Tel	0	Dépenseurs kW				
Nom Prénom		Pierre DURAND		Fax	0	9				
Adresse (rue, lieu-dit)		Rue du Port		Code Postal	71000					
Ville		Chalon sur Saône		Date	15/05/2005					
Estimation des CONSOMMATIONS COMPARATIVES ENTRE ENERGIES										
DOMMEE	U	ILZHE 30				CHAUFFAGE FUEL	CHAUFFAGE GAZ NAT	CHAUFFAGE PROPANE	CHAUFFAGE ELECTRIQUE	
Energie Annuelle necessaire comprise reference (E.D)	kWh	2382				2382	2382	2382	2382	
		Thermochimique		Hydraulique						
Consommation Annuelle (C)	kWh	9032.30		487.30						
Rendement (perdues et distribution)	%	0.95		0.95		0.9	0.9	0.9	1	
Consommation Annuelle (C)	kWh	5387		513		26647	26647	26647	23802.3069	
Type de tarif		HP	HC	HP	HC				HP	HC
Repartition	%	60%	40%	60%	40%	100	100	100	0.6	0.4
Consommation par litre de pétrole	kWh	2175		2119		308	305		13849	5033
Coût du kWh	EUR	0.10		0.06		0.06		0.07	0.10	0.06
Coût d'exploitation (branche)	EUR	330		137		32		13	1436	599
Coût d'exploitation Thermifit	EUR	487		65						
Coût d'exploitation total	EUR	512 EUR				1 454 EUR	1 227 EUR	1 712 EUR	2 034 EUR	
Consommation Circulaire (estimation)	EUR	31 EUR				31 EUR	31 EUR	31 EUR		
Total	EUR	543 EUR				1 485 EUR	1 257 EUR	1 743 EUR	2 034 EUR	
Equivalent consommations						2 615 L/An	2 375 m3/An	1 991 Kg/An		

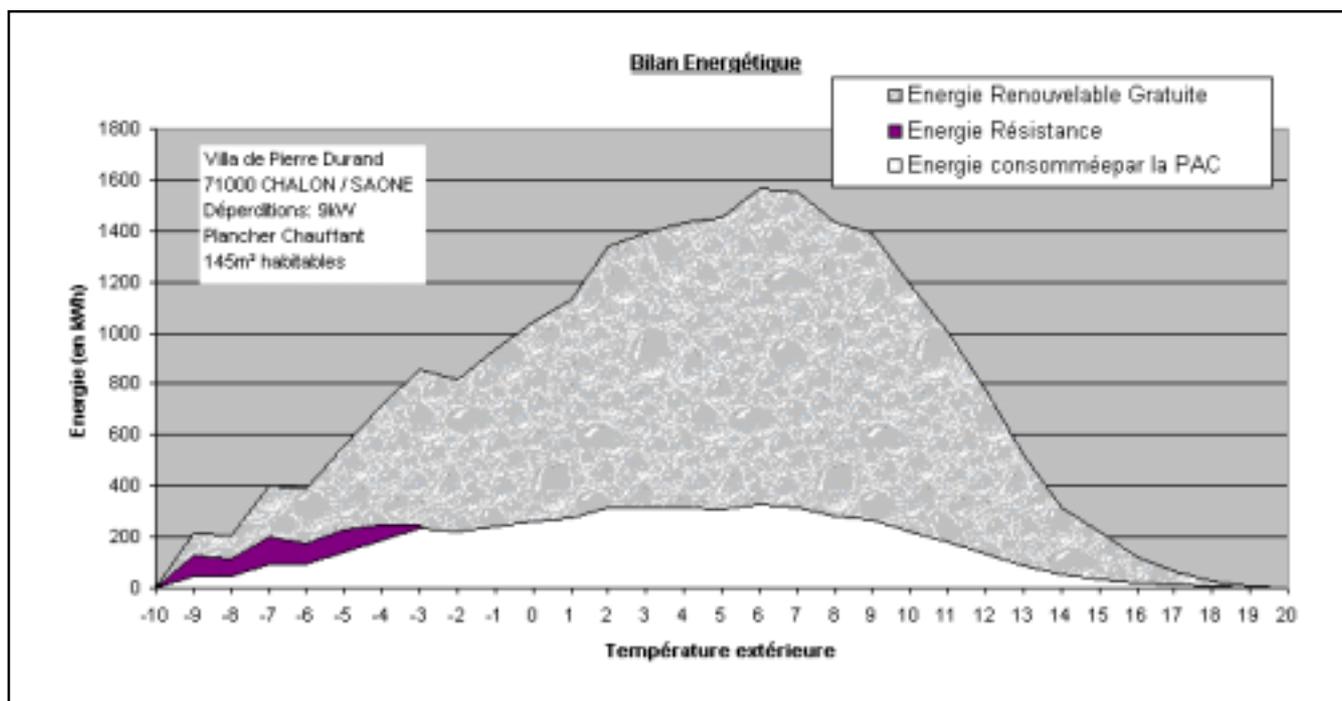
A partir des éléments caractérisant le projet :

- Les déperditions du bâtiment,
- Le type des émetteurs retenus (plancher chauffant / rafraîchissant, Ventilos – convecteur, etc...) et donc la température d'eau définie pour le réseau de distribution ,
- Le type de régulation choisi,
- Le coût des énergies,
- Le lieu géographique du bâtiment à chauffer,

Le logiciel de calcul permet, d'une part de rechercher la PAC la mieux adaptée au projet, et d'autre part de donner les consommations énergétiques prévisionnelles comparées aux autres types d'énergies.

Un bilan financier prévisionnel complète cette pré – étude.

Bilan énergétique correspondant à l'exemple page précédente



7.3 ASPECTS ACOUSTIQUES DES POMPE A CHALEUR AIR / EAU

Depuis plus de 20 ans que les pompes à chaleur existent, elles ont été sans cesse améliorées, aussi bien du point de vue énergétique et esthétique, que du point de vue

acoustique. Il n'en reste pas moins qu'une Pompe à Chaleur émet un niveau sonore, dont on doit se préoccuper lors d'une étude.

L'installation d'une pompe à chaleur AIR/EAU nécessite donc de trouver un emplacement satisfaisant, compte tenu de son niveau sonore, et du respect de la réglementation en vigueur sur le bruit intérieur et sur le bruit au voisinage (voir paragraphes ci-après).

7.3.1 BRUIT AU VOISINAGE - REGLEMENTATION

Le décret du 18 avril 1995 impose des valeurs d'émergence entre le bruit ambiant et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, dans un lieu donné. Les valeurs admises sont de :

- 5 dB(A) en période diurne (de 7 h à 22 h).
- 3 dB(A) en période nocturne (de 22 h à 7 h).

Remarque : un terme correctif variant de 0 à 9 peut s'ajouter en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

**IMPORTANT**

Pour faciliter le respect de ces réglementations les pompes à chaleur ont été conçues de telle sorte que leur niveau de puissance acoustique pondéré A soit compatible avec les exigences de la majorité des cas d'installation rencontrées. Malgré tout, il est important de ne pas négliger cet aspect lors d'une étude.

7.4 IMPLANTATION D'UNE PAC AIR/EAU**7.4.1 IMPLANTATION EXTERIEURE CHOIX DE L'EMPLACEMENT**

Voici les critères à prendre en compte concernant le choix de l'emplacement d'une PAC AIR / EAU :

Classement par importance :

7.4.1.1 LE PREMIER CRITERE A PRENDRE EN COMPTE, EST LE VOISINAGE.

Attention au bruit pouvant être perçu par le ou les voisins. Il est très important de bien prendre en compte ce paramètre. En effet, avant l'installation d'une pompe à chaleur,

le voisin n' a aucune gêne acoustique. Il convient donc, qu'après installation de la pompe à chaleur, il n'en ait pas plus. Plusieurs solutions existent pour y parvenir :

- Eloigner la pompe à chaleur,
- Intercaler un écran acoustique entre celle ci et le voisinage,
- Choisir un emplacement qui bénéficie d'un écran acoustique naturel du terrain.

Par ailleurs, il est reconnu qu'une pompe à chaleur implantée à la vue d'un voisin peut lui amener des soupçons sur une quelconque nuisance. *Il est courant de dire qu'une PAC visible par le voisin fait du bruit même à l'arrêt.* On conseillera donc de placer la pompe à chaleur hors de sa vue.

7.4.1.2 LE DEUXIEME CRITERE A PRENDRE EN COMPTE EST L'UTILISATEUR LUI MEME.

Le second critère sera donc fonction des nuisances sonores et visuelles pouvant être perçues par le propriétaire lui même. On évitera de placer une PAC à proximité de fenêtres de chambres, salle de séjour, ou face à une terrasse . On choisira une façade borgne ou avec uniquement des ouvertures de pièces d'eau, dressing, débarras, etc...

On évitera les lieux de passage ou alors on prévoira des protections de la PAC contre d'éventuels coups.

7.4.1.3 LE TROISIEME CRITERE CORRESPOND A DES ASPECTS PLUS TECHNIQUE.

Les deux premiers critères ayant été vu et s'il reste encore un choix pour l'emplacement, ce sera fonction d'aspects purement techniques.

Il est en effet préférable d'installer une pompe à chaleur sur une face ensoleillée plutôt que sur une face nord en permanence à l'ombre, afin de bénéficier de l'effet ensoleillement au moins lors des périodes de dégivrage. (En effet, en période de fonctionnement, le volume d'air traité sur la PAC est à une température quasiment identique à l'ombre ou au soleil.)

7.4.2 IMPLANTATION EN LOCAL SEMI OUVERT

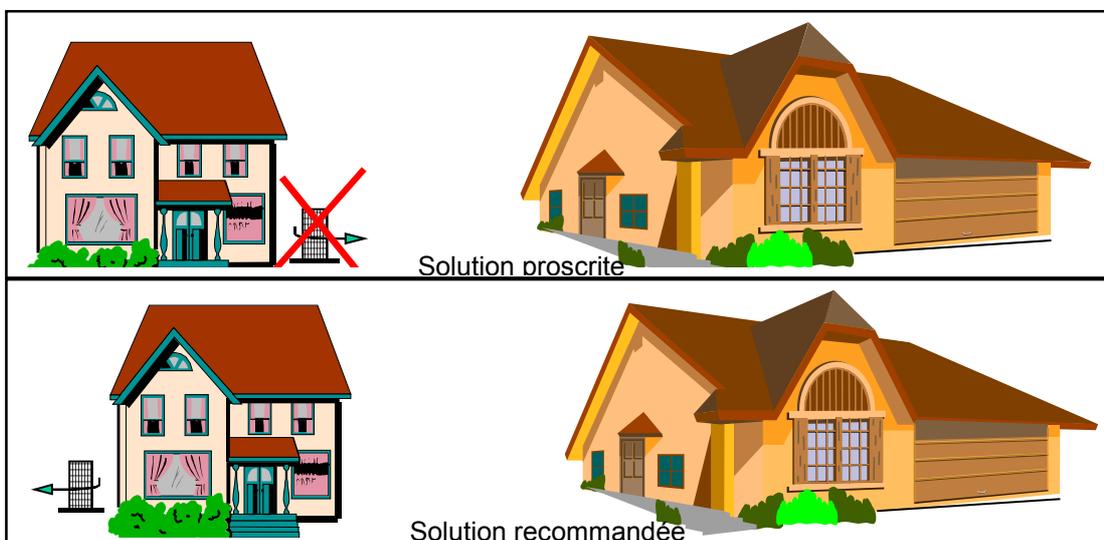
Une Pompe à Chaleur peut être installée dans un local semi-ouvert du type appentis à condition d'éviter les mélanges de l'air entrant et de l'air sortant de l'unité. Dans le cas d'une telle installation, on peut considérer que la pompe à chaleur est quasiment en situation extérieure.



- la PAC doit être le plus loin possible d'un appartement, et tout particulièrement des chambres à coucher, qui sont les pièces les plus sensibles en ce qui concerne la susceptibilité au bruit
- La PAC sera posée sur un socle béton pour mise en hors d'eau de la machine, et pour éviter les éventuelles transmissions de vibration, on posera la pompe à chaleur sur des plots anti-vibratiles.
- L'évacuation des condensats doit être raccordée à l'évacuation la plus proche avec pose d'un siphon (canalisation non collée sur le siphon). Tout risque de gel des condensats doit être évité.

7.4.3 QUELQUES REGLES DE BASE DOIVENT ETRE RESPECTEES :

- Ne pas placer une pompe à chaleur AIR/EAU
 - à proximité d'un voisin,
 - à proximité de la zone nuit,
 - face à une paroi contenant des vitrages,
 - à proximité d'une terrasse, ou trop près d'une zone de passage.



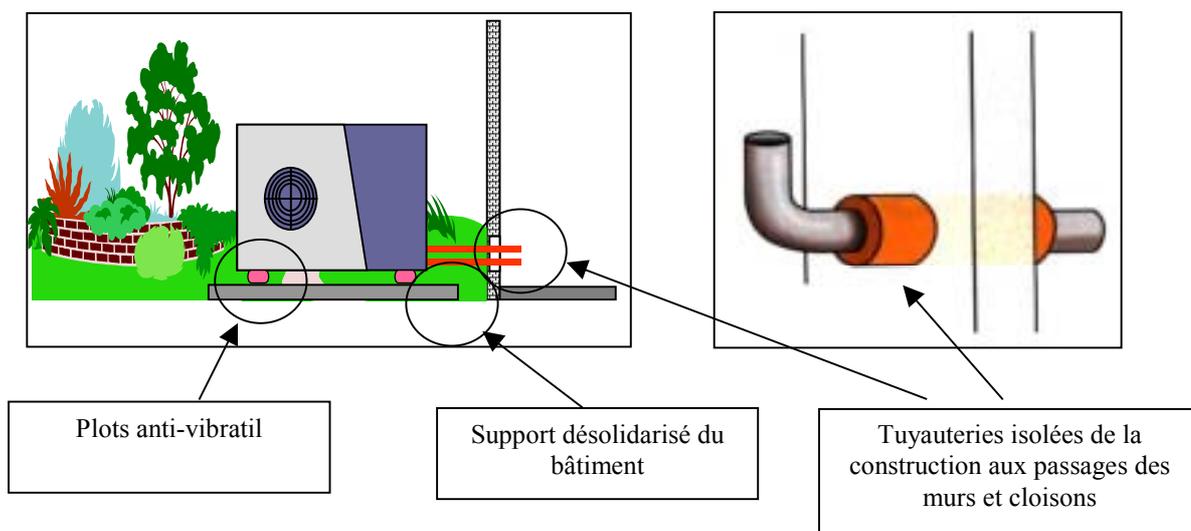
7.5 INSTALLATION

L'installation de la pompe à chaleur doit être réalisée conformément aux prescriptions fournies par nos documentations techniques.



