

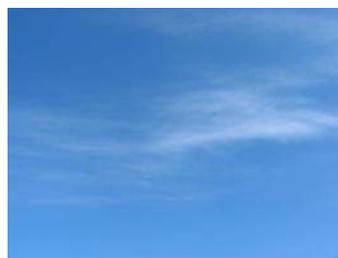
GEOTHERMIE - AEROTHERMIE

La nature, énergie de votre confort



LA POMPE A CHALEUR DANS L'HABITAT INDIVIDUEL

Principe
Guide de choix
Informations pratiques et techniques



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 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. Il 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.



Attestation de capacité sur la manipulation des fluides frigorigènes.



D'après le décret n°2007-737 prononcé le 7 mai 2007, tout professionnel doit être certifié par un agrément préfectoral pour la manipulation des fluides frigorigènes (installation, mise en route, entretien) quelle que soit la quantité manipulée. Cet agrément est nécessaire pour que vous soyez validé comme professionnel des fluides frigorigènes et ce statut est obligatoire pour que vos clients bénéficient du crédit d'impôt.

1	NOTRE PLANETE, SOURCE D'ENERGIE.....	5
1.1	LES AVANTAGES DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	5
1.2	QUELLE ENERGIE RECUPERER ?.....	5
1.2.1	L'ENERGIE CONTENUE DANS LE SOL – LA GEOTHERMIE.....	5
1.2.2	L'ENERGIE CONTENUE DANS L'AIR – L'AEROTHERMIE.....	6
2	PRINCIPE DE LA POMPE A CHALEUR	7
2.1	PRINCIPE DE BASE.....	7
2.2	COEFFICIENT DE PERFORMANCE.....	8
2.3	LES DIFFERENTS TYPES DE POMPE A CHALEUR.....	8
2.3.1	LES POMPES A CHALEUR AEROTHERMIQUES.....	8
2.3.2	LES POMPES A CHALEUR GEOTHERMIQUES.....	9
2.4	NORMALISATION, REGLEMENTATION ET CERTIFICATION.....	9
3	CHOISIR SON TYPE DE POMPE A CHALEUR	10
3.1	QUELLE PUISSANCE POUR LA POMPE A CHALEUR ?	11
3.2	DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE A CHALEUR	12
3.2.1	APPOINT.....	12
3.3	CARACTERISTIQUES DES POMPES A CHALEUR	13
4	GEOTHERMIE	14
4.1	RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE	14
4.1.1	PRINCIPE.....	14
4.1.2	REGIMES D'EAU.....	14
4.1.3	RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE : LE PUIITS	15
4.1.4	RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE : FORAGE	16
4.1.5	QUALITE DE L'EAU.....	16
4.1.6	L'ECHANGEUR INTERMEDIAIRE - AUREPLAK	17
4.1.7	SELECTION DE L'ECHANGEUR A PLAQUES AUREPLAK	18
4.1.8	REALISATION DE L'INSTALLATION	18
4.1.9	SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE.....	19
4.1.10	RESUME DES CONSEILS.....	19
4.2	RECUPERATION PAR CAPTEUR HORIZONTAL.....	20
4.2.1	PRINCIPE.....	20
4.2.2	REGIMES D'EAU.....	20
4.2.3	LES DIFFERENTS TYPES DE CAPTAGES HORIZONTAUX.....	20
4.2.4	MATERIAU DU CAPTEUR.....	21
4.2.5	DIMENSIONNEMENT DU CAPTEUR.....	21
4.2.6	REALISATION – POSE DU CAPTEUR.....	23
4.2.7	SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE.....	23
4.3	RECUPERATION PAR CAPTEURS VERTICAUX (SONDES GEOTHERMIQUES).....	23
4.3.1	PRINCIPE.....	23
4.3.2	REGIMES D'EAU.....	23
4.3.3	DESCRIPTION DE LA SONDE VERTICALE	23
4.3.4	DIMENSIONNEMENT DE LA SONDE GEOTHERMIQUE	23
4.3.5	REALISATION DU FORAGE	23
4.3.6	SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE.....	23
4.4	DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC GEOTHERMIQUE.....	23
4.5	DIMENSIONNEMENT DE L'APPOINT	23
4.6	IMPLANTATION	23
4.7	INSTALLATION EN LOCAL FERME	23
5	LES POMPES A CHALEUR GEOTHERMIQUES CIAT	23
6	AEROTHERMIE.....	23
6.1	PRINCIPE	23
6.2	ASPECT ACOUSTIQUE DES PAC AIR/EAU	23
6.2.1	REGLEMENTATION	23
6.2.2	SOLUTIONS.....	23
6.3	DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU	23
6.3.1	CALCUL DES DEPERDITIONS.....	23
6.3.2	EXEMPLE D'AIDE A LA SELECTION D'UNE PAC AIR/EAU AVEC GEOCONFORT.....	23
6.4	INSTALLATION	23
6.4.1	IMPLANTATION.....	23
6.4.2	INSTALLATION.....	23
6.5	INSTALLATION EN RELEVÉ DE CHAUDIERE.....	23
6.5.1	PRINCIPE.....	23
6.5.2	INSTALLATION.....	23

7	LES POMPES A CHALEUR AEROTHERMIQUES CIAT	23
8	DISTRIBUTION DE CHALEUR.....	23
8.1	LES DIFFERENTS SYSTEMES	23
8.2	RADIATEURS	23
8.2.1	DESCRIPTION.....	23
8.2.2	DIMENSIONNEMENT ET SELECTION	23
8.3	VENTILO-CONVECTEURS	23
8.3.1	NORMES ET CERTIFICATION.....	23
8.3.2	DESCRIPTION.....	23
8.3.3	DIMENSIONNEMENT.....	23
8.3.4	SELECTION.....	23
8.3.5	INSTALLATION	23
8.4	PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS	23
8.4.1	REGLEMENTATION	23
8.4.2	PRINCIPE.....	23
8.4.3	PRECAUTIONS SUR PLANCHERS CHAUFFANTS.....	23
8.4.4	PRECAUTIONS SUR PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS	23
8.4.5	PRECAUTIONS SPECIFIQUES : PIECES HUMIDES.....	23
8.4.6	LES REVETEMENTS DE SOL.....	23
8.4.7	DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS.....	23
8.4.8	DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS	23
8.4.9	INSTALLATION	23
8.5	EAU CHAUDE SANITAIRE	23
8.6	PRECHAUFFAGE PISCINE.....	23
8.7	LES RESEAUX HYDRAULIQUES.....	23
8.7.1	CIRCULATEURS	23
8.7.2	FILTRE.....	23
8.7.3	TUYAUTERIES	23
8.7.4	COLLECTEURS DE DISTRIBUTION	23
8.7.5	BALLON TAMPON.....	23
8.7.6	BOUTEILLE DE MELANGE	23
8.7.7	MODULE HYDRAULIQUE DUO	23
9	RACCORDEMENTS ELECTRIQUES.....	23
10	MISE EN SERVICE	23
10.1	MISE EN EAU DE L'INSTALLATION.....	23
10.2	VERIFICATION DE L'INSTALLATION	23
10.3	ESSAIS	23
10.3.1	ESSAIS SUR L'EAU	23
10.3.2	ESSAIS SUR LA POMPE A CHALEUR	23
10.3.3	ESSAIS SUR LES UNITES TERMINALES A EAU	23
10.3.4	ESSAIS SUR RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU	23
10.4	REGLAGES ET EQUILIBRAGE.....	23
10.4.1	REGLAGES SUR LE CIRCUIT DE DISTRIBUTION.....	23
10.4.2	REGLAGE DU REGULATEUR	23
10.5	MISE EN CHAUFFE INITIALE POUR LES INSTALLATIONS AVEC PLANCHER CHAUFFANT	23
10.6	CONTROLE DU BON FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION COMPLETE.....	23
10.7	MISE EN MAIN DE L'INSTALLATION	23
11	MAINTENANCE	23
11.1	LE CONTRAT DE MAINTENANCE	23
11.2	QUALIFICATION DE L'ENTREPRISE DE MAINTENANCE.....	23
11.2.1	LA SURVEILLANCE PREVENTIVE	23
11.2.2	LE PETIT ENTRETIEN.....	23
11.2.3	LE DEPANNAGE.....	23