IMPORTANT

- Pour les Pompe à Chaleur air/eau, Il convient de prendre en compte les vents dominants. Le vent ne doit pas frapper de plein fouet le ventilateur, car à l'arrêt de celui ci, la force du vent peut entraîner le ventilateur en rotation inverse, ce qui pourrait être préjudiciable au moteur lors du redémarrage.
- La pompe à chaleur doit être posée sur un support (socle béton, longrine, plots en béton,...) sans liaison rigide avec le bâtiment, ceci pour éviter toute transmission des vibrations. De plus, la garde par rapport au sol doit être suffisante (100 mm à 150 mm) pour les mises en hors d'eau.
- Pour les régions où il existe de fortes chutes de neige, il est préférable de surélever cette garde d'au moins 200 mm par rapport à l'épaisseur moyenne du manteau neigeux.
- Des plots anti - vibratiles doivent également être prévus sous la machine.



- L'évacuation des condensats se réalise soit en raccordement à l'égout avec pose d'un siphon (garde d'air par tuyauterie non collée sur le siphon), soit dans un lit de cailloux. Tout risque de gel des condensats sur une zone passante doit être évité.
- Les tuyauteries seront isolée de la construction, par des manchons en mousse au passage des parois et par l'utilisation de colliers support avec isolation caoutchouc.
- Les unités placées à l'extérieur ont un certain niveau sonore qui bien que faible peut gêner un voisin. Il convient donc de veiller à les intégrer au mieux vis-à-vis du voisinage.

Dans certains cas, des précautions complémentaires sont nécessaires du fait, par exemple, d'une distance trop faible par rapport au voisinage. Il convient alors d'affiner l'étude d'un point de vue acoustique.

A partir de la puissance acoustique de l'unité extérieure, du bruit de fond du lieu considéré et de la distance entre la source et le voisinage, on peut déterminer si l'émergence est satisfaisante avec ou sans écran acoustique.

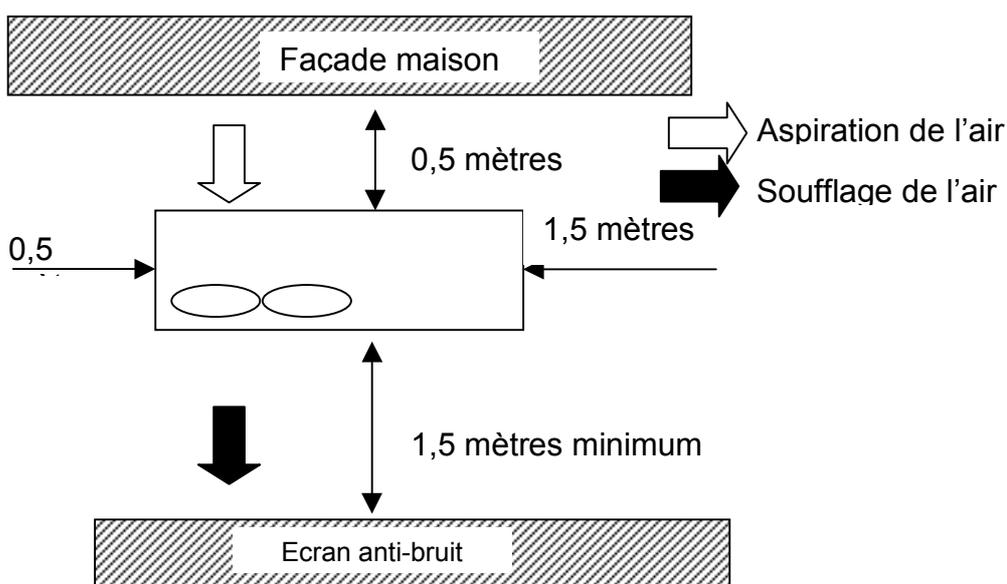
A titre indicatif, on peut retenir les distances suivantes pour une unité de 65 dB(A) :

- au-delà de 20 m, la réglementation peut être respectée sans écran acoustique,
- entre 12 m et 20 m, un écran acoustique est nécessaire,
- en dessous de 12 m, la réglementation est difficilement respectable, même avec un écran acoustique.



IMPORTANT

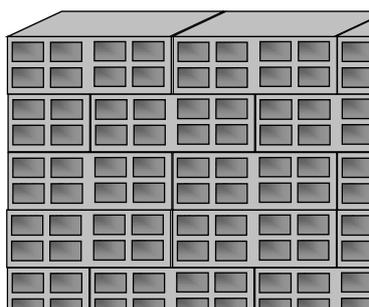
Un écran acoustique doit être placé le plus près possible de la source sonore tout en permettant la libre circulation de l'air dans la pompe à chaleur, afin d'éviter le recyclage de celui-ci.



Exemple d'implantation d'un mur écran

L'utilisation de parpaings, posés à plat, alvéoles tournées vers la pompe à chaleur permet de réaliser un écran efficace et économique.

Exemple de mur écran en parpaing

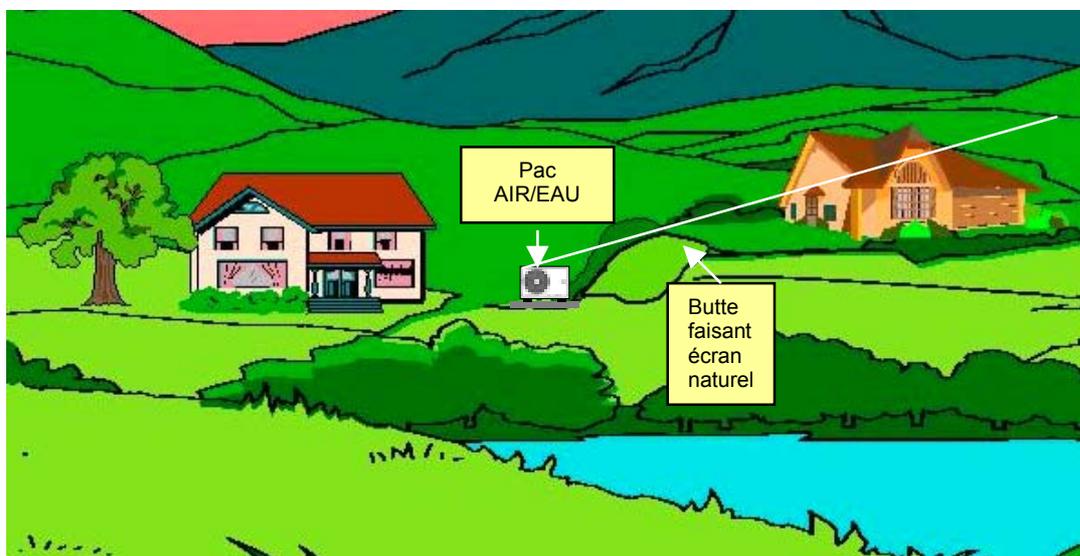


Autre exemple d'écran acoustique

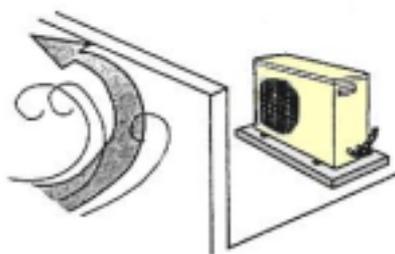


Disposition d'une Pompe à Chaleur en utilisant un écran naturel.
 Cette solution à deux avantages :

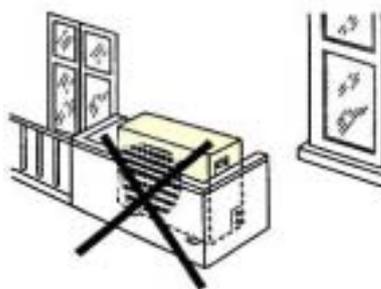
- 1) Une butte est un écran acoustique très efficace.
- 2) La Pompe à Chaleur n'est pas à la vue du voisin.



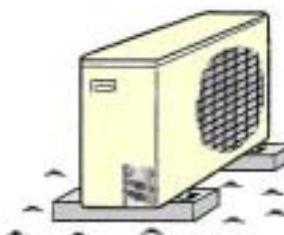
Exemples d'implantation d'une pompe à chaleur air extérieur / eau



Éviter ou se protéger des vents dominants



Attention aux obstacles trop proches, obstruction de l'aspiration ou du refoulement d'air



Surélever l'appareil du sol pour l'évacuation des condensats et la garde de Neige



IMPORTANT

Une haie d'arbres permet de cacher une pompe à chaleur mais n'a aucun effet comme écran acoustique.

LES SYSTEMES DE DISTRIBUTION DE CHALEUR.

7.6 LES 3 GRANDS PRINCIPES

Trois grands systèmes de distribution de chaleur sont couramment associés aux Pompes à Chaleur (EAU-EAU ou AIR/EAU).

- **Les Planchers Chauffant / Rafraîchissant (PCR).**
C'est la solution la mieux adaptée à la Pompe à Chaleur. Le couple PAC – PCR permet d'obtenir des installations avec un coefficient de performance optimal donc d'importantes économies de chauffage. Dans ce cas, l'ensemble du bâtiment est chauffé ou rafraîchi par un PCR. Cette solution présente l'avantage d'offrir un grand confort d'hiver, permet un rafraîchissement l'été mais limité par les caractéristiques même d'un plancher rafraîchissant qui agit uniquement sur la température ambiante, mais ne permet pas de déshumidifier .
- **Les Ventilo-Convecteurs :** L'ensemble du bâtiment est chauffé ou rafraîchi par des ventilo-convecteurs, bonne solution de chauffage réactive pièce par pièce et la meilleure solution pour le confort d'été.
- **Un système mixte , Plancher Chauffant / Rafraîchissant + Ventilo-Convecteur.** Un système mixte est un système de chauffage ou de chauffage/rafraîchissement comprenant une pompe à chaleur couplée : d'une part à un plancher chauffant ou chauffant – rafraîchissant dans une zone, (généralement les pièces de vie), et d'autre part à des ventilo-convecteurs à eau disposés en allège, (ou en plafonnier) généralement à l'étage, dans la seconde zone.

Cette solution mixte offre les avantages cumulés des deux précédentes :

L'optimum du confort d'hiver:

- Par le plancher chauffant, dans les pièces de vie, l'utilisateur dispose d'une chaleur douce par rayonnement, répondant parfaitement au besoin physiologique du corps humain.
- Avec les ventilo-convecteurs, il dispose de manière immédiate d'une chaleur enveloppante permettant une mise en température rapide. (Un atout supplémentaire pour les pièces utilisées occasionnellement).

L'optimum du confort d'été:

- La fraîcheur douce diffusée par un plancher rafraîchissant apporte le confort retrouvé du dallage des anciennes demeures.
- Avec les ventilo-convecteurs, la disponibilité immédiate d'un air climatisé (rafraîchi et déshumidifié) permet un abaissement rapide de la température et du taux d'humidité (Un atout supplémentaire pour les pièces sous combles généralement surchauffées lors des chaleurs estivales).
- Un confort supplémentaire pour se préserver des nuisances sonores externes et de la pollution en été.
- Un cadre de vie aux qualités de confort thermique exceptionnelles quelle que soit la température extérieure.



IMPORTANT

Afin d'obtenir un coefficient de performance maximum on s'attachera à choisir les émetteurs de chauffage pouvant assurer la température de confort par la température extérieure la plus basse, avec un régime d'eau le moins élevé possible.

Exemples : Plancher Chauffant eau 35/30°C , Ventilo-convecteur eau 45/40°C.

Deux types d'utilisation possible :

- **Système assurant le chauffage seul .**
- **Système assurant le chauffage et le rafraîchissement .**

C'est souvent le cas d'un système équipé d'un plancher réversible dans une zone, et de ventilo-convecteurs dans l'autre zone,

C'est toujours le cas des installations équipées uniquement de Ventilo-convecteurs.

- Pour la cuisine, la ou les salles de bains ainsi que les autres pièces d'eau situées dans la zone équipée du plancher réversible, une boucle spécifique doit permettre d'alimenter chacune de ces pièces. Un dispositif permettra de couper l'alimentation de la boucle en mode froid.

- Si l'une des deux zones est traitée par des ventilo-convecteurs avec réseaux aérauliques, il ne sera pas prévu de soufflage dans les pièces humides, ni dans une cuisine fermée, pour éviter toute perturbation éventuelle avec le réseau VMC. Le chauffage dans ces pièces sera réalisé par l'intermédiaire d'un ventilo-convecteur d'allège ou d'un radiateur alimenté uniquement en eau chaude l'hiver. La température de ces locaux ne sera pas contrôlée en été.



Exemple d'une installation avec un système mixte: Plancher au rez de chaussée et ventilo-convecteurs à l'étage

7.7 LES PLANCHERS CHAUFFANTS / RAFRAICHISSANTS

Ceux ci sont couramment utilisés depuis maintenant de nombreuses années, et leur technologie parfaitement maîtrisée.

7.7.1 LES PRODUITS DISPONIBLES SUR LE MARCHE REPONDENT A DIFFERENTES NORMES ET (OU) AVIS TECHNIQUES. RAPPEL DES NORMES EXISTANTES

- Normes NF : NF EN 10216-1, NF A 49-115, NF A 49-141, NF A 49-145. Concernent les désignations et les dimensions des tuyauteries acier noir.
- Normes NF EN 1057. Concerne les désignations et les dimensions des tuyauteries cuivre
- Norme NF T 54-002 Définit le diamètre extérieur des canalisations en matière thermoplastique.
- Norme NF EN ISO 15875 Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide : cette norme définit les dimensions et certaines caractéristiques mécaniques et physico-chimiques requises pour les tuyauteries et raccords en polyéthylène réticulé PER. Remarque : il n'existe pas de norme NF équivalente pour les tubes en polyéthylène haute densité. Néanmoins, on peut mentionner la norme ISO 10508 définissant les caractéristiques mécaniques et physico-chimiques requises pour les tuyauteries et raccords en matières thermoplastiques destinés aux systèmes d'eaux chaude et froide.