1 NOTRE PLANETE, SOURCE D'ENERGIE

La nature est une réserve d'énergie renouvelable. En effet, chaque jour notre planète absorbe l'énergie solaire qu'elle stocke sous forme de calories dans l'air, les roches, la terre et l'eau. Cette réserve de chaleur est sans cesse renouvelée, gratuite et totalement exploitable grâce aux pompes à chaleur.

1.1 LES AVANTAGES DES ENERGIES RENOUVELABLES

- Evite le recours à une installation de chauffage à énergie fossile (chère, polluante et qui tend à se raréfier)
- Supprime la pollution par les gaz de combustion et réduit les émissions de CO₂
- Participe à la protection de l'environnement
- Offre des économies sur le budget chauffage et eau chaude sanitaire
- Augmente le bien-être de la famille en apportant le confort été comme hiver.

	Fioul	Gaz naturel	Electrique	PAC
CO ₂ émis par kWh produit	350g	220g	180g	60g

Comparaison établie sur la moyenne des installations réalisées en 2006.

1.2 QUELLE ENERGIE RECUPERER ?

Le type d'énergie à récupérer est fonction des ressources naturelles disponibles.

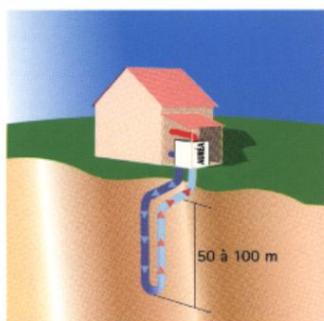
1.2.1 L'ENERGIE CONTENUE DANS LE SOL – LA GEOTHERMIE

Le sol contient une importante quantité de calories issues du rayonnement solaire, des précipitations.... Cette énergie emmagasinée dans les couches superficielles et dans les eaux souterraines est parfaitement exploitable ;



- par **les pompes à chaleur eau/eau** pour les eaux souterraines, les nappes phréatiques et les puits. Cette exploitation est également appelée **Aquathermie**. Son avantage : la température de l'eau en profondeur est quasiment constante tout au long de l'année (10/12°C) et permet un rendement très élevé.

- par les **pompes à chaleur eau glycolée / eau** pour l'énergie stockée dans la terre ou la roche. Attention toutefois à la nature du terrain (sableux, argileux etc....) qui peut influencer sur l'apport calorifique.



Captage des calories du sol par capteurs verticaux ou sondes géothermiques



Captage des calories du sol par capteurs enterrés horizontaux.

1.2.2 L'ENERGIE CONTENUE DANS L'AIR – L'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**.



Avec les nouvelles technologies les pompes à chaleur actuelles peuvent fonctionner jusqu'à une température extérieure de - 20°C.

Avantage : Pas besoin de terrasser ou de forer pour le captage.

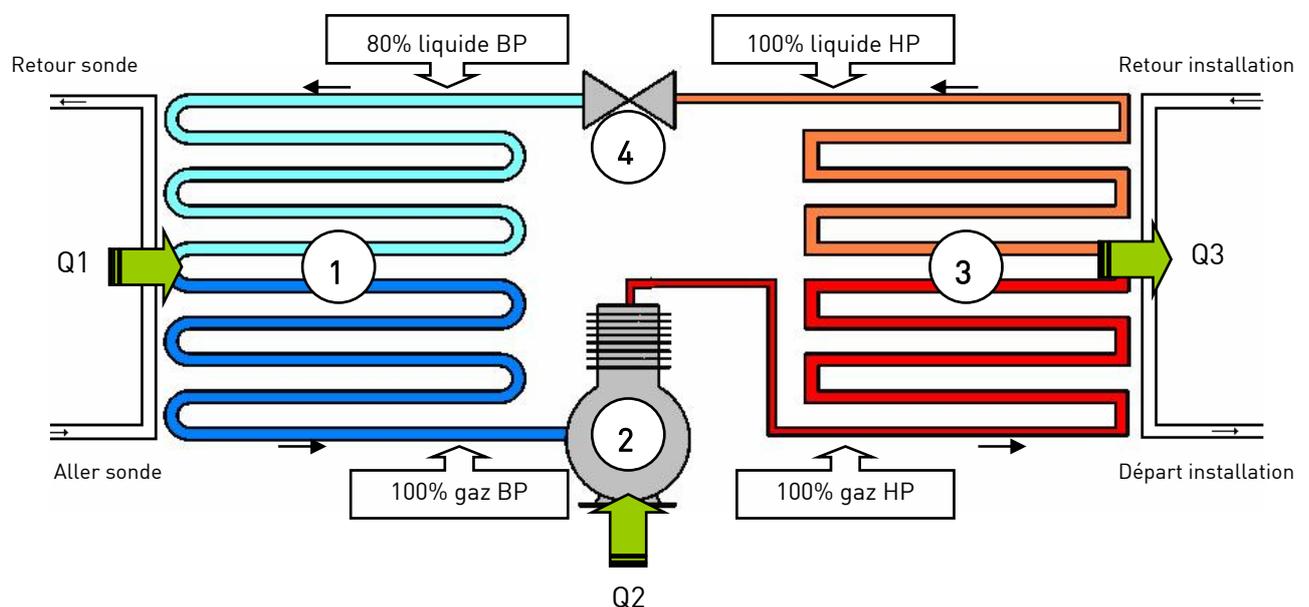
2 PRINCIPE DE LA POMPE A CHALEUR

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 par exemple pour le chauffage des locaux.

2.1 PRINCIPE DE BASE

La chaleur est absorbée dans le milieu extérieur par un **évaporateur** ① dans lequel un fluide frigorigène se vaporise à basse température et basse pression. Les vapeurs produites sont aspirées et comprimées par un **compresseur** ② entraîné par un moteur électrique. Elles sont ensuite refoulées, à haute pression et haute température, vers le **condenseur** ③. 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** ④ 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 eau-eau



Énergie gratuite Q1 + Énergie Electrique Q2 = Énergie de Chauffage Q3

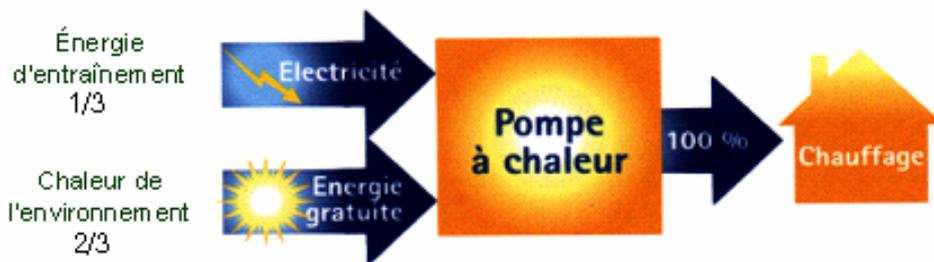
2.2 COEFFICIENT DE PERFORMANCE

Le coefficient optimal de performance ou COP mesure l'efficacité d'une pompe à chaleur.