7.7.2 AVIS TECHNIQUES

Les différents tubes en matériau de synthèse utilisés doivent posséder un Avis Technique favorable pour au moins la classe 2.

De même, les raccords utilisés doivent également posséder un Avis Technique favorable pour au moins la classe 2 si le tube utilisé est cité dans cet avis, ou bien, ils doivent être cités dans l'Avis Technique sur le système de canalisation en matériau de synthèse utilisé.

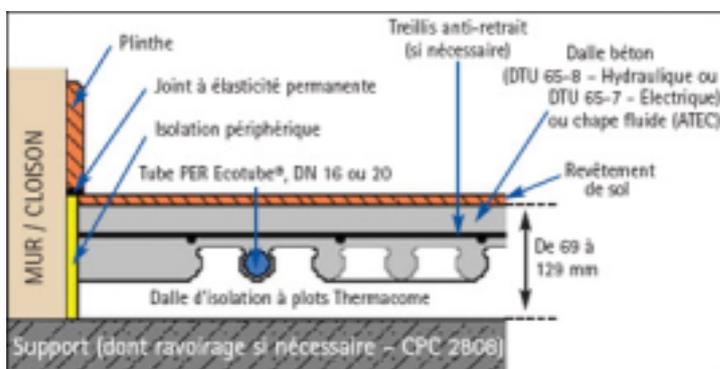
Les tuyauteries destinées à être installées en incorporation en dalle béton ou chape doivent être isolées et posséder un Avis Technique.

7.7.3 PRECONISATION ET GUIDE TECHNIQUE

Pour toute installation de plancher chauffant – rafraîchissant, les préconisations de conception et de mise en œuvre rassemblés dans le Cahier des Prescriptions Techniques relatif aux planchers réversibles à eau basse température (cahier du CSTB, fascicule n° 3164, octobre 1999) doivent être **a minima** respectées.

7.7.4 DESCRIPTION

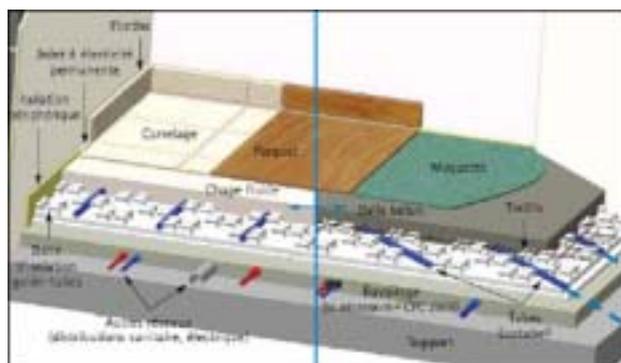
Le système se compose d'un ensemble d'éléments devant être appliqués sur un plancher porteur.



Coupe type d'un plancher chauffant.

- Les couches d'étanchéité doivent être spécifiées par le maître d'ouvrage et réalisées avant la mise en place des éléments du plancher chauffant.
- La couche d'isolation ou isolant de sous-face (polystyrène expansé, laine de roche, mousse de polyuréthane, etc.)
- Une bande d'isolation périphérique d'au moins 5 mm d'épaisseur allant du plancher support jusqu'à la surface finie du plancher et permettant un mouvement de la dalle de 5 mm. Elle peut être, par exemple, en polystyrène ou en polyéthylène.
- La couche de protection de l'isolant. Celle-ci doit remonter au-dessus de la partie supérieure de la bande d'isolation périphérique, si cette bande n'incorpore pas cette fonction. Pour le plancher chauffant elle peut être constituée d'une feuille de polyéthylène par exemple (d'au moins 0,15 mm d'épaisseur) ; ce n'est pas une barrière anti humidité.
Par contre, pour les planchers réversibles, la couche de protection doit aussi servir de pare vapeur. Ce film est constitué par exemple par un feutre bitumineux.
- Un réseau de tubes. Ces derniers peuvent être en cuivre recuit mais plus généralement en matériaux de synthèse.
Le tube doit partir du distributeur (collecteur de départ) et être raccordé au collecteur de retour sans interruption.
Les tuyauteries peuvent être également posées sur des dalles d'isolation préformées avec plots.
Pour éviter des pertes de charge trop élevées et un déséquilibre trop important dans le réseau, il est conseillé de limiter la longueur des tubes de diamètre 16 x 1,5 (soit un diamètre intérieur de 13 mm) à 120 m environ.
- Un treillis métallique anti-retrait (réalisé en général par l'entreprise de maçonnerie, il a une maille minimale de 50 mm x 50 mm).
- Une couche de nivellement pour les planchers de type C (voir annexe 3 : types de structures de plancher chauffant décrits dans la norme NF EN 1264.).

- Une dalle d'enrobage. L'épaisseur minimale entre la génératrice supérieure du tube et la surface brute de la dalle est de 40 mm ou 30 mm, selon que la dalle nécessite ou non un joint de fractionnement. L'épaisseur minimale entre la génératrice inférieure du tube et la surface brute inférieure de la dalle est de 20 mm, excepté dans le cas d'une dalle désolidarisée isolée, où il est possible de mettre en place le tube directement sur l'isolant.
- Un revêtement de sol, scellé ou collé.



7.7.5 CONCEPTION DES PLANCHERS CHAUFFANTS

La bonne conception d'un plancher chauffant repose sur plusieurs éléments :

7.7.5.1 TEMPERATURE MAXIMALE DE SURFACE

L'arrêté français du 23 juin 1978 stipule une limite à 28 °C.

Par contre la norme européenne fixe une température maximale de surface de 29 °C. Une température de 35 °C est tolérée dans la zone périphérique.

A ce jour, la température maximale de surface doit être de 28 °C.

7.7.5.2 TEMPERATURE DE DEPART

Pour avoir de bonnes performances de PAC, la température de départ devrait être de l'ordre de 35 °C à 40 °C avec un maximum à 45 °C.

En mode « chaud », la différence de température entre aller et retour est au maximum de 7 °C.

7.7.5.3 EQUIPEMENT DE SECURITE

L'équipement de sécurité, indépendant du système de régulation, est obligatoire. La température d'eau maximale est fixée à 55 °C. Ce dispositif de limitation est à réarmement manuel.

7.7.5.4 LES REVETEMENTS DE SOL

La résistance thermique du revêtement de sol, y compris l'isolation acoustique éventuelle située au-dessus du tube, ne doit pas dépasser 0,15 m².K/W dans le cas d'un chauffage par pompe à chaleur.

Les revêtements les plus courants sont :

- Carrelage avec $R = 0,02 \text{ m}^2.\text{K/W}$,
- Parquet collé d'épaisseur 10 mm avec $R = 0,08 \text{ m}^2.\text{K/W}$,
- Moquette d'épaisseur 5 mm avec $R = 0,075 \text{ m}^2.\text{K/W}$,
- Moquette d'épaisseur 7 mm avec $R = 0,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Pour l'ensemble des revêtements, la pose s'effectue après mise en température de la dalle puis arrêt du chauffage.

Il faut éviter la disparité dans les revêtements de sol regroupés sur un même collecteur (par exemple carrelage et parquet).

Revêtements de sol scellés

La pose est réalisée conformément à la norme NF P 61-202 (référence DTU 52.1).

Revêtements de sol collés

- **Parquets** : La pose est réalisée conformément à la norme NF P 63-202 (référence DTU 51.2). Préalablement aux travaux de parquetage, il y a lieu de mettre en marche le chauffage pendant 3 semaines au moins entreposant le bois de parquet durant la deuxième semaine dans le lieu considéré. Le chauffage est arrêté pendant la pose du parquet.
- **Revêtements de sol textiles** : La pose est réalisée conformément à la norme NF P 62-202 (référence DTU 53.1). Le chauffage est interrompu 48 h avant l'application de l'enduit de lissage jusqu'à 48 h avant la pose du revêtement.
- **Revêtements de sol plastiques** : La pose est réalisée conformément à la norme NF P 62-203 (référence DTU 53.2). Il est nécessaire de se référer aux Avis Techniques des produits utilisés. Le chauffage est interrompu 48 h avant l'application de l'enduit de lissage jusqu'à 48 h après la pose du revêtement.
- **Revêtements de sol céramiques** : La pose est réalisée conformément au « Cahier des Prescriptions Techniques d'exécution des revêtements de sol céramiques (et analogues) intérieurs collés au moyen de mortiers-colles » (Cahiers du CSTB, Fascicule 3267, octobre 2000). Les produits de pose doivent bénéficier d'un Avis Technique adapté à cet emploi. Le chauffage est interrompu pendant la mise en œuvre et durant les 7 jours suivants.

7.7.6 DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS

Actuellement, il n'existe aucune norme pour le dimensionnement des installations de chauffage. En France, les références sont :

- Le décret n° 2000-1153 du 29 novembre 2000 portant modification du code de la construction et de l'habitation (art. R.111-6). Il stipule « Les équipements de chauffage du logement permettent de maintenir à 18 °C la température au centre des pièces du logement ».
- Les règles de calcul Th-D (avril 1991) « Règles de calcul des déperditions de base des bâtiments neufs d'habitation » (DTU P 50-703) qui restent applicables en attendant leurs modifications dans le cadre de la nouvelle réglementation thermique. Ces règles décrivent la méthode de calcul des déperditions. Elles sont un complément aux règles Th-Bât utilisées dans le cadre des calculs de conformité à la nouvelle réglementation thermique de 2000.

Les calculs réglementaires sont souvent menés avec des logiciels certifiés par le CSTB. A défaut d'utiliser ces règles de calculs, il semble que les professionnels se réfèrent :

- Au guide n°1 de l'AICVF « Chauffage - Calculs des déperditions et charges thermiques d'hiver - Détermination des puissances à installer dans les locaux » Edition 1990.
- A la méthode de calcul simplifiée des déperditions du COSTIC.

Au niveau européen, la norme NF EN 12831 « Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base » pour le dimensionnement des installations s'appuie en particulier sur la norme NF EN 832 « Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage dans les bâtiments résidentiels » ainsi que sur plusieurs projets de normes préparés par le CEN / TC 89.

L'émission d'un plancher chauffant doit être égale aux déperditions nominales de la pièce, pour la température extérieure minimale de base, calculées à l'aide soit des règles Th-D, soit des méthodes de l'AICVF ou du COSTIC en attendant les modifications éventuelles de la nouvelle réglementation thermique.

La norme européenne pourra également être utilisée après sa mise en application.

L'installateur doit la fourniture de notes de calculs pour le dimensionnement des planchers chauffants permettant le réglage de l'installation.

Les principaux paramètres devant être définis sur les feuilles de calculs sont :

- le pas de pose des tuyauteries,
- l'épaisseur et la conductivité thermique de la couche au-dessus du tube.

En France, les besoins de chauffage sont en général inférieurs à 90 W/m² pour une habitation respectant la réglementation en vigueur.

La puissance d'émission surfacique d'un plancher chauffant est au maximum de 90 W/m² pour respecter les 28 °C en surface.

7.7.7 CONCEPTION DES PLANCHERS CHAUFFANTS / RAFRAICHISSANTS

Les règles de conception du plancher chauffant sont applicables avec des spécifications précises à respecter pour le mode rafraîchissement. En particulier :

- Pour les planchers réversibles, les chapes en anhydrite ne sont pas autorisées. De même les planchers réversibles en dalle pleine ne seront pas utilisés.
- Il convient de diminuer les apports quand cela est possible. Il s'agit d'apports internes et des apports par ensoleillement. L'usage estival des volets, stores et autres protections susceptibles d'équiper les vitrages sont à conseiller.
- Il est rappelé qu'une inertie faible des bâtiments (type bardage double peau) n'est pas favorable au rafraîchissement par le plancher.
- Les dalles en béton ou les chapes en mortier ne doivent pas présenter une trop forte inertie thermique. Il est donc nécessaire de limiter leur masse surfacique (masse comptée au-dessus de l'isolant) augmentée de celle du revêtement de sol associé à 160 kg/m².

7.7.7.1 TEMPERATURE AMBIANTE

Comme le but de ce type d'installation est d'obtenir un simple rafraîchissement, il n'est pas donné de température de consigne à obtenir.

7.7.7.2 TEMPERATURE DE SURFACE

En tenant compte des notions de confort (ambiance, différence avec l'extérieur, température de pied, ...), et de la limitation des risques de condensation, la température de surface du plancher rafraîchissant sera de l'ordre de 23 °C.

7.7.7.3 TEMPERATURE LIMITE DE DEPART D'EAU

Afin d'éviter tout risque de condensation, le circuit doit comporter un dispositif limitant la température de départ d'eau vers le plancher. Ce dispositif peut être intégré à la régulation.

La température minimale de départ doit être conforme aux préconisations du Cahier des Prescriptions Techniques sur la conception et la mise en œuvre des planchers réversibles à eau basse température.

Zone géographique	Température de départ [°C]
Zone côtière de la Manche, de la mer du Nord et de l'océan Atlantique au nord de l'embouchure de la Loire. Largeur 30 km.	19
Zone côtière de l'océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne. Largeur 50 km.	20
Zone côtière de l'océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne. Largeur 50 km.	21
Zone côtière méditerranéenne. Largeur 50 km.	22
Zone intérieure.	18

Tableau des températures minimales de départ suivant les régions

7.7.7.4 EQUIPEMENT DE SECURITE

Un dispositif de sécurité indépendant de la régulation doit permettre d'interrompre la fourniture de froid au niveau du plancher lorsque la température de fluide atteint 12°C

7.7.7.5 LES REVETEMENTS DE SOL

Pour le plancher chauffant - rafraîchissant, la résistance thermique au-dessus du tube ne dépassera pas 0,13 m².K/W, celle des revêtements de sol y compris l'isolation acoustique éventuelle, situés au-dessus des éléments chauffants, étant limitée à 0,09 m².K/W et celle de la dalle proprement dite à 0,04 m².K/W.

Comme il est indiqué en préambule, toute offre de plancher chauffant – rafraîchissant existante ou à venir doit s'appuyer :

- soit sur une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) ou un Avis Technique système visant explicitement les revêtements de sol, colles et chapes compatibles avec cette application,
- soit sur une Appréciation Technique d'Expérimentation ou un Avis Technique composant (colle / revêtement / chape) dont le domaine d'emploi est favorable au plancher chauffant – rafraîchissant,

- soit sur une police d'assurance spécifique couvrant les risques inhérents à cette technique.
- Enfin, à titre complémentaire, le CPT des planchers réversibles à eau basse température préconise uniquement à l'heure actuelle :
 - Les carreaux céramiques, dalles de pierre calcaire et éléments de granit. Les dispositions prévues dans le CPT « Revêtement de sol en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers – colles » (cahier du CSTB n° 2478) doivent être appliquées,
 - Les revêtements plastiques, qui doivent être posés conformément à la norme NF P 62-203 (référence DTU 53.2), titulaires de la marque NF-UPEC ; les adhésifs utilisés doivent avoir fait la preuve de leur aptitude à l'emploi notamment vis-à-vis de la réversibilité à l'humidité du plan de collage vérifiée conformément à la norme NF T 76-128.



IMPORTANT :

Sur les planchers chauffant rafraîchissant, les moquettes et les parquets flottants sont exclus.

7.7.7.6 LA SALLE DE BAINS

Une boucle spécifique doit permettre d'alimenter la salle de bains.

Un dispositif manuel ou automatique permet de couper l'alimentation de la boucle salle de bains en mode « froid ».

7.7.7.7 LA CUISINE

Une boucle spécifique doit permettre d'alimenter la cuisine.

Un dispositif manuel ou automatique permet de couper l'alimentation de la boucle cuisine en mode « froid ».

Ce dispositif est optionnel dans le cas de cuisine ouverte sur une pièce principale.

7.7.8 DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANT / RAFRAICHISSANTS

Actuellement, il n'existe pas encore de méthode de calcul reconnue pour le dimensionnement d'un plancher rafraîchissant .

Le plancher est donc calculé pour le mode chaud et adapté pour le mode « froid ».

La puissance d'absorption surfacique d'un plancher rafraîchissant est de l'ordre de 25 W/m² avec du carrelage comme revêtement de sol.

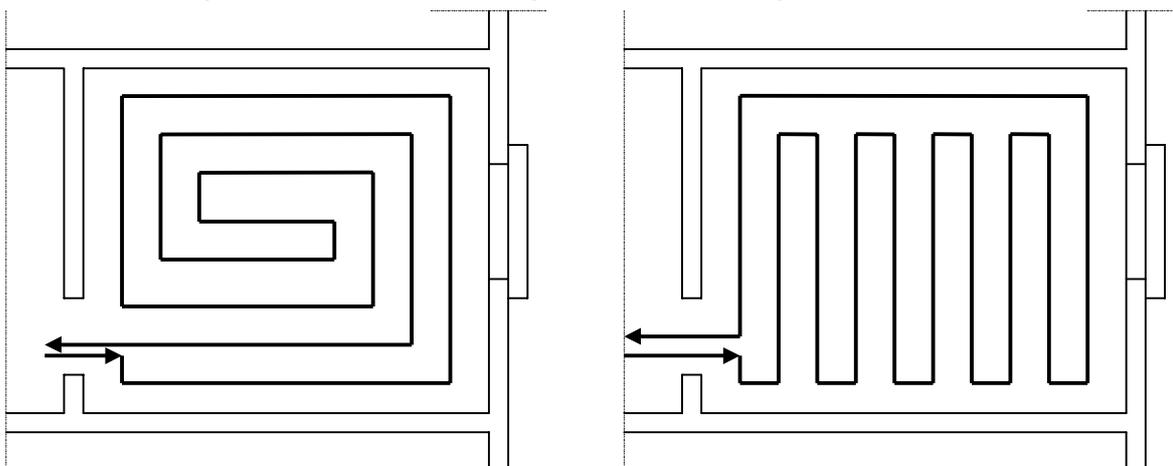
7.7.9 INSTALLATION

L'installation est effectuée conformément aux textes réglementaires et aux préconisations des constructeurs.

Les tubes doivent être fixés et respecter un certain pas. Ce dernier se détermine pièce par pièce, en fonctions des calculs thermiques effectués. La valeur du pas est comprise entre 50 mm et 200 mm pour le plancher réversible. Pour le plancher chauffant seul, il est conseillé une valeur maximale de 200 mm pour bénéficier de meilleures performances de la pompe à chaleur.

Le réseau de tubes s'effectue soit en serpentin, soit en spirale (également appelé en escargot). Les tubes sont placés à plus de :

- 100 mm d'un mur fini ou d'une surface couverte (surface non comprise dans les zones d'émission telle que zone d'emprise d'une baignoire, d'un meuble sous évier, ...).
- 200 mm des conduits de fumée et des foyers à feu ouvert, trémies ouvertes ou maçonneries, cages d'ascenseur.
- 150 mm de la face intérieure des murs extérieurs, afin d'éviter que les tubes ne soient endommagés par la pose de tringles à rideaux et des coffrages à l'étage inférieur (gaines, volets roulants, ...). Cette distance est de 400 mm en cas de plancher chauffant uniquement en dalle pleine.



Les deux méthodes de pose : en spirale ou en serpentin.

Le rayon de courbure des tubes ne doit pas être inférieur au rayon minimum défini dans les prescriptions des Avis Techniques ou dans les normes produits.

La fixation des tubes doit être effectuée selon la description dans les Avis Techniques et dans les DTU. Elle est réalisée à l'aide de clips, liens, cavaliers, etc.

Pour les dalles avec isolant pré – formé, le tube est simplement encastré dans les plots.

Pour certains types de planchers, l'utilisation de rails à clips permet une pose modulante.

Dans tous les cas la fixation doit permettre un bon maintien du tube, de ne pas le dégrader (il faut exclure toute ligature métallique) et permettre de réaliser les pas définis par le calcul.

7.8 LES VENTILO-CONVECTEURS

7.8.1 PERFORMANCES CERTIFICATION

Les performances thermiques et acoustiques des ventilo-convecteurs appelés aussi unité terminale sont certifiées par EUROVENT

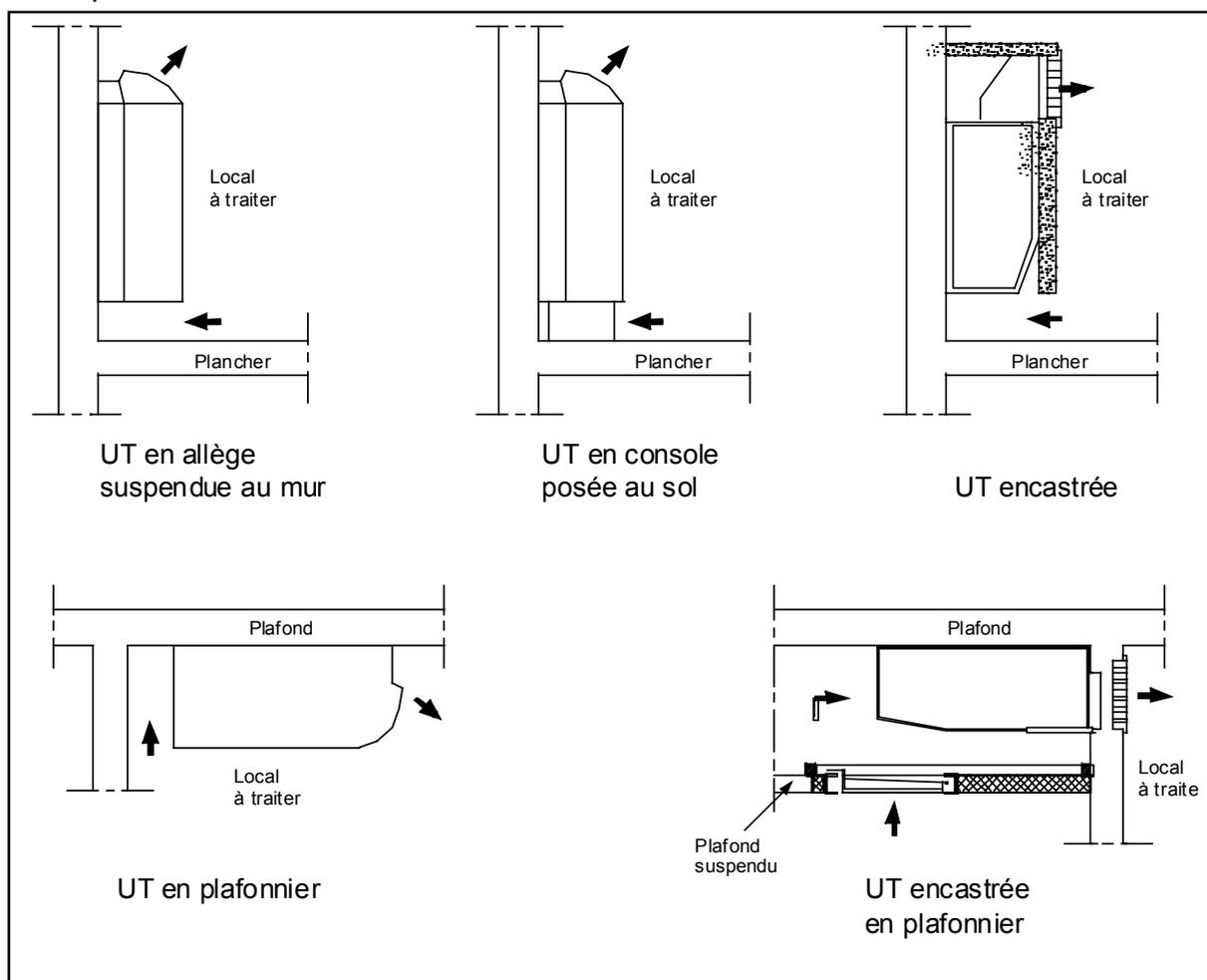
Toutes les caractéristiques techniques et les performances en fonctionnement chaud comme en fonctionnement froid sont données dans nos catalogues.

7.8.2 DESCRIPTION

Les unités terminales existent sous plusieurs formes :

- cassette encastrable avec diffusion d'air sur 1 ou 4 côtés,
- plafonnière nue, gainable, ou habillée,
- unité murale,
- verticale habillée ou encastrable type console.

Exemples de modèles d'unités terminales à eau 2 tubes.



7.8.3 DIMENSIONNEMENT

Mode chauffage

Actuellement, il n'existe aucune norme pour le dimensionnement des installations de chauffage. En France, les références sont :

- Le décret n° 2000-1153 du 29 novembre 2000 complété par l'arrêté du 29 novembre 2000. Il stipule « Les équipements de chauffage permettent de maintenir à 18 °C la température résultante intérieure au centre des pièces du logement ». Il ne précise pas de méthode particulière à utiliser.

L'émission d'une unité intérieure en mode chauffage doit être égale à 1,2 fois les déperditions de la pièce, pour la température extérieure de base, calculées à l'aide de soit des règles Th-D, soit des méthodes de l'AICVF ou du COSTIC.

La norme européenne pourra également être utilisée après sa mise en application.

L'installateur doit fournir les notes de calculs pour le dimensionnement des unités terminales permettant le réglage de l'installation.

Les règles Th-D, les méthodes de l'AICVF et du COSTIC peuvent être utilisées pour la détermination de l'installation de chauffage avec pompe à chaleur.

Mode refroidissement

Le calcul des charges est effectué conformément à la méthode simplifiée du COSTIC.

7.8.4 SELECTION

La sélection d'une unité intérieure dépend de 3 paramètres :

- la puissance calorifique,
- la puissance frigorifique,
- le niveau sonore requis.

7.8.4.1 PUISSANCES THERMIQUES

- L'unité intérieure doit être sélectionnée en fonction de la puissance calorifique et de la puissance frigorifique nécessaire (sensible ou totale).
- La puissance thermique doit être supérieure ou égale à celle obtenue pour le dimensionnement
- Les unités doivent être choisies en fonction de leur puissance en moyenne vitesse ou à défaut en petite vitesse pour les appareils à deux vitesses.
- Il est recommandé de déterminer la puissance calorifique des unités intérieures avec une température d'eau de 45 °C / 40 °C et la puissance frigorifique avec une température d'eau 7°C /12°C.

7.8.4.2 NIVEAU SONORE :

La sélection de l'appareil doit permettre de respecter une pression acoustique de 35 dB(A) dans les pièces principales et 50 dB(A) dans la cuisine voire 40 dB(A) dans le cas d'une cuisine ouverte sur une pièce principale (Arrêté du 30 juin 1999).

La sélection doit être effectuée en moyenne vitesse du ventilateur ou à défaut en petite vitesse pour les appareils à deux vitesses.

7.8.4.3 FILTRATION

Les filtres protègent d'une part les occupants des locaux contre les poussières et, d'autre part, les équipements contre l'encrassement ou l'introduction de particules nuisibles à leur fonctionnement.

Les filtres utilisés sont au minimum de classe G2 (auparavant EU 2) avec une efficacité gravimétrique minimale de 65 %.

Les filtres sont facilement accessibles afin de pouvoir les contrôler et les nettoyer périodiquement. La périodicité étant fonction de l'encrassement.

Il est judicieux de prévoir un jeu de filtres de rechange afin de remplacer les filtres d'origine en fin de chantier.

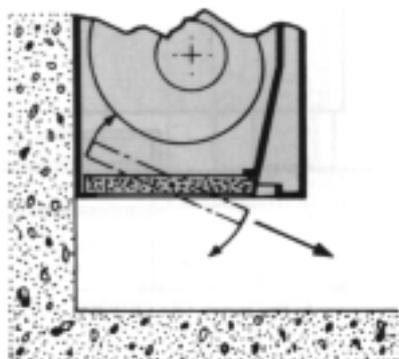
7.8.5 INSTALLATION

L'installation des unités terminales doit être réalisée conformément aux prescriptions de nos notices techniques et manuels d'installation.