Dans le schéma précédent, la puissance utile récupérée au condenseur (Q3) – puissance de chauffage - est égale à la puissance « gratuite » absorbée à l'évaporateur (Q1) augmentée de la puissance de compression (Q2).

On caractérise la performance énergétique de la pompe à chaleur en mode chaud par le coefficient de performance (COP) calculé comme suit :

$$\text{COP} = \frac{\text{Puissance calorifique restituée } Q3}{\text{Puissance électrique absorbée } Q2} = \frac{Q3}{Q2}$$



IMPORTANT

Mettre en œuvre une pompe à 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.

AQUALIS 2



Haute température
AQUALIS CALEO



Grandes puissances
AQUACIAT 2

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.



AUREA 2



Haute température
AUREA CALEO



Grandes puissances
DYNACIAT

2.4 NORMALISATION, REGLEMENTATION ET CERTIFICATION

Les pompes à chaleur relèvent des normes concernant la mesure de performances, leurs aptitudes 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 vérifiées avec des tests périodiques.

La certification européenne EUROVENT a été mise en place par les constructeurs dans le but de garantir les performances annoncées dans les catalogues et de permettre une comparaison plus aisée entre les différents constructeurs.

La certification française NFPAC est dédiée aux pompes à chaleur. Elle permet de garantir les performances machines annoncées et intègre un audit complet du processus de fabrication ainsi que de l'usine qui les fabriquent.

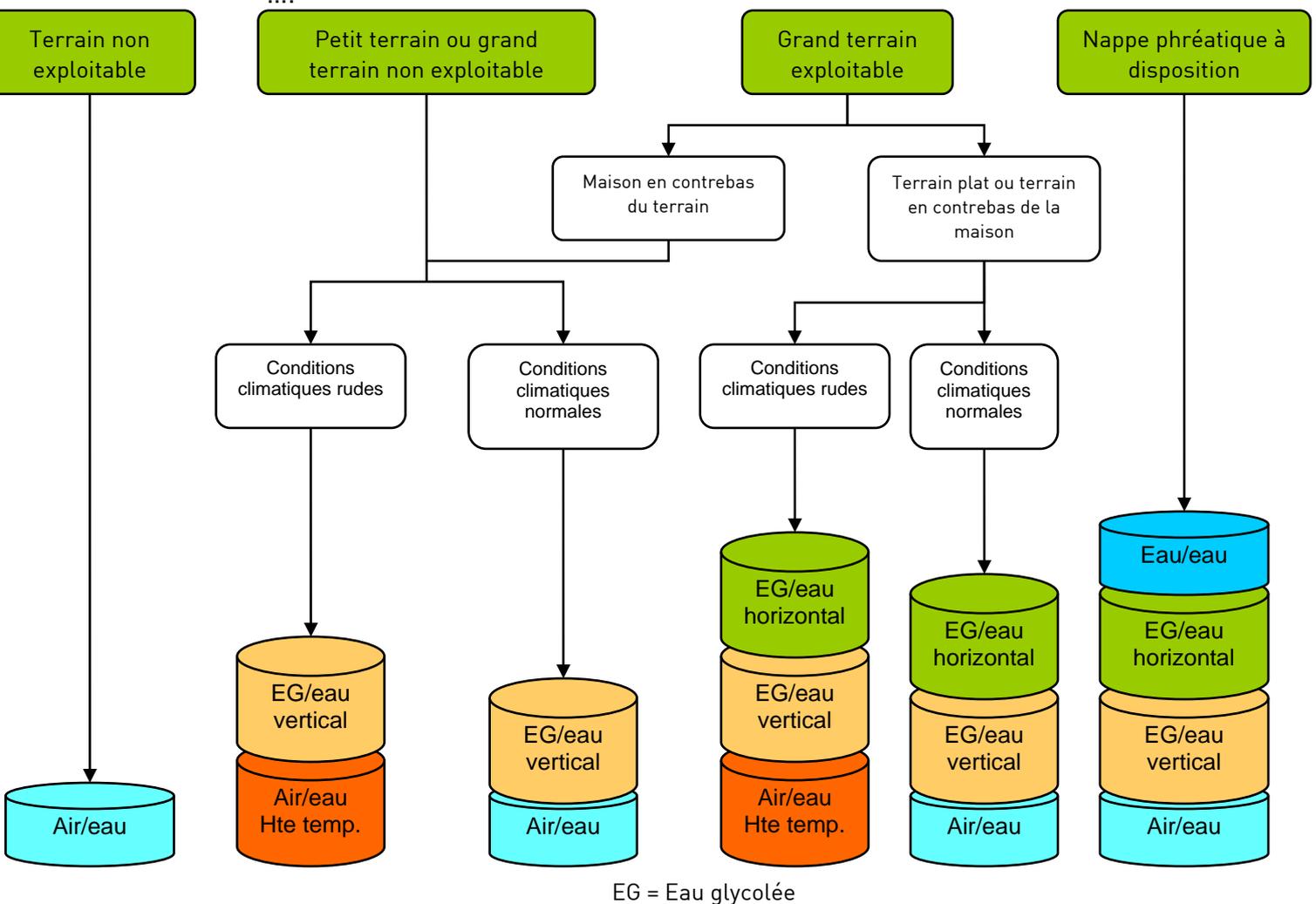
	AQUALIS 2	
	AUREA 2	
	AQUALIS 2	<i>En cours de validation</i>
	AUREA 2	AUREA CALEO
	AQUALIS CALEO	

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 :

Il est nécessaire de déterminer la nature du captage envisageable (en fonction du terrain) :

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



Une fois la nature du captage définie, les critères du projet rentrent en compte :

- Neuf ou rénovation
- Conservation ou remplacement de la chaudière existante
- Réversibilité
- Type d'émetteurs de chaleur et température (plancher, radiateurs ...)

Tout ceci permettant de faire un « bilan » permettant de sélectionner le type de pompe à chaleur adapté au projet... Une fois celui-ci déterminé, il faut convenir de la puissance nécessaire.

3.1 QUELLE PUISSANCE POUR LA POMPE A CHALEUR ?

La puissance –ou taille- d'une pompe à chaleur est directement liée :

- aux déperditions du bâtiment à chauffer,
- au type de la pompe à chaleur (air/eau, eau/eau, eau glycolée/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. Les déperditions de l'habitation conditionnent la puissance minimale à fournir.

- Ensuite, on recherchera la solution optimum entre le coût d'investissement et le coût d'exploitation annuel. Suivant le type de PAC utilisé, eau/eau, eau glycolée/eau ou air/eau, il peut être, ou non, adjoint un appoint (chaudière ou résistance électrique), qui permettra de minimiser l'investissement PAC sans grever le poste consommation.

Le logiciel GEOCONFORT a été conçu pour établir un diagnostic ainsi qu'un devis estimatif d'une installation de pompe à chaleur. Ce logiciel permet une sélection du matériel adapté, calcule le retour sur investissements (RSI) et propose l'édition d'un devis avec les accessoires qui accompagnent la pompe à chaleur.