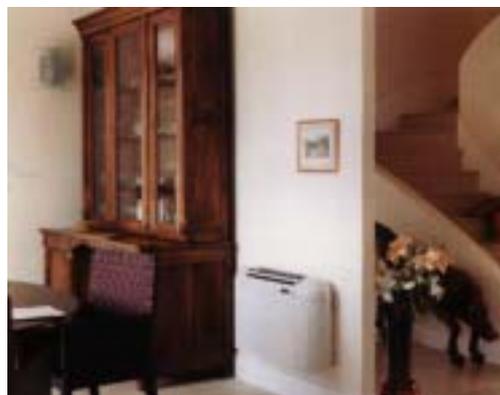
A défaut les quelques règles explicitées ci-après peuvent être employées.

7.8.5.1 UNITE TERMINALE VERTICALE :

Une hauteur minimale doit être conservée sous l'appareil afin de permettre le dégagement aisé du filtre.



Détail de retrait du filtre

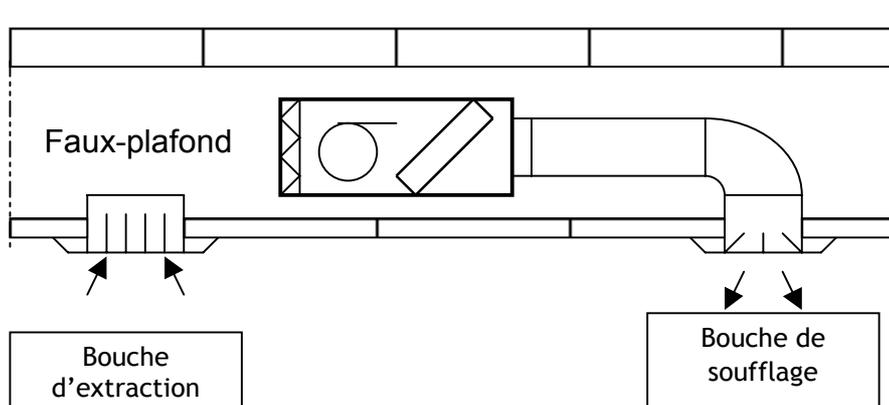


Eolis en situation

Unités terminales horizontales

Ces unités terminales sont suspendues au plafond. Une légère pente de l'appareil est vivement recommandée pour faciliter l'écoulement des condensats.

Dans le cas de l'installation d'une gaine de distribution entre l'appareil et la grille de diffusion d'air, la section de cette gaine ne doit pas être inférieure à la section de refoulement de l'unité terminale.



Local à traiter

Principe de raccordement d'une unité terminale type plafonnier avec gaine de soufflage.

La perte de charge des réseaux éventuels de soufflage et de reprise doit être la plus faible possible (inférieure à 40 Pa). Ces éléments doivent alors être pris en compte pour la sélection de l'appareil.

7.8.5.2 RACCORDEMENT HYDRAULIQUE

Le collecteur de la batterie est muni d'un purgeur en partie supérieure et d'une vidange en partie inférieure.

Pour permettre un équilibrage correct de l'installation, chaque unité terminale doit disposer d'un module de réglage permettant les fonctions suivantes :

- la mesure du débit,
- le réglage du débit,
- l'inviolabilité et la mémorisation du réglage,

7.8.5.3 EVACUATION DES CONDENSATS

L'évacuation des condensats doit s'effectuer de préférence gravitairement vers l'évacuation la plus proche avec des canalisations calorifugées, afin d'éviter des phénomènes de condensation pouvant entraîner des dégradations.

De plus, il faut veiller à avoir une pente suffisante sur ces canalisations. L'utilisation de pompe de relevage de condensats est à éviter dans la mesure du possible.

Différentes solutions d'intégration de la tuyauterie d'évacuation sont possibles :

- création d'un soffite,
- passage dans une goulotte en plinthe,
- cheminement en faux - plafond.
- passage en sous sol
- passage dans un doublage.

Un siphon doit être installé avant le raccordement à l'égout pour éviter la remontée d'odeurs nauséabondes. La tuyauterie n'est pas collée au siphon.



Ventilo – convecteur console
type EOLIS



Ventilo – convecteur plafonnier type
COADIS

7.9 LES RESEAUX HYDRAULIQUES

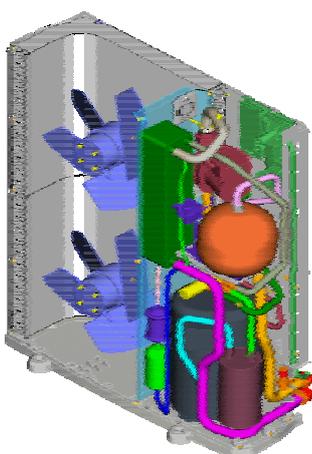
D'une manière générale, on retrouvera sur chaque installation, les composants bien connu des installations de chauffage à eau . A cela s'ajoutent certains composants spécifiques aux installations de Pompe à Chaleur.

En voici une liste non exhaustive :

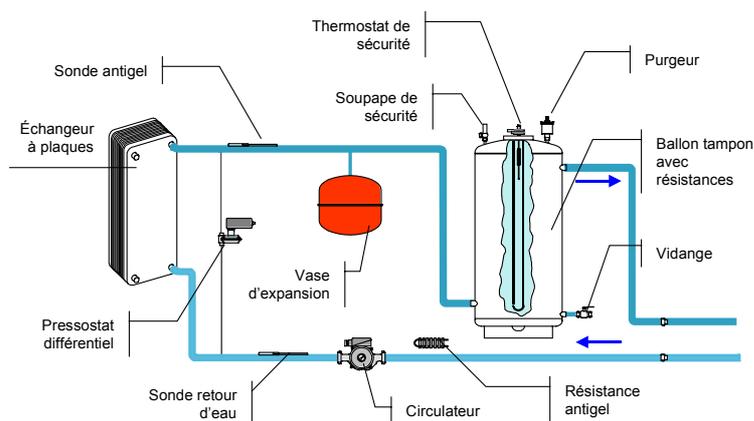
- une ou plusieurs pompes de circulation,
- un vase d'expansion avec soupape de sécurité,
- un robinet de remplissage,
- un robinet de vidange,
- un manomètre,
- un pressostat d'eau différentiel,
- un filtre sur le circuit chauffage,
- une capacité tampon si besoin,
- un appoint électrique éventuel sur les installations avec PAC EAU/EAU, obligatoire pour les systèmes avec PAC AIR/EAU.
- un filtre sur le réseau de récupération pour les PAC EAU / EAU
- des thermomètres entrée et sortie eau sur le circuit chauffage et pour les pompes circuit récupération sur les PAC EAU / EAU.
- des collecteurs de départ et retour sur le circuit chauffage équipés de vannes de barrages, vannes de réglages et débitmètres, purgeurs, vanne de vidange...
- des collecteurs départ et retour sur le circuit récupération des PAC EAU / EAU équipés de vannes de barrages, vannes de réglages, purgeurs, manomètres et vannes de vidange...

Certains de ces éléments sont intégrés à la pompe à chaleur ou au module hydraulique associé suivant les modèles.

Exemple sur gamme AQUALIS



Exemple module hydraulique intégré à la PAC AQUACIAT



Collecteurs Départ et retour d'une installation de plancher chauffant / rafraîchissant

7.9.1 POMPES DE CIRCULATION

7.9.1.1 CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT

Les pompes de circulation ou circulateurs prévus sur nos pompes à chaleur ont été choisis en fonction des pertes de charges de celles ci et des hauteurs manométriques et débits des installations individuelles correspondant à la majorité des cas. Il n'en reste pas moins qu'il est important de s'assurer qu'elles sont bien adaptées à l'installation étudiée.

Tous les circulateurs équipant nos pompes à chaleur sont prévus pour fonctionner aussi bien en eau chaude qu'en eau glacée.

7.9.1.2 POMPE DE CIRCULATION PRIMAIRE

Le dimensionnement de la pompe primaire a été réalisé en fonction de la puissance calorifique globale de la pompe à chaleur et de l'appoint avec un écart de température aller et retour d'eau au maximum de 7 °C

7.9.1.3 CAS DE POMPES DE CIRCULATION SECONDAIRES

Si l'installation nécessite des pompes secondaires, celles ci seront dimensionnées en fonction des besoins de la zone à traiter, avec un écart de température aller et retour d'eau au maximum de 7°C.

7.9.1.4 RAPPEL DE QUELQUES REGLES IMPORTANTES.

- Quel que soit le point de fonctionnement, le débit de la pompe primaire doit être toujours supérieur (même légèrement) à la somme des débits des pompes secondaires.
- La pompe de circulation primaire fonctionne en permanence. Cela permet d'utiliser la capacité tampon. Elle possède un débit constant.
- La pompe de circulation du circuit PCR fonctionne en permanence, afin de favoriser l'échange thermique.
- La pompe de circulation du circuit ventilo-convecteur fonctionne en permanence afin de répondre à la demande des utilisateurs pendant les périodes de chauffage ou de rafraîchissement.
- Le fonctionnement des pompes est interrompu en dehors des périodes de chauffage et rafraîchissement.

En cas de montage de vanne de régulation à deux voies sur les ventilo-convecteurs, ou de robinets thermostatiques sur les départs de plancher chauffant, il est installé une soupape ou un régulateur de pression différentielle, en aval de la pompe, entre le départ et le retour. De plus, un ou deux circuits seront maintenus ouverts en permanence, un débit minimal dans la pompe est ainsi garanti en cas de fermeture des vannes de régulation.

7.9.2 FILTRE

Les pompes à chaleur, AIR / EAU ou EAU / EAU, sont toutes équipées d'échangeurs à plaques brasées ayant pour particularités d'être compacts et hautement performants, aussi bien en production d'eau chaude que d'eau glacée.

Afin de garder en permanence leur efficacité optimum, **il est obligatoire de les protéger par un filtre** à tamis qui sera toujours placé à l'entrée de l'appareil, dans une zone facilement accessible pour la maintenance. Le filtre devra arrêter les particules supérieures à 600 microns. Une vanne de chaque côté du filtre facilitera le nettoyage périodique de celui-ci.

7.9.3 DISTRIBUTION HYDRAULIQUE

7.9.3.1 CONCEPTION

- Les circuits hydrauliques sont constitués de matériaux de même nature et non corrosifs. La distribution hydraulique est, par exemple, réalisée en cuivre ou avec des tuyauteries en matériau de synthèse.
- Le raccordement à la pompe à chaleur est réalisé en intercalant des flexibles entre celle-ci et le réseau, afin d'éviter de transmettre les vibrations de la PAC au réseau.
- Les raccordements aux collecteurs s'effectueront à l'aide de raccords mécaniques à compression, à douille à sertir ou à bague à glisser ou bien de raccords sertis.

7.9.3.2 DIMENSIONNEMENT



IMPORTANT

Dans les tuyauteries, la vitesse de l'eau est déterminée de manière à respecter une perte de charge linéaire comprise entre 100 Pa/m et 150 Pa/m soit entre 10 mm H₂O/m et 15 mm H₂O/m.

Afin de vous aider dans le dimensionnement de ces tuyauteries, nous mettons à disposition un logiciel d'aide : -----

7.9.3.3 CALORIFUGE

Les tuyauteries sont calorifugées sur tout le parcours.

L'isolation des tuyauteries passant à l'intérieur est réalisée au moyen d'un matériau souple à structure cellulaire fermée, du type ARMAFLEX ou similaire. L'épaisseur minimale de ce matériau est fonction du diamètre de la tuyauterie :

- 9 mm jusqu'au diamètre extérieur de 20 mm,
- 13 mm à partir du diamètre extérieur de 25 mm.

Sa mise en œuvre s'effectue sous forme de tubes entiers ou fendus.

Les tronçons de réseaux hydrauliques situés à l'extérieur ou dans un local non chauffé sont pourvus d'un traceur de mise hors gel si l'installation n'est pas protégée par un anti-gel. Pour ces tuyauteries, l'épaisseur minimale de l'isolant est de 13 mm. Une épaisseur de 25 mm est prévue dans le cas d'utilisation d'un autre isolant sous forme de coquilles.

Dans tous les cas, une finition adéquate complétera le calorifuge et une protection mécanique sur l'isolant sera prévue jusqu'à une hauteur de 2 m.

7.9.4 COLLECTEURS DE DISTRIBUTION

Ils sont placés à l'intérieur de l'habitation, en partie centrale de préférence, dans un endroit d'accès facile. Il est déconseillé de les installer dans une pièce humide (cuisine, salle de bain...) mais plus tôt dans un hall, un dégagement etc...et dans tous les cas ils seront facilement accessibles. Une protection mécanique des collecteurs sera prévue (ci ceux ci sont près d'un passage) afin d'éviter toute détérioration des éléments (indicateurs de débit, thermomètres, ...).

Les collecteurs se présentent sous forme de collecteurs jumelés (à barreau ou modulaire), et sont réalisés en laiton ou en matériaux de synthèse.

7.9.5 APPOINT



IMPORTANT :

Dans tous les cas, si l'appoint électrique est prévu, la régulation de la PAC en fonction de la température extérieure est obligatoire. L'appoint ne doit être mis en service que lorsque la pompe à chaleur ne suffit plus à assurer seule la puissance nécessaire. Un décalage (environ 3 K), sur la température d'eau du point d'enclenchement de l'appoint par rapport à celui de la pompe à chaleur permet d'assurer la priorité de fonctionnement de la pompe à chaleur.

7.9.6 DISTRIBUTION AÉRAULIQUE

Dans le cas d'un ventilo-convecteur en combles ou en faux plafond, une trappe est prévue sous l'appareil afin d'en permettre l'accès pour la maintenance. Ses dimensions sont suffisantes pour permettre le dégagement du caisson en cas de changement de celui-ci.

S'il existe une unité par pièce directement installée dans le faux plafond du local, il convient de prévoir une trappe de visite sous chaque appareil. Ses dimensions sont suffisantes pour le dégagement du caisson en cas de changement de celui-ci.

Les conduits aérauliques sont courts et constitués de conduits souples calorifugés.

Les conduits peuvent être de forme circulaire ou rectangulaire. L'étanchéité de l'installation doit être assurée tout le long du réseau, en particulier aux raccordements des accessoires ou des branchements.

Le degré d'étanchéité à l'air dans les réseaux de distribution d'air doit correspondre à celui de la classe A selon la certification Eurovent.

Tous les conduits de soufflage sont calorifugés avec un matériau isolant du type laine de verre de 25 mm d'épaisseur. Ce matériau est ensuite complété par un revêtement de finition avec pare - vapeur. Les conduits souples sont calorifugés à l'extérieur.

7.9.7 SYSTEME AVEC BALLON DE STOCKAGE (OU TAMPON)

Destinée à éviter les fonctionnements de la pompe à chaleur en cycle trop courtes (préjudiciable à son bon fonctionnement,) la capacité de stockage si elle n'est pas intégrée à la PAC doit être dimensionnée sur la base du tableau suivant :

Puissance PAC (kW)	7	9	13	18	25	34
Contenance ballon de stockage (l) pour une capacité du réseau négligeable (*)	30	40	80	80	160	160

Tableau de pré-dimensionnement de la capacité de stockage.

7.9.8 INSTALLATION AVEC RADIATEURS.

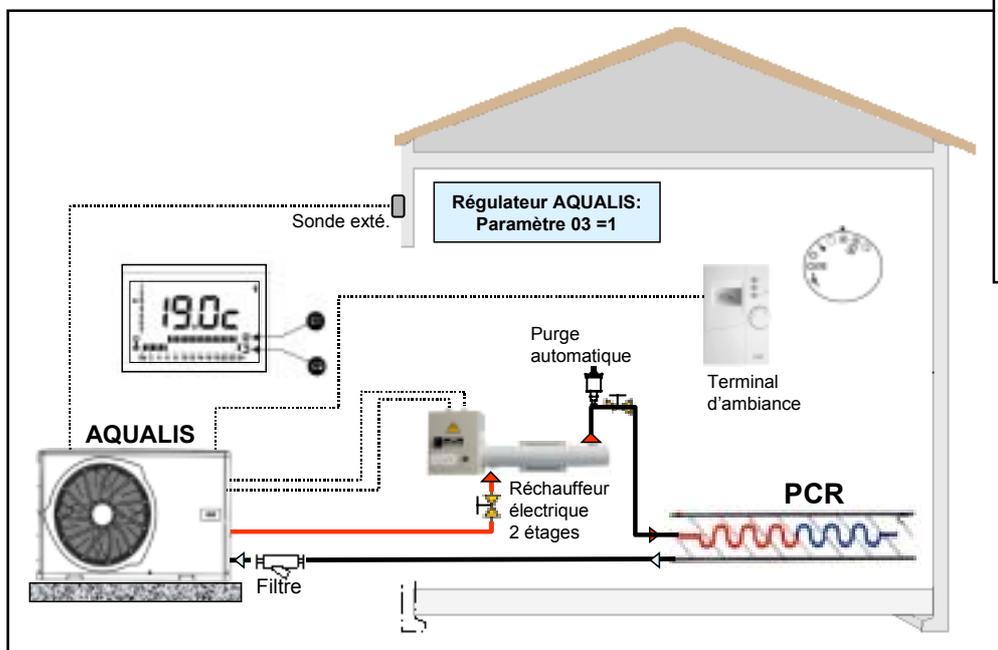
Il est tout à fait possible d'utiliser des radiateurs comme émetteurs.
Par contre, cette solution implique :

- Que l'installation **ne pourra en aucun cas fonctionner en rafraîchissement.**
- Que le régime d'eau fourni par la PAC ne pouvant dépasser 45/ 50°C, les radiateurs seront donc surdimensionnés.
- Que le coefficient de performance de l'installation sera plus faible compte tenu du régime d'eau plus élevé.

Dans le cas d'installation mixte (plancher + radiateurs, ou ventilo-convecteurs plus radiateurs) l'installation pourra fonctionner en rafraîchissement uniquement sur la partie non radiateur, **Ce circuit radiateurs devant impérativement être coupé en mode froid** (par le biais d'une vanne à 2 voies tout ou rien, par exemple).

7.10 SCHEMAS TYPES DES DIFFERENTS SYSTEMES DE CHAUFFAGE :

7.10.1 POMPE A CHALEUR AIR / EAU SUR PLANCHER CHAUFFANT UNE ZONE



Nota :
Le même schéma est possible avec une PAC eau/eau. Dans certains cas l'appoint électrique est intégré à la Pompe à Chaleur

Principe de régulation

Le régulateur de la PAC est piloté par la consigne de température d'eau de retour, elle même fonction de la température extérieure.

Une sonde d'ambiance, à deux points de consignes programmables permet d'ajuster la température.

7.10.2 POMPE A CHALEUR AIR / EAU SUR PLANCHER CHAUFFANT REGULATION PAR PIECE

Il est possible de réaliser, à partir du schéma précédent, une installation avec régulation par zone ou par pièce.

Pour ce faire, on installera sur le collecteur, au départ des circuits, des vannes électriques 2 ou 3 voies pilotées par sondes d'ambiance situées dans les pièces. (la liaison entre vanne et sonde d'ambiance peut être réalisée par fil ou par onde radio).

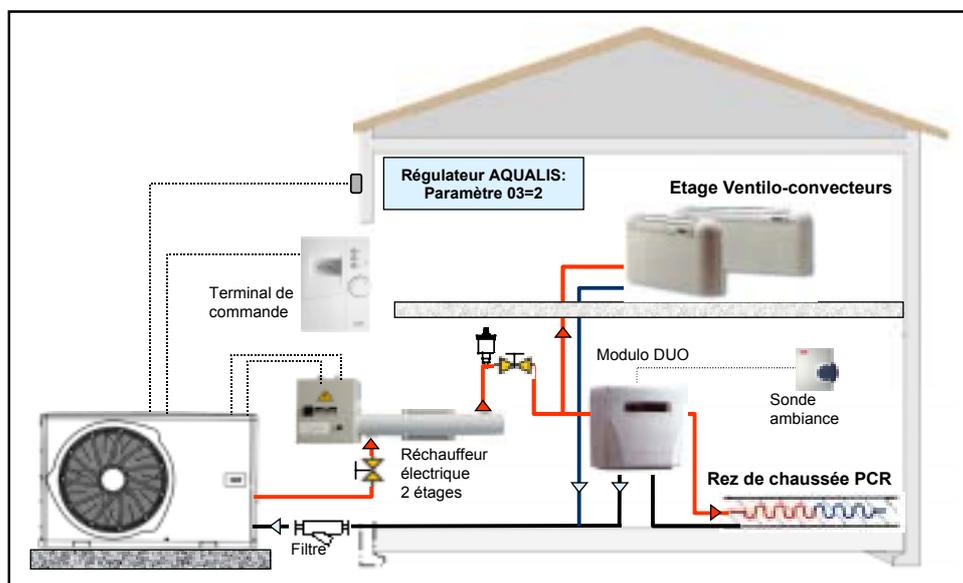
La solution avec vanne deux voies entraîne un débit d'eau variable en fonction de l'ouverture et de la fermeture automatique des vannes, ce qui n'est pas acceptable au niveau de la PAC.

Afin d'assurer un débit d'eau le plus constant possible sur la Pompe à Chaleur, on veillera à :

- Installer une vanne de décharge entre départ et retour.
- Incorporer au circuit une capacité tampon pour augmenter le volume d'eau de l'installation et éviter le fonctionnement de la PAC en court cycle.
- Ne pas équiper toutes les boucles de vannes de régulation (par exemple les pièces de vie ne seront pas équipées). La pièce non équipée de vanne de

régulation pourra recevoir une sonde d'ambiance à deux points de consignes programmable permettant d'ajuster la température d'eau de sortie PAC.

7.10.3 POMPE A CHALEUR AIR / EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR UNE ZONE ET VENTILO-CONVECTEURS SUR L'AUTRE.



Nota :
Le même schéma est possible avec une PAC eau/eau. Dans certains cas l'appoint électrique est intégré à la Pompe à Chaleur

Principe de régulation

Le régulateur de la PAC est piloté par la consigne de température d'eau de retour, nécessaire au réseau ayant le régime hiver le plus haut. Le fonctionnement de la pompe à chaleur est prévu à température constante en hiver quelle que soit la température extérieure. Les températures d'eau sont de l'ordre de 45°C pour le départ et de 40°C pour le retour.

Deux possibilités de régulation :

- Une vanne de régulation au niveau du ventilo-convecteur permet la variation de débit dans l'émetteur, en fonction de la température ambiante désirée.
- Un thermostat d'ambiance agit sur les vitesses de ventilation selon les besoins.

Dans le cas de ventilo-convecteurs, il est recommandé un régime d'eau constant 40/45 °C quelle que soit la température extérieure, afin d'éviter en demi saison l'effet de courant d'air froid d'un ventilo-convecteur si le régime d'eau est trop bas.

Une sonde d'ambiance dans la partie plancher chauffant / rafraîchissant pilote un régulateur intégré au kit Modulo DUO pour ajuster la température d'eau du plancher par exemple 35 °C

Accessoires livrés en kit ou montés suivant modèle.

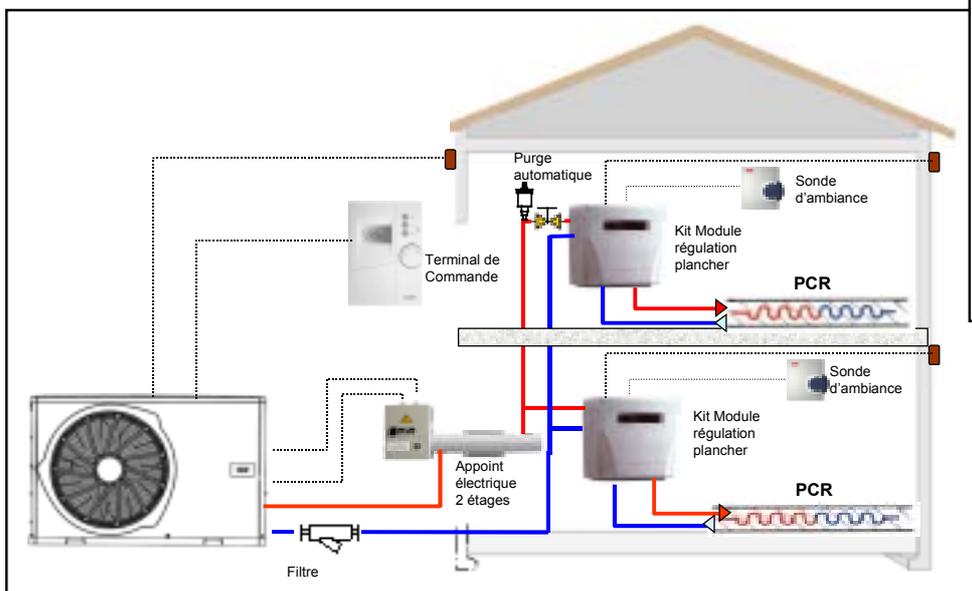


Kit de remplissage



Kit filtre

7.10.4 POMPE A CHALEUR AIR / EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR DEUX ZONES AVEC REGULATION PAR ZONE

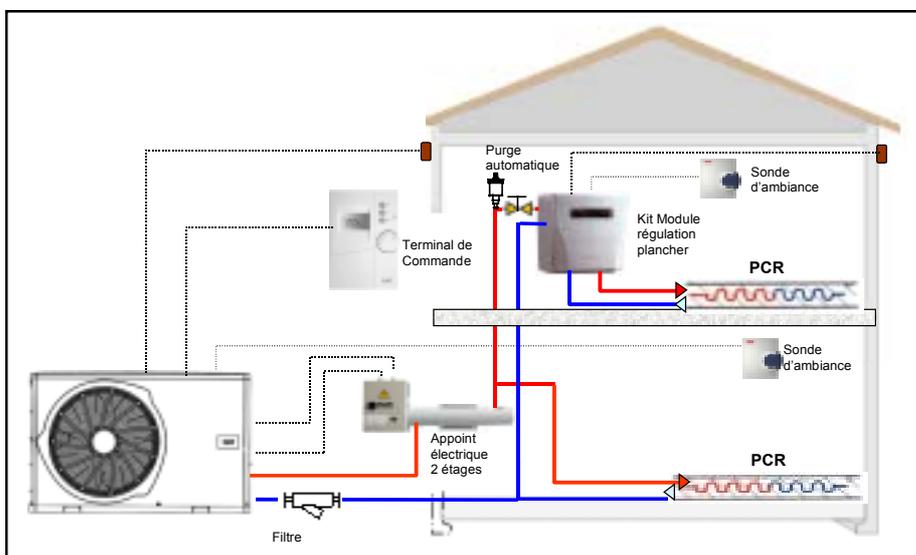


Nota :
Le même schéma est possible avec une PAC eau/eau. Dans certains cas l'appoint électrique est intégré à la Pompe à Chaleur

Principe de régulation

Le régulateur de la PAC est piloté par la consigne de température d'eau de retour. Possibilité de correction de cette consigne en fonction de la température extérieure. Chaque zone reçoit un régime d'eau fonction de sa propre régulation (température d'eau fonction de la température extérieure) avec sonde d'ambiance de correction.
Important : Le régulateur de la PAC sera réglé à une consigne légèrement supérieure aux régulateurs de zone.