IMPORTANT :

- Le choix d'un appareil surdimensionné élève inutilement le coût électrique 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 court-cycle est élevé, impliquant une usure prématurée du compresseur.

- Le choix d'un appareil sous-dimensionné n'est pas nécessaire pour les PAC eau/eau sans appoint. Pour les PAC air/eau avec appoint, cela entraîne une surconsommation énergétique provoquée par des périodes plus longues de fonctionnement. Ce phénomène n'est que partiellement compensé par un coût d'installation plus faible. **LE SOUS-DIMENSIONNEMENT N'EST PAS RECOMMANDE.**

3.2 DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE A CHALEUR

Une pompe à chaleur est dimensionnée différemment selon le type de captage.

- En géothermie, la puissance de la pompe à chaleur doit être au minimum égale aux déperditions de la maison calculées à la température de base (puissance calorifique +20% maximum par sécurité).
- En aérothermie, la puissance de la pompe à chaleur est dimensionnée à 80% des déperditions de la maison (calculées à la température de base) évitant ainsi les court-cycles en mi-saison (0-5°C).

3.2.1 APPOINT

Toutes les pompes à chaleur ne sont pas calculées pour assurer la totalité des besoins calorifiques.

EN GEOTHERMIE, l'apport calorifique est plus constant qu'en aérothermie (car la terre refroidit moins vite que l'air). De ce fait, il n'est pas toujours nécessaire de prévoir un appoint. Celui-ci devient nécessaire si les conditions climatiques sont difficiles ou si l'installation est calculée volontairement pour un apport partiel. Sur nappe phréatique l'eau est constamment entre 8 et 12°C, l'appoint est inutile.

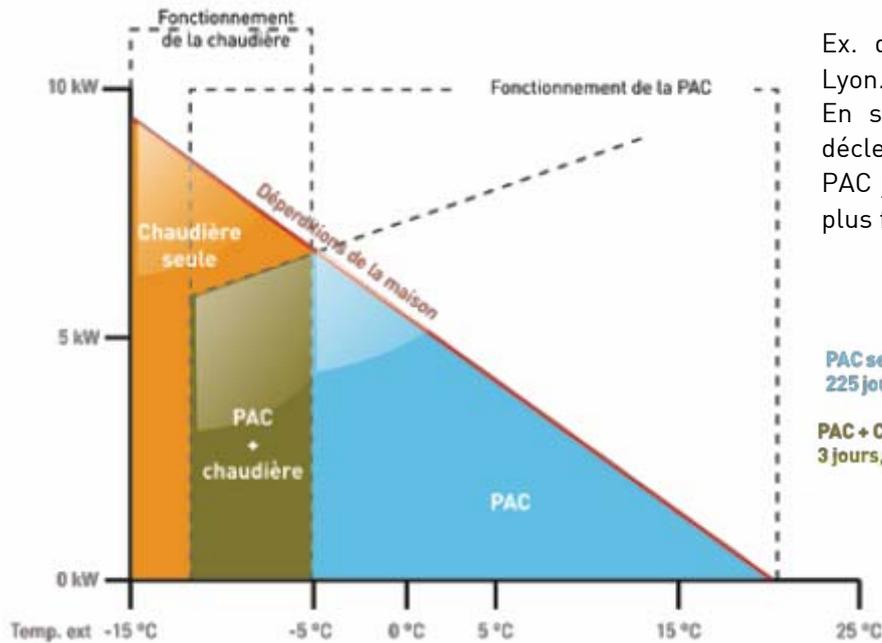
EN AEROTHERMIE, la pompe à chaleur est dimensionnée à 80% des besoins...il est donc souvent nécessaire –voire obligatoire- d'apporter un complément.

3.2.1.1 LES DIFFERENTS APPOINTS

- Appoint électrique (résistance sur le circuit d'eau chaude)
- Chaudière existante – pour installation en relève régulée
- Poêle à bois, cheminée, etc – pour un complément sans régulation
- ...

EN PROJET RENOVATION, les clients conservent souvent leur cheminée, poêle à bois, chaudière ou autre. Ces moyens de chauffage sont des apports potentiels. Il est important de définir la puissance calorifique qu'ils peuvent fournir pour savoir s'ils sont suffisants, voire même si la pompe à chaleur n'est pas « trop » puissante dans le cadre d'une utilisation systématique de ces « appoints ».

Dans le cas d'une utilisation rare ou aléatoire de ces moyens de chauffage, dimensionner « normalement » la pompe à chaleur et prévoir un autre appoint (électrique par exemple).



Ex. d'installation et de régulation à Lyon.

En système simultané, la chaudière déclenche à -5°C et accompagne la PAC jusqu'à ce que celle-ci ne puisse plus fournir suffisamment d'énergie.



EN PROJET NEUF, on préconise un appoint systématique en aérothermie si la pompe à chaleur est la seule source de chauffage. D'une part, l'appoint aide la pompe à chaleur dans les moments de grand froid et d'autre part elle assure un confort minimum en cas de panne de la pompe à chaleur.

3.3 CARACTERISTIQUES DES POMPES A CHALEUR

Une fois le type et la puissance de la PAC sélectionnés, le concepteur d'une installation doit pouvoir 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 de fonctionnement,
(limites de températures d'entrée/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,
- l'encombrement,
- les diamètres de raccordement hydrauliques et électriques.

Tous les renseignements techniques sur la pompe à chaleur, indispensables à une étude sérieuse, sont disponibles dans nos notices commerciales et techniques.

4 GEOTHERMIE

4.1 RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE

4.1.1 PRINCIPE

Les eaux de nappes souterraines sont généralement à une température de 8 à 12°C quelle que soit la saison. C'est une source d'énergie importante et stable, parfaitement utilisable 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, à une distance définie à 15m minimum en aval du pompage.

La récupération de chaleur sur les eaux de surface, (rivières, lacs, sources) est possible à condition d'être certains des trois paramètres suivants :

- La température minimum de l'eau au plus froid de l'hiver
Jamais inférieure à 8°C
- Le débit disponible tout long de l'année
Débit mini compatible avec les besoins de la PAC (entre 1.5 et 3m³/h en moy pour une maison de 100 à 200m²)
- La qualité de l'eau.
Eau pas ou peu agressive, non polluée, ne transportant pas trop d'alluvions



IMPORTANT

Si quelques doutes subsistent 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 un capteur enterré horizontal ou vertical, soit aérothermique avec une pompe à chaleur air/eau.