7.10.5 POMPE A CHALEUR AIR / EAU AVEC PLANCHER CHAUFFANT SUR DEUX ZONES (VARIANTE AU CAS PRECEDENT)



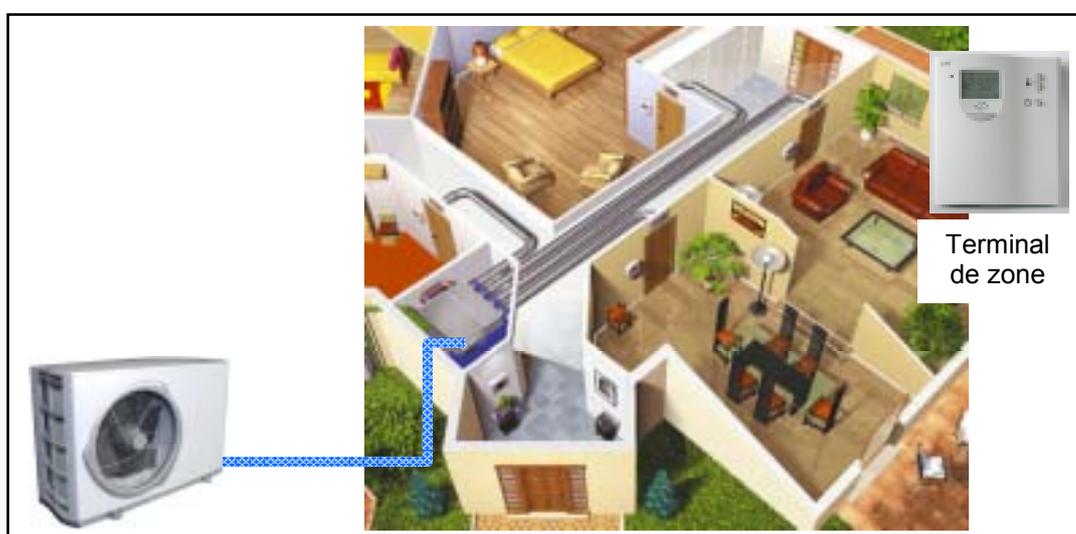
Nota :
Le même schéma est possible avec une PAC eau/eau. Dans certains cas l'appoint électrique est intégré à la Pompe à Chaleur

Principe de régulation

Le régulateur de la PAC est piloté par la consigne de température d'eau de retour nécessaire au circuit plancher chauffant le plus exigeant (par exemple eau 35°C pour le plancher du rez de chaussée). Cette consigne peut être variable en fonction de la température extérieure. L'étage, quant à lui, reçoit son propre régime d'eau en provenance du kit de régulation avec loi d'eau fixe ou proportionnelle en fonction de la température extérieure.

Important : Le régulateur de la PAC sera réglé à une consigne légèrement supérieure aux régulateurs de zone.

7.10.6 POMPE A CHALEUR AIR / EAU AVEC VENTILO-CONVECTEUR EN PLAFONNIER



7.10.6.1 REVERSIBILITE

Le basculement hiver - été est assuré par une commutation manuelle ou automatique au niveau du régulateur. S'il existe un circuit radiateurs à la place du circuit ventilo-convecteurs, le basculement hiver – été permet la fermeture d'une vanne à deux voies TOR disposée sur le circuit radiateurs.

7.10.6.2 FONCTION HORS GEL

Nos Pompes à Chaleur sont équipées de la fonction hors gel permettant d'assurer une température ambiante de 10.°C Par contre, cette protection n'est plus efficace en cas de coupure de courant de longue durée par température extérieure négative. La seule protection dans ce cas étant les additifs à base de glycol dans le circuit d'eau. La protection des réseaux hydrauliques par adjonction d'anti-gel a aussi l'avantage de protéger ceux ci pendant la construction du bâtiment. (risque de gel des circuits déjà en eau pendant la période hivernale des bâtiments non encore chauffés). La protection par un antigel de l'installation est obligatoire dans le cas de résidence secondaire.

Les unités terminales existent sous plusieurs formes :

7.11 RADIATEURS



IMPORTANT

L'utilisation de radiateurs n'est envisageable que pour les installations fonctionnant uniquement en chauffage. En aucun cas le fonctionnement en rafraîchissement ou climatisation n'est possible.

7.11.1 DESCRIPTION

Les radiateurs et convecteurs se présentent sous forme de différents produits :

- convecteur,
- panneaux acier,
- radiateurs en alliage d'aluminium ou extrudé,
- radiateurs en fonte,
- radiateurs lamellaires en acier,
- sèche -serviettes à tubes plats ou ronds (acier ou aluminium),
- tubulaires horizontaux ou verticaux à tubes ronds ou plats jointifs ou non.

7.11.2 DIMENSIONNEMENT ET SELECTION

L'émission d'un radiateur est égale à 1,2 fois les déperditions de la pièce, pour la température extérieure de base, calculées à l'aide des méthodes TH-D, AICVF ou COSTIC, en tenant compte de la températures d'eau alimentant le circuit radiateurs, 40°C ou 45 °C dans le cas de pompe à chaleur.

L'installateur doit fournir les notes de calculs pour le dimensionnement des radiateurs et convecteurs permettant le réglage de l'installation.

La puissance d'un radiateur à eau chaude est déterminée en fonction de l'écart moyen de température :

$$\text{Ecart moyen} = \frac{\text{Te} + \text{Ts}}{2} - \text{Ti}$$

avec :

Te : Température de l'eau à l'entrée du corps de chauffe,

Ts : Température de l'eau à la sortie du corps de chauffe,

Ti : Température de référence de l'air au centre de la pièce et à 0,75 m au-dessus du plancher.

Le radiateur sera sélectionné à partir du répertoire des puissances thermiques réalisé par l'ATITA.

ATTENTION :

Dans le répertoire, la puissance thermique de chaque produit est indiquée pour un écart de température de 50 K.

7.11.3 INSTALLATION

L'installation d'un radiateur ou d'un convecteur à eau chaude doit être réalisée conformément aux prescriptions fournies par son constructeur.

8 RACCORDEMENTS ELECTRIQUES

Nos Pompes à Chaleur sont conçues en conformité avec la directive basse tension et plus spécifiquement les normes internationales EN 60335-1, EN 60335-2-40, EN 6100-6-1 à 4.

L'entreprise doit réaliser tous les raccordements électriques jusqu'aux appareils de sa fourniture. Elle doit effectuer également la mise à la terre de tous ses appareillages.

Dans le cas de pose d'un tableau (armoire ou coffret) regroupant toutes les commandes, les signalisations et la protection des installations électriques, le volume de l'enveloppe est calculé pour éviter une élévation de la température intérieure au-delà de 35 °C. Il est réservé une place disponible de 20 % à la surface utile.

Le professionnel réalisant une installation de chauffage doit soumettre une attestation de conformité au visa du consuel.

L'alimentation électrique doit répondre aux exigences suivantes :

- Alimentation en monophasé :
230 V ^{+6%} / ^{-10%} 50Hz
- Alimentation en triphasé :
400 V ^{+6%} / ^{-10%} 50Hz
- Tous les câblages doivent être réalisés suivant la réglementation en vigueur au lieu d'installation (en France, NF C15100)
- Le câblage sera judicieusement déterminé en fonction de l'intensité maxi du groupe (se reporter aux tableaux des caractéristiques techniques en fin de nos notices), de la distance de l'unité par rapport à l'alimentation d'origine, de la protection amont et du régime d'exploitation du neutre.
- Les modèles triphasés doivent impérativement être raccordés au neutre.
- L'installation doit être équipée d'un sectionneur principal.

AQUALIS		20/20H	28/28H	35/35H	35T/35HT	50/50H	65/65H	75/75H
TENSION		230 V - 1ph 50 Hz			400 V - 3ph 50 Hz			
Section Câble	mm ²	2,5	4	6	2,5	2,5	4	6
Sectionneur	Am	20	25	32	16	16	20	25

Exemple de sélection de câbles d'alimentation et sectionneurs pour la gamme AQUALIS . (Extrait du guide d'installation Aqualis)

9 MISE EN SERVICE

La mise en service d'une installation de pompe à chaleur implique que les diverses phases de raccordements soient terminées :

- les raccordements électriques,
- les raccordements hydrauliques,
- la mise en eau,

Les phases de mise en service sont les suivantes :

- la vérification de l'installation,
- les essais,
- les réglages,
- la prise en main par le client final.



IMPORTANT

Après chaque phase de la mise en service, les différentes données de l'installation (produits injectés, pressions d'essais, température, intensités etc.) doivent être consignées sur des fiches de relevés de fonctionnement.

9.1 MISE EN EAU DE L'INSTALLATION

Les différentes phases sont les suivantes :

- nettoyage de l'installation,
- rinçage de l'installation,
- remplissage de l'installation.

En cas de protection par un antigel, son dosage doit permettre une température minimale en accord avec la température de base du lieu d'installation. Dans tous les cas il doit permettre une température minimale de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ et il est préférable d'utiliser un produit formulé prêt à l'emploi.

Dans le cas d'utilisation d'éthylène glycol comme antigel, il est possible de se reporter aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Concentration en antigel (éthylène glycol) [%]	Température de protection [$^{\circ}\text{C}$]
30	-16
35	-20
40	-25
45	-30

Concentration en antigel et température de protection.

Nota : Attention au risque de corrosion quand la concentration de l'éthylène glycol est inférieure à 1/3.



IMPORTANT

Pour les installations équipées de capteurs enterrés, le produit antigel utilisé dans les capteurs doit être du propylène glycol afin d'éviter les risques de pollution des nappes phréatiques.

Il convient d'homogénéiser le mélange avant le remplissage de l'installation.
Le contrôle du taux de glycol sera mesuré par pesée ou à l'aide d'un réfractomètre.

Les circuits hydrauliques doivent être indépendants du circuit eau de ville ; pour ne pas risquer de détruire le produit antigel par des appoints effectués avec de l'eau brute.

Les robinets d'isolement comprennent de préférence une manœuvre par carré et une sortie munie d'un bouchon.

Dans le cas de capteurs enterrés, une purge doit être opérée avant le remplissage de ceux-ci.

9.2 VERIFICATION DE L'INSTALLATION

L'installation étant réalisée, il est préférable de vérifier une dernière fois certains points avant la mise en route :

- mise de niveau de la pompe à chaleur,
- présence des plots anti-vibratiles,
- arrivée d'eau de ville sur l'installation,
- serrages des connexions électriques,
- tension d'alimentation conforme aux plaques signalétiques des appareils (pompe à chaleur, pompe de circulation, résistance d'appoint, etc.),
- diamètre des câbles d'alimentation de la PAC et de l'appoint conforme aux préconisations des catalogues techniques constructeur,
- résistances ohmiques des différents appareils,
- bons raccordements à la terre,
- valeur de coupure du disjoncteur,
- absence d'outils ou d'objet dans la PAC,
- bonne diffusion sur l'échangeur air des PAC air / eau, pas d'obstruction au passage de l'air, bonne distance entre la PAC et un éventuel écran anti-bruit.
- accessibilité facile à la PAC,
- espaces suffisants pour le démontage des tôles d'habillage,
- étanchéité des orifices de passage des tuyauteries, des câbles à travers les parois,
- serrage des tuyauteries sur les colliers de fixation,
- vérifications des fixations et accrochages des différentes tuyauteries,
- bonne isolation des tuyauteries frigorifiques et des tuyauteries d'eau,
- bon sens d'écoulement vers les appareils,
- vérifications des vidanges en points bas, des purges en points hauts et des raccordements aux égouts,
- la présence du capuchon en laiton sur les valves à clapet (si raccord SCHRADER).

9.3 ESSAIS

9.3.1 ESSAIS SUR L'EAU

L'ensemble de l'installation doit être soumis à un essai d'étanchéité. Les épreuves de pression se font en cours de montage, par réseau ou tronçon de réseau, avant peinture, calorifugeage et calfeutrement des brèches.

L'étanchéité des circuits doit être vérifiée par un essai sous pression d'eau. La pression d'essai est de 2 fois la pression de service pendant 48 h.

Quand il y a risque de gel, des mesures appropriées doivent être prises :

9.3.1.1 CIRCUIT CAPTEURS ENTERRES

Les capteurs doivent être éprouvés en usine avant leur installation. De plus, une fois installés et le remplissage effectué, une épreuve à l'eau (4 bar / 30 min) doit impérativement être effectuée. Cette épreuve doit obligatoirement être réalisée avant recouvrement du capteur.

9.3.1.2 CIRCUIT PLANCHER

Vérification du tube pendant le bétonnage

Tubes en matériau de synthèse

Avant de réaliser la dalle, l'étanchéité des circuits de chauffage doit être vérifiée par un essai sous pression d'eau. La pression minimale d'essai est de 10 bar. Durant la phase d'enrobage et de prise de béton, la pression d'eau de ville doit être maintenue.

Tubes cuivre

Le réseau est mis sous pression au moyen d'une pompe hydraulique. La pression est portée à 100 bar et maintenue durant la phase d'enrobage et de prise de béton.

Après bétonnage

L'absence de fuites et la pression d'essai doivent être inscrites dans un rapport d'essai.

Quand il y a risque de gel, des mesures appropriées tels que l'utilisation d'antigel doivent être prises.

Si la protection antigel n'est plus nécessaire dans les conditions normales de fonctionnement, l'antigel doit être vidangé et l'installation doit être rincée trois fois avec de l'eau propre.

9.3.2 ESSAIS SUR LA POMPE A CHALEUR

Pour toutes les PAC, il est nécessaire de vérifier pendant la mise en route les points suivants :

- l'absence de toute fuite de fluide frigorigène,
- que l'eau circule dans la pompe à chaleur quand le circulateur est en service,
- que l'air du ou des circuits hydrauliques est purgé,
- le serrage de toutes les connexions électriques,
- le bon fonctionnement de tous les appareillages de sécurité,
- que l'ampérage absorbé est normal (voir tableau « caractéristiques électriques des guides techniques)
- les températures aux divers points du circuit frigorifique,
- les températures aux divers points du ou des circuits hydrauliques
- bonne inversion de cycle et si possible la bonne régulation du processus de dégivrage,
- en modifiant le point de consigne de la PAC, vérifier l'enclenchement et la coupure du compresseur
- mesures ou contrôles des pressions HP et BP,
- mesure des puissances absorbées au compresseur et aux pompes de circulation

Pour toutes les PAC air / eau, il est nécessaire de vérifier pendant la mise en route les points complémentaires suivants :

- vitesse du ventilateur de l'échangeur air / eau,
- sens de rotation du ventilateur,
- les conditions de l'air à l'entrée et à la sortie de l'échangeur sur l'air,
- mesure de la puissance absorbée au ventilateur.