4.1.2 REGIMES D'EAU



4.1.3 RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE : LE PUIT

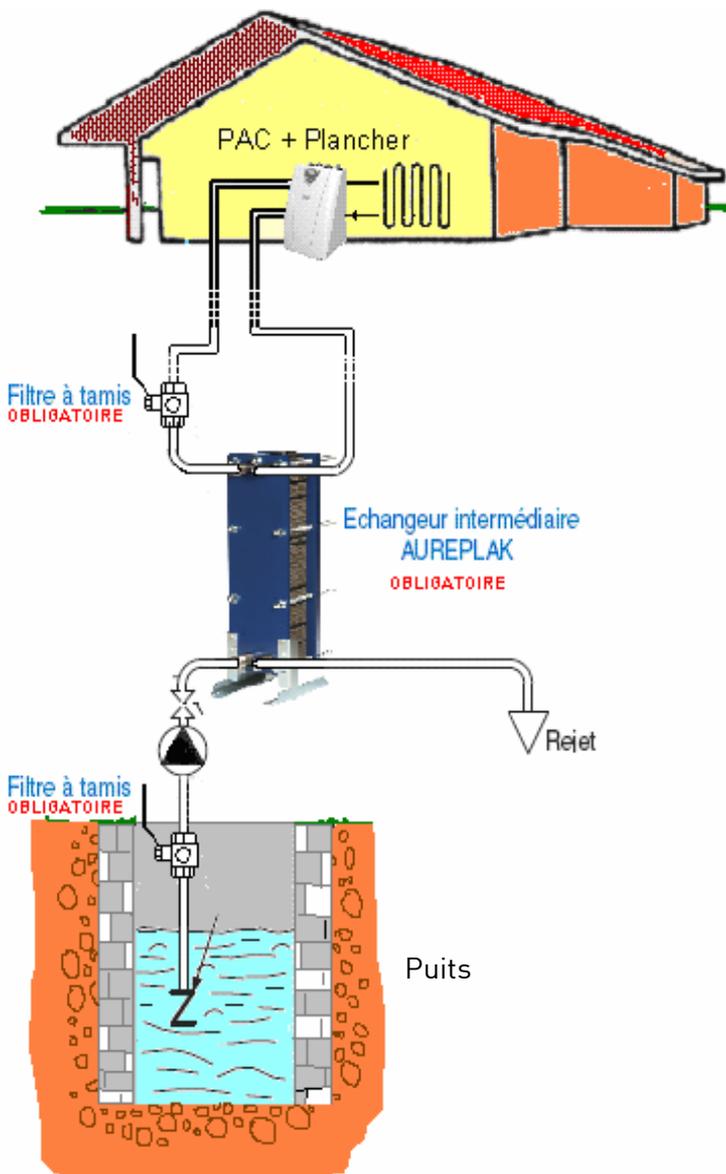
**IMPORTANT:**

Tous les anciens puits ne sont pas alimentés par une nappe phréatique : ils le sont parfois 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 puits 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.

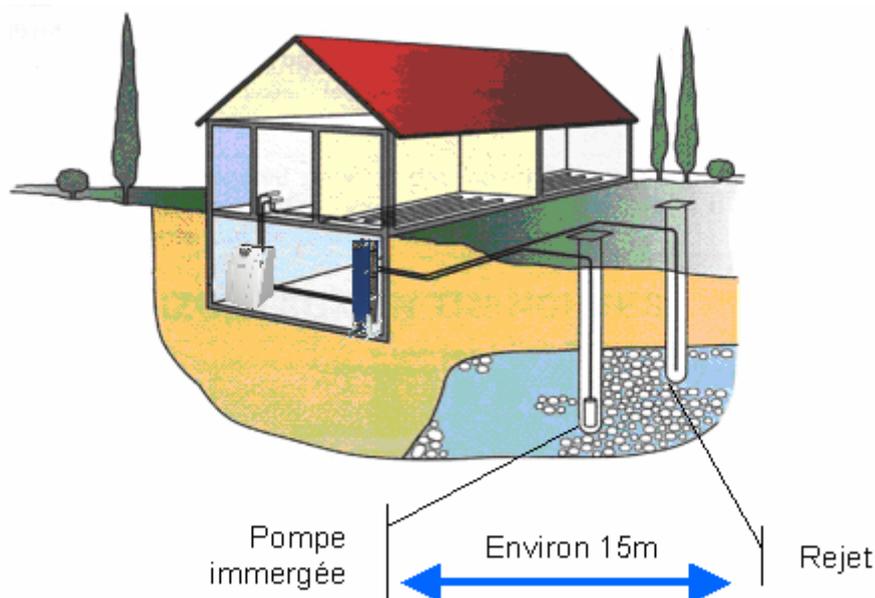
- Dans un deuxième temps, il faudra tester le puits. Pour ce faire, on utilisera une pompe de surface ou une pompe immergée capable de remonter un débit correspondant au besoin du projet (1.5 à 3 m³/h en moyenne pour une villa). Au démarrage de la pompe, le niveau d'eau dans le puits peut descendre rapidement 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, puis, 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 puits ne véhicule pas de sable ou de boue mélangés à l'eau. Pour protéger l'échangeur de la PAC et éviter tout encrassement, il est OBLIGATOIRE d'intercaler entre le puits et celle-ci un échangeur intermédiaire (type AUREPLAK – échangeur à plaques démontables et nettoyables) ainsi qu'un filtre à tamis (arrête toutes les particules supérieures à 600µm – se nettoie périodiquement). voir chapitre 4.1.4



Pompage dans un puits et rejet en réseau de surface

4.1.4 RECUPERATION SUR EAU DE NAPPE : FORAGE



Pompage dans un forage et rejet dans un deuxième forage



IMPORTANT :

La réglementation sur l'utilisation des eaux de nappe ou de captage varie en fonction des régions, voire même des communes. Selon le type d'utilisation, il est parfois nécessaire de demander une autorisation de pompage auprès de la mairie ou des instances sanitaires (DRIRE, DASS etc).

- Il est toujours utile de réaliser 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 le cas d'alimentation d'une pompe à chaleur par un puits en direct, il est obligatoire de s'assurer que la pompe de puits ne véhicule pas de sable ou de boue mélangés à l'eau. Pour protéger l'échangeur de la PAC et éviter tout encrassement, il est OBLIGATOIRE d'intercaler entre le puits et celle-ci un échangeur intermédiaire (type AUREPLAK – échangeur à plaques démontables et nettoyables) ainsi qu'un filtre à tamis (arrête toutes les particules supérieures à 600µm – se nettoie périodiquement). voir chapitre 4.1.4

4.1.5 QUALITE DE L'EAU

Dans tous les cas d'utilisation d'une pompe à chaleur sur eau de nappe (via un échangeur) 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 304L ou 316L, voir titane si présence d'eau de mer), et d'évaluer la maintenance future de l'installation.

4.1.6 L'ECHANGEUR INTERMEDIAIRE - AUREPLAK

Cet échangeur démontable et facilement nettoyable est obligatoire pour toute installation sur nappe phréatique ou eaux souterraines. Il est placé à l'intérieur du bâtiment, dans un endroit facilement accessible pour la maintenance, protégeant ainsi le circuit intermédiaire du gel.

GARANTIE AQUAPAC

	<p>L'ADEME, le BRGM et EDF ont créé la garantie AQUAPAC. Celle-ci couvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le risque d'échec consécutif à la découverte d'une ressource en eau souterraine insuffisante pour le fonctionnement des installations prévues, ▪ Le risque de diminution ou de détérioration de la ressource pendant les 10 premières années d'exploitation. <i>Voir document en annexe.</i>
--	--



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 et/ou intérieur selon altitude) avec un mélange eau + antigel + inhibiteur de corrosion.

Deux solutions possibles :

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

NB : ne pas utiliser de produit à base de **mono éthylène glycol** (toxique). Dans tous les cas, se reporter aux recommandations de nos notices techniques.

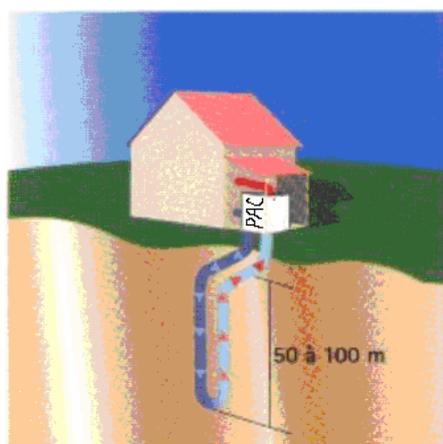
4.1.7 SELECTION DE L'ECHANGEUR A PLAQUES AUREPLAK

AUREA 2	Puissance frigo kW	Pression disponible circuit PAC et échangeur kPa	SELECTION AUREPLAK	Régime primaire eau 10 / 6 °C		Régime secondaire MPG 20% eau 4 / 8 °C
				Débit eau m3/h	Perte de charge kPa	Débit eau m3/h
20 H(T)	5	36	AUREPLAK 7	1.2	6	1.2
30 H(T)	7.2	27	AUREPLAK 7	1.55	12	1.55
40 H(T)	9.7	38	AUREPLAK 11	2.1	11	2.15
50 H(T)	12.9	33	AUREPLAK 14	2.8	10	2.86
65 HT	15.6	55	AUREPLAK 14	3.35	15	3.45
80 HT	19.2	45	AUREPLAK 17	4.1	16	4.25
100 HT	24.2	26	AUREPLAK 21	5.2	17	5.36
120 HT	28	15	AUREPLAK 30	6	12	6.2
AUREA CALEO						
50 H(T)	12.9	33	AUREPLAK 14	2.8	10	2.86
65HT	15.6	55	AUREPLAK 14	3.35	15	3.45
80HT	19.2	45	AUREPLAK 17	4.1	16	4.25

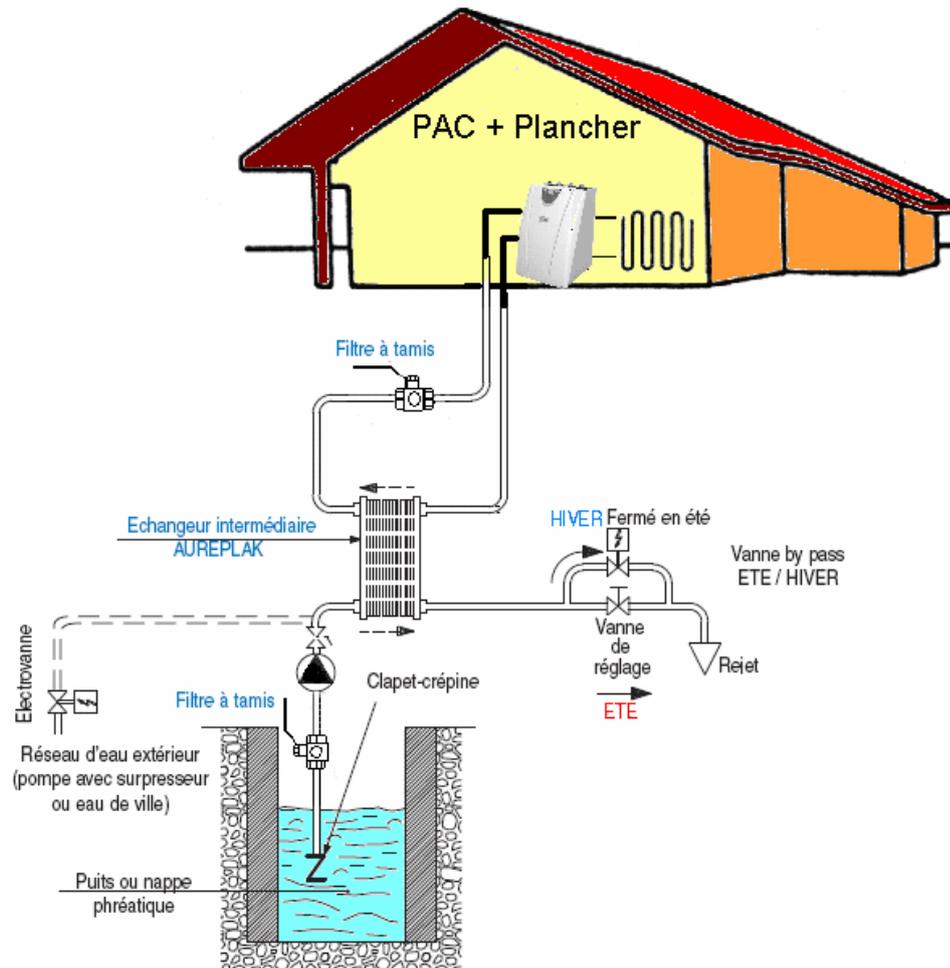
4.1.8 REALISATION DE L'INSTALLATION

Il est important de respecter une **distance minimum de 15m** entre le forage de pompage et celui de rejet. 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 puits de pompage, le sens d'écoulement de la nappe phréatique étant bien évidemment le même que celui du fleuve qui la supporte.

Pout toute information complémentaire il est nécessaire de s'adresser à la mairie afin de connaître les réglementations spécifiques à la commune.



4.1.9 SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE



4.1.10 RESUME DES CONSEILS

- Se renseigner auprès de la mairie pour vérifier la présence de nappes souterraines et connaître les débits approximatifs avant tout forage
- Demander une autorisation de pompage sur nappe
- Echangeur intermédiaire AUREPLAK et filtration < 600µm obligatoires pour une installation eau/eau
- 8°C : Seuil de température de l'eau de nappe en dessous duquel il est plus avantageux de passer à une solution capteur horizontal, vertical ou aérothermie
- Pour toutes profondeurs supérieures à 10m une déclaration est obligatoire à la DRIRE
- 1.5m³/h : Débit d'eau primaire minimum (fonction de la puissance de la PAC)

4.2 RECUPERATION PAR CAPTEUR HORIZONTAL

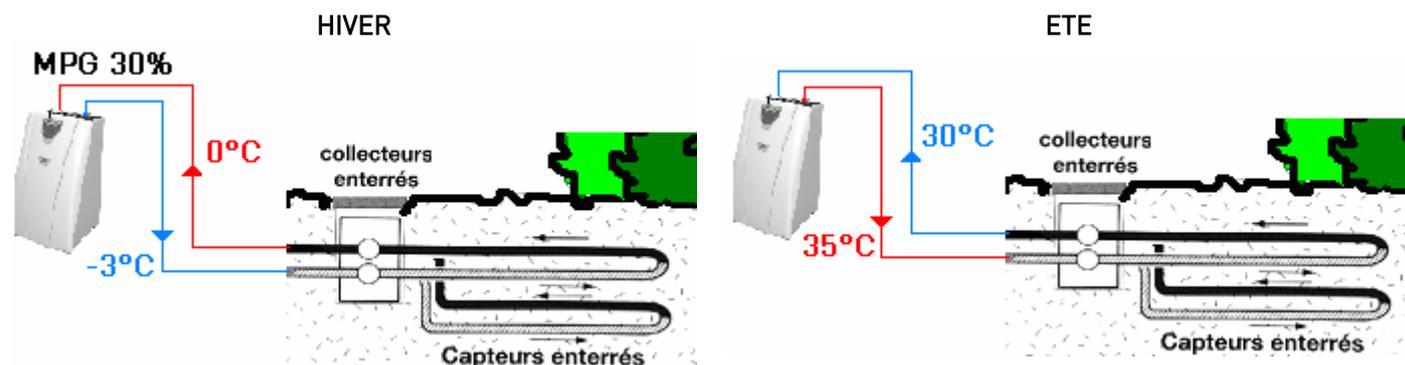
4.2.1 PRINCIPE

Le soleil et les pluies sont un apport de calories pour le sol. Elles sont exploitables grâce aux pompes à chaleur géothermiques et renouvelées naturellement.