9.3.3 ESSAIS SUR LES UNITES TERMINALES A EAU

Il est nécessaire de vérifier les points suivants :

- enclenchements des vitesses du ventilateur,
- sens de rotation du ventilateur,
- les conditions de l'air à l'entrée et à la sortie de l'échangeur sur l'air,
- bon fonctionnement du contrôle de la température,
- bon fonctionnement de la vanne de régulation,
- intensité absorbée,
- tension d'alimentation,
- mesure de la puissance absorbée au ventilateur,
- bon écoulement des condensats.

9.3.4 ESSAIS SUR LES RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU

Il est nécessaire de vérifier les points suivants :

- la température ambiante du local,
- le bon fonctionnement des robinets thermostatiques.

9.4 REGLAGES ET EQUILIBRAGE

Après les essais, il faut procéder aux réglages des équipements sur les différents circuits suivant la notice du constructeur, en particulier :

- sur l'eau : purge du circuit hydraulique et réglage du débit,
- réglage des régulateurs sur la Pompe à chaleur et sur les régulations des circuits secondaires.

9.4.1 REGLAGES SUR LE CIRCUIT DE DISTRIBUTION

Conformément à l'étude technique, l'installateur doit posséder les éléments pour effectuer l'équilibrage correct de l'installation (nombre de tours des vannes de réglage, ...).

L'équilibrage peut nécessiter la mise hors service du ou des régulateurs, et le décalage de certains points de consigne. Il est nécessaire de désaccoupler de leurs moteurs toutes les vannes automatiques de régulation.

D'une façon générale, il convient de court-circuiter tout automatisme pouvant entraîner des modifications de débit au cours du réglage.

9.4.1.1 LE PLANCHER

Parmi Les éléments nécessaires pour effectuer l'équilibrage de l'installation, on trouve en particulier le diamètre du tube, les longueurs de chaque boucle et le débit dans chacune d'elles.

L'équilibrage se réalise en deux étapes :

Equilibrage de chaque boucle entre elles au niveau du collecteur :

- Pour chaque boucle on calcule le débit et la perte de charge. En fonction de la différence de perte de charge avec la boucle la plus défavorisée, on calcule la perte de charge supplémentaire à apporter au niveau du té de réglage du collecteur de chaque boucle.
- A partir de l'abaque du constructeur, on lit le nombre de tours d'ouverture du té de réglage pour la boucle considérée ; on peut ainsi régler boucle par boucle.

Dans le cas d'un collecteur équipé de débitmètres, il suffit de faire varier l'organe de réglage afin d'obtenir le débit correspondant.

Equilibrage des différents collecteurs entre eux :

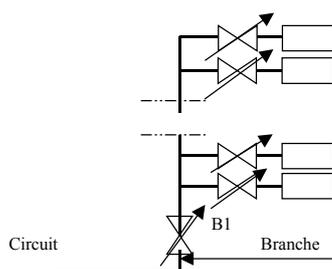
Pour chaque collecteur on calcule les débits des boucles et la perte de charge maximale. En fonction de l'installation, et comme précédemment, on règle le nombre de tours du té de réglage selon la valeur indiquée sur l'abaque du constructeur.

9.4.1.2 LES VENTILO-CONVECTEURS, RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU

L'équilibrage se réalise en plusieurs étapes :

1^{ère} opération : Equilibrage des émetteurs sur chaque branche.

- Si un calcul hydraulique préalable donne pour chaque module un pré réglage en nombre de tours, le faire dès la pose (en l'absence de calcul hydraulique, laisser les modules à leur pré-ouverture d'usine).
- Ouvrir sur la position maximale l'organe de réglage de la branche sélectionnée (soit B1).

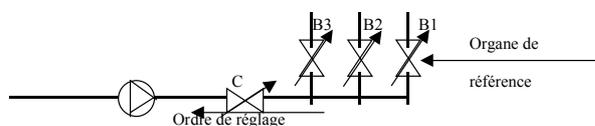


- Régler successivement chaque appareil en commençant par l'appareil le plus défavorisé en remontant vers la pompe.
- Pour chaque élément de circuit on calcule le débit et la perte de charge.
- En fonction de la différence de perte de charge avec le circuit le plus défavorisé, on calcule la perte de charge supplémentaire à apporter au niveau de l'organe de réglage de chaque appareil.
- A partir de l'abaque du constructeur, on lit le nombre de tours d'ouverture de l'organe de réglage pour le circuit considéré ; on peut ainsi régler chaque circuit.
- Si nécessaire, glisser la pastille d'inviolabilité.
- Procéder de la même façon pour les autres branches.

2^{ème} opération : Equilibrage des branches.

La procédure est identique à celle utilisée pour les appareils.

- Rechercher la branche la plus défavorisée (c'est en général la branche la plus éloignée de la pompe).
- Régler l'organe de réglage B1 (le plus éloigné de la pompe).
- L'organe de réglage B1 est l'organe de référence et l'on procède au réglage successif des autres organes (en remontant vers la pompe). Pour chaque branche on calcule le débit et la perte de charge maximale.
- En fonction de l'installation, et comme précédemment, on règle le nombre de tours des organes de réglage selon la valeur indiquée sur l'abaque du constructeur.



Ordre de réglage des branches.

3^{ème} opération : Réglage du débit du circuit

Le réglage du débit total est effectué au niveau de la pompe de circulation. Des moyens de mesures sont nécessaires pour vérifier les débits surtout pour le débit total.

L'utilisation de l'organe de réglage principal C, équipé de points de mesure, permet de vérifier la sélection de la vitesse de la pompe et d'ajuster le débit total.

9.4.2 REGLAGE DU REGULATEUR

Avant d'effectuer le réglage du régulateur, il est nécessaire de connaître tous les paramètres de fonctionnement de la régulation. Les principales opérations de réglage sont :

- choix de la pente pour la loi d'eau,
- consignes été / hiver,
- seuils d'alarmes.

9.5 MISE EN CHAUFFE INITIALE POUR LES INSTALLATIONS AVEC PLANCHER CHAUFFANT

Cette opération ne peut être faite qu'au moins 21 jours après la réalisation de la dalle dans le cas d'une dalle béton ou en accord avec les instructions du fabricant.

La montée en température devra s'effectuer de manière régulière jusqu'à obtenir un temps de fonctionnement du plancher de 3 jours en continu à 20 °C – 25 °C.



IMPORTANT

- Les opérations de mise en chauffe et de préchauffage doivent faire l'objet de procès verbaux
- La mise en route du plancher en mode rafraîchissement ne doit s'effectuer qu'après la mise en route en mode chauffage.

9.6 CONTROLE DU BON FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION COMPLETE

Après les différents essais et réglages, il convient de s'assurer du bon fonctionnement de l'installation. On vérifie ainsi :

- les températures des fluides,
- les températures des locaux,
- le fonctionnement silencieux de l'installation,
- la précision et le bon fonctionnement des appareils de contrôle, de sécurité et de régulation,
- valeurs de réglage des différents organes de régulation,

Dans le cas de capteurs enterrés, un certificat d'auto - contrôle (nature de sol, dimensionnement, longueur de tubes installés, essais en pression de chaque sonde) sera à fournir au maître d'ouvrage (ou maître d'œuvre).

Un relevé du bon fonctionnement est alors consigné sur une fiche de mise en route. les résultats sont vérifiés par rapport aux données des notices techniques.



IMPORTANT

Ce relevé constitue une référence comparative pour tous les contrôles ultérieurs et doit servir de base pour le carnet d'entretien de la machine.

9.7 MISE EN MAIN DE L'INSTALLATION

A la fin des travaux, lorsque l'installation fonctionne parfaitement, l'entrepreneur doit fournir :

- des plans définitifs d'implantation des installations, du local technique, des réseaux de gaines et tuyauteries avec tout le matériel installé,
- les plans avec photos des capteurs extérieur avant remblaiement,
- les schémas électriques détaillés,
- la documentation technique en langue française sur chacun des appareils installés,
- les fiches de mise en route,
- un schéma de principe de l'installation,
- une notice de fonctionnement de la régulation (avec notification de la pente et des points de consignes),
- une notice de fonctionnement claire et précise de l'ensemble de l'installation,
- le numéro de téléphone de la société assurant la maintenance et l'après-vente.

Une personne qualifiée ayant participé à la mise en œuvre doit préciser à l'utilisateur les conditions d'installation et les limites d'emploi de son installation.



IMPORTANT

L'installation doit être réalisée par une entreprise qualifiée et ayant reçu une formation adéquate sur les produits mis en œuvre.

Il est préférable que la mise en service soit effectuée par, ou avec la société qui assurera l'entretien.

10 MAINTENANCE

Les opérations de maintenance ont pour but :

- De garantir en permanence les performances optimales,
- Allonger la durée de vie du matériel,
- Fournir une installation assurant le meilleur confort dans le temps au client.

Il est nécessaire qu'à chaque visite périodique, il soit effectué un relevé de fonctionnement de l'installation. Ce relevé est reporté sur le carnet d'entretien et comparé avec la fiche de mise en route. Toute anomalie doit être signalée.

Le carnet d'entretien est pour toute la durée de vie de l'installation un véritable « carnet de santé », fort utile pour le diagnostic et la maintenance.

10.1 LE CONTRAT DE MAINTENANCE

L'établissement d'un contrat d'entretien est indispensable pour la pérennité de l'installation. Il définit les conditions dans lesquelles se fera la maintenance de l'installation :

- La fréquence annuelle des visites. Il faut prévoir une visite en période froide pour vérifier le fonctionnement de la procédure de dégivrage, le réglage des thermostats et des sécurités, la puissance thermique par mesure de l'écart de températures entre le départ et le retour.
- La liste des opérations qui sont effectuées à chaque visite.

10.2 QUALIFICATION DE L'ENTREPRISE DE MAINTENANCE

La maintenance de l'installation doit être assurée par une entreprise qualifiée respectant les décrets et réglementations en vigueur (en particulier le décret du 7/12/1992, modifié par celui du 30/06/98, voir paragraphe 2.1.4).

Les types de maintenance

Les interventions de la maintenance d'une PAC peuvent se classer en trois catégories :

- la surveillance préventive,
- le petit entretien réalisé,
- le dépannage.

10.2.1 LA SURVEILLANCE PREVENTIVE

Au moins une fois tous les trois mois, l'utilisateur ou le personnel de ménage assure un simple entretien des ventilo-convecteurs. Il effectue les opérations suivantes :

- Changement ou nettoyage des filtres (lavage à l'eau tiède ou à l'aspirateur). S'assurer de leur bon repositionnement. Les filtres peuvent être nettoyés plus souvent si le taux d'empoussièrement du local est plus élevé.
- Dépoussiérage et nettoyage des ventilo-convecteurs (ne pas projeter d'eau, utiliser une éponge ou un chiffon).

Au moins une fois par an, le technicien de la maintenance s'assure du bon fonctionnement général.

Il effectue les opérations suivantes :

- vérification de l'arrêt éventuel de la pompe suite à une mise en sécurité (voyant défaut allumé),
- dépoussiérage et nettoyage de l'unité extérieure de la PAC, en cas de PAC air/eau (ne pas utiliser de nettoyeur haute pression, utiliser une éponge ou un chiffon),
- vérification des performances de la pompe à chaleur,
- vérification pour la pompe à chaleur et les ventilo-convecteurs de l'écoulement des eaux de condensats, nettoyage du bac à condensats,
- vérification de fonctionnement des vitesses du ventilo-convecteur,
- vérification de fonctionnement des vannes de régulation,
- vérification de la hauteur manométrique de la pompe de circulation du circuit capteurs enterrés quand ils existent,
- contrôle visuel et auditif de l'ensemble (bruit anormaux, panneaux détachés, calorifuge, trace d'eau, etc.),
- contrôle régulier du liquide antigel.

10.2.2 LE PETIT ENTRETIEN

Au moins une fois par an, le technicien de la maintenance effectue les opérations suivantes en plus de la surveillance préventive :

- vérification des connexions électriques,
- vérification de la bonne marche des fonctions du boîtier de régulation,
- changement de toutes les pièces et de tous les câblages jugés défectueux,
- vérification de toutes les vis et écrous (ventilateur, capot, support, etc.),
- changement des parties de calorifuge endommagées,
- peinture des parties endommagées.

10.2.3 LE DEPANNAGE

C'est la partie curative de la maintenance. **Tout dépannage doit être effectué par un personnel qualifié, surtout s'il s'agit d'intervenir sur le circuit frigorifique.**

A partir du ou des symptômes qui sont apparus, il faut :

- déterminer l'emplacement de la défaillance,
- déterminer les causes possibles ou l'appareil défectueux,
- effectuer les vérifications nécessaires,
- effectuer les actions correctives adéquates,
- vérifier la bonne marche de l'installation.



Siège social & Usines

Avenue Jean Falconnier B.P. 14 - 01350 Culoz - France
Tél. : 04 79 42 42 42 - Fax : 04 79 42 42 10

Internet : www.ciat.com

Compagnie Industrielle d'Applications Thermiques
S.A. au capital de 26.000.000 d'euros - R.C.S. Belley B 545.620.114



SYSTEME QUALITE CERTIFIE ISO 9001
CERTIFIED ISO 9001 QUALITY SYSTEM
QUALITÄTSMANAGEMENT - SYSTEM
NACH ISO 9001 ZERTIFIZIERT

Division Réfrigération
Tél. : 04 79 42 42 30 - Fax : 04 79 42 40 11

Export Department
Tel : 33 4 79 42 42 20 - Fax : 33 4 79 42 42 12

Département SAV
Tél. : 04 79 42 42 90 - Fax : 04 79 42 42 13

Document non contractuel.
Dans le souci constant,
d'améliorer son matériel,
CIAT se réserve le droit de
procéder sans préavis à toutes
modifications techniques.

*Non contractual document. With
the thought of material
improvement always in mind,
CIAT reserves the right, without
notice, to proceed with any
technical modification.*

Dokument nicht bindend.
Aufgrund der ständigen
Verbesserung seiner Geräte,
behält sich CIAT das Recht vor,
technische Änderungen ohne
Vorankündigung vorzunehmen.

*Documento no contractual.
Preocupado por la mejora
constante de su material, CIAT se
reserva el derecho a realizar
cualquier modificación técnica sin
previo aviso.*