Le principe même de la géothermie est simple : un fluide caloporteur qui « récupère » les calories circule dans des tubes enterrés. Principal avantage face à l'aérothermie : le sol est moins sujet aux variations de températures que l'air ambiant, l'apport d'énergie est donc plus constant et plus important. Cela implique donc un COP annuel plus élevé.

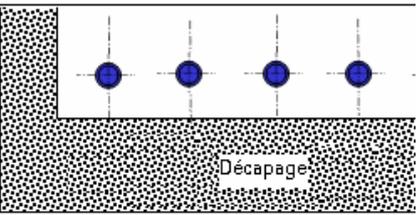
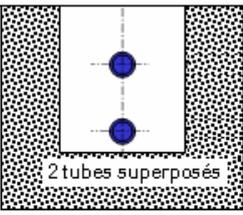
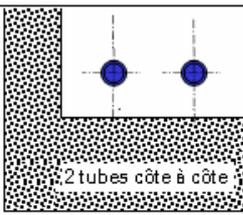
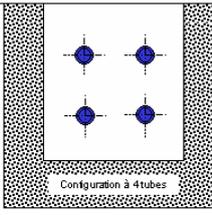
- Le fluide utilisé est un mélange eau+ mono propylène glycol (saumure - 15°C)
- La recharge énergétique du sol est assurée principalement l'été, mais aussi tout le reste de l'année lors de périodes ensoleillées ou de pluies

4.2.2 REGIMES D'EAU



4.2.3 LES DIFFERENTS TYPES DE CAPTAGES HORIZONTAUX

3 types de capteurs sont généralement utilisés :

sur un seul niveau = décapage	en tranchée à 2 tubes		en tranchée à 4 tubes
			

Selon le type de captage, la puissance récupérée est différente :

Puissance moyenne récupérée suivant les types de capteurs			
Configuration	Par mètre de tranchée (W/ml)	Par mètre de tube (W/ml)	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 < à -10C , les valeurs sont respectivement de 12W/ml et 30W/m²

4.2.4 MATERIAU DU CAPTEUR

Les tubes à utiliser doivent être en matériaux de synthèse (inerte par rapport au sol et inerte par rapport au liquide antigel) :

- Les différents types de tubes utilisés :
 - Polyéthylène Haute Densité (PEHD),
 - Polyéthylène Réticulé (PER),
 - Polyéthylène Basse Densité (PEBT),
 - Polybutène (PB)
- Diamètre : 20 à 40mm
- Epaisseur mini : 1,9mm
- Régime : -3°C / 0°C

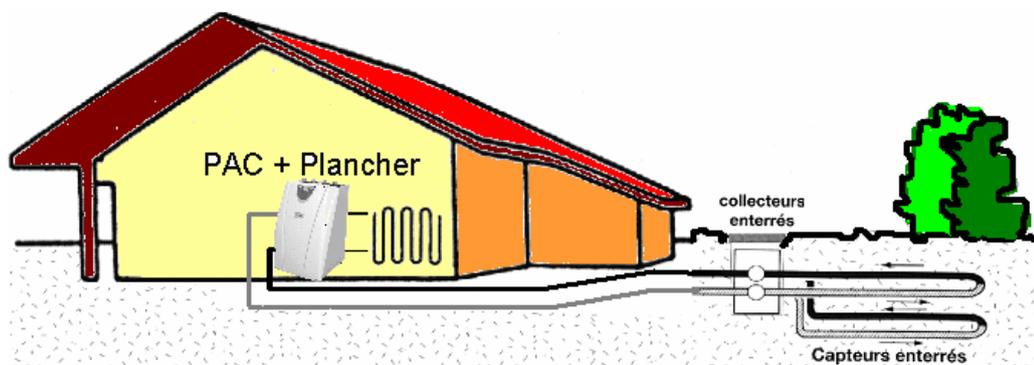


4.2.5 DIMENSIONNEMENT DU CAPTEUR



En première approche, il faut considérer que la surface de terrain nécessaire pour le capteur sera au minimum de 2 fois la surface à chauffer.

Ex. Villa de 130m² chauffés → 200 à 260 m² de terrain disponible



4.2.5.1 ETUDE DU SITE

Dans un premier temps, il est nécessaire de connaître les déperditions de l'habitation (pour calculer les longueurs nécessaires), la surface et la nature du terrain disponible et le type d'engin disponible pour effectuer le travail de terrassement.

Il faut donc :

- Procéder à une investigation sur la nature du sol (stratification)
- Etudier le parcours du capteur qui contournera les obstacles éventuels en respectant les distances minimales (arbres, canalisations...). Plus le champ de captage est important, plus le rendement du système est élevé.

Il faut bien considérer que la surface au dessus du capteur sera perméable (pas de terrasse, bitume, ou dalle béton possible) et qu'elle ne sera pas traversée par des réseaux d'eau (risque de gel). Il deviendra impossible de planter des arbres sur un capteur, par contre, pelouse, fleurs et petits arbustes y trouveront leur place.

4.2.5.2 AIDE AU CALCUL D'UN CAPTEUR HORIZONTAL SUR GEOCONFORT

Dans le logiciel de sélection de pompes à chaleur résidentielles GEOCONFORT, il y a un encart « Captage » lors de la sélection finale de la machine :

Détermination de la PAC CIAT la mieux adaptée et de ses performances comparées

Pompe à chaleur CIAT		Captage	
AUREA 2 50 H 102 % Monophasé 230V		Débit d'eau capteurs	2.88 m3/t
Prix standard de base	7 280.00 EUR	Nb x Longueur tuyauteries	20 * 100 m
Débit d'eau chaude	2.11 m3/t	Diamètre tuyauteries	20 mm
Perte de charge cond	0.1 bar	Perte de charge	0.14 bar
Perte de charge evap	0.26 bar	Volume eau glycolée	434.7 l
Hauteur mano totale Frd	0.41 bar	Masse glycol	144.9 kg
		Surface de fouilles	666.67 m2

Captage	
Débit d'eau capteurs	2.88 m3/t
Nb x Longueur tuyauteries	10 * 100 m
Diamètre tuyauteries	32 mm
Perte de charge	0.04 bar
Volume eau glycolée	573.93 l
Masse glycol	191.31 kg
Surface de fouilles	666.67 m2



4.2.5.3 PARAMETRES INFLUENTS

Les puissances absorbées sont dépendantes de certains paramètres :

- Le degré d'humidité : plus un terrain est humide plus un capteur est performant,
- La teneur en composés minéraux (ex. 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 que dans 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 : une zone de terrain à l'ombre se régénère lentement,
- La nature du sol :

<i>Nature du terrain</i>	<i>Puissance soutirée</i>
Sol rocailleux, sec	8 à 12 W/m ²
Argile humide	20 à 30 W/m ²
Sable humide	30 à 40 W/m ²

4.2.6 REALISATION – POSE DU CAPTEUR

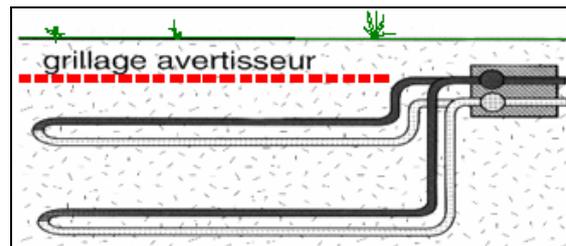
La longueur totale des tubes d'un capteur horizontal dépasse plusieurs centaines de mètres. En décapage, les tubes sont disposés en boucles d'au moins 40cm d'écart pour éviter un prélèvement énergétique trop important (risque de gel). **La puissance calorifique soutirée au sol sera au maximum de 30W/m².**

Valeurs indicatives

	
<p>Tranchée Profondeur : de 0,6 à 1,20m Longueur maxi de tranchée : 50m Distance entre 2 tranchées : 0,6m Ratio : environ 2m de tube /m² de décapage.</p>	<p>Décapage sur un seul niveau Profondeur : 0,8m, mise hors gel. Pas mini : 0.4m, Ø des tubes 25 mm, Pose sur un lit de sable Repérage par un bornage de sa périphérie.</p>

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

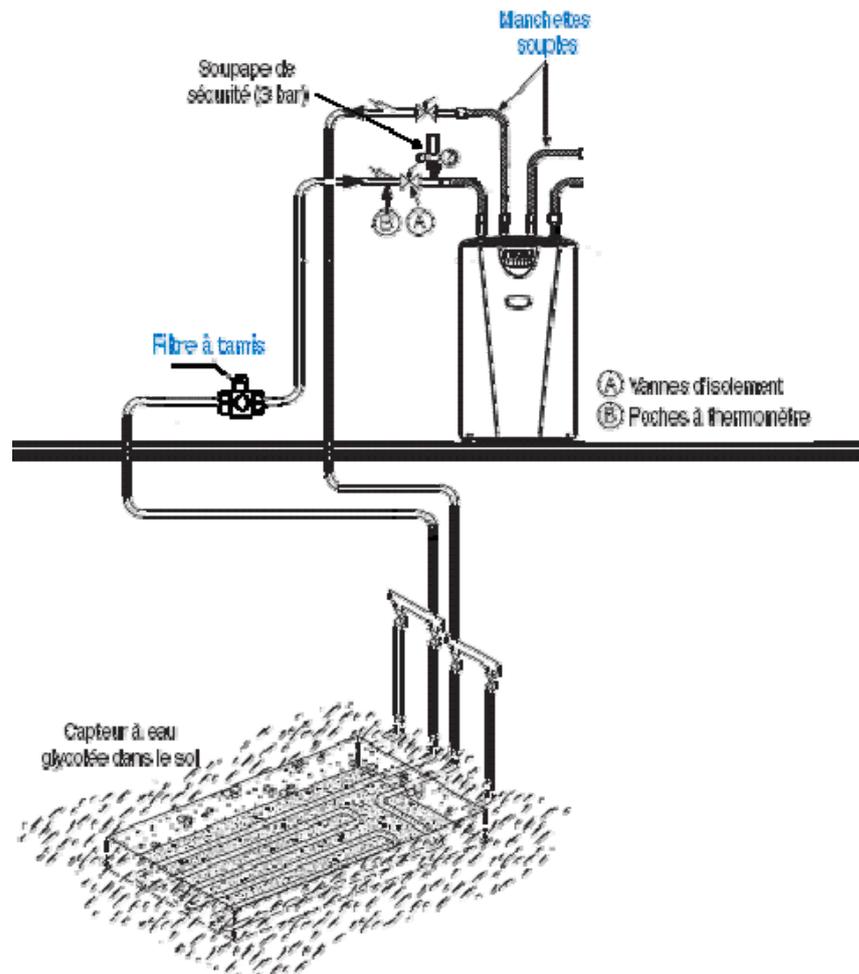
- La PAC doit être située en amont du capteur afin d'éviter tout point haut dans le captage (sinon prévoir une purge en point haut)
- Remblaiement avec lit de sable (150mm) si le sol et la terre risquent de blesser ou d'écraser les tubes
- Centrer le capteur sur une ligne perpendiculaire à la maison 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 photos.
- 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/ml (soit 10 à 15 mm CE/ml)



Distance minimales à respecter :

Obstacles	Distance minimale en mètres
Arbres	2
Réseaux enterrés non hydrauliques	1,5
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations, etc....	3
Entre les tubes	Distance minimale en mètres
En tranchée	0,6
En décapage	0,4
Entre les tranchées	Distance minimale en mètres
2 tubes /tranchée	1
4 tubes/tranchée	1,2

4.2.7 SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE



4.3 RECUPERATION PAR CAPTEURS VERTICAUX (SONDES GEOTHERMIQUES)

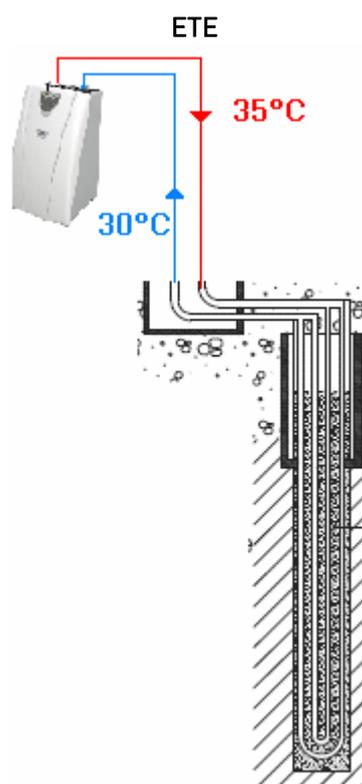
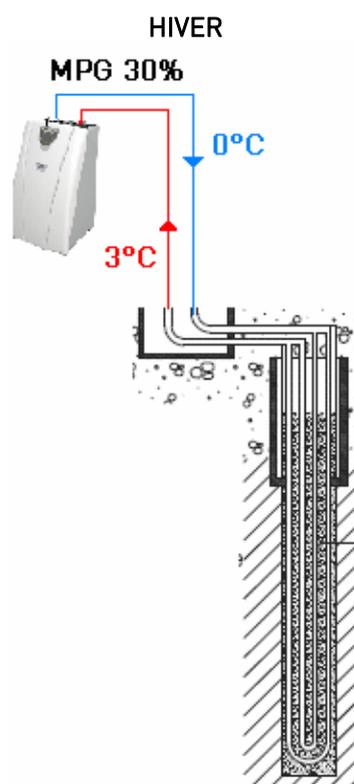
4.3.1 PRINCIPE

Le principe de récupération de chaleur est similaire aux capteurs horizontaux : on récupère les calories en faisant circuler un fluide caloporteur dans des tubes enterrés pour les amener à la pompe à chaleur. Dans le cas d'un captage 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.

Les capteurs verticaux sont constitués de un ou deux tubes en U, descendant à une profondeur inférieure à 100m et parcourus par un mélange eau + mono propylène glycol (saumure - 15°C).

Le capteur est placé dans un forage vertical (réalisé par un foreur professionnel). La puissance extraite est de 20 à 50 W/ml de forage ce qui correspond à un prélèvement énergétique supérieur à 100kWh/ml par an.

4.3.2 REGIMES D'EAU



4.3.3 DESCRIPTION DE LA SONDÉ VERTICALE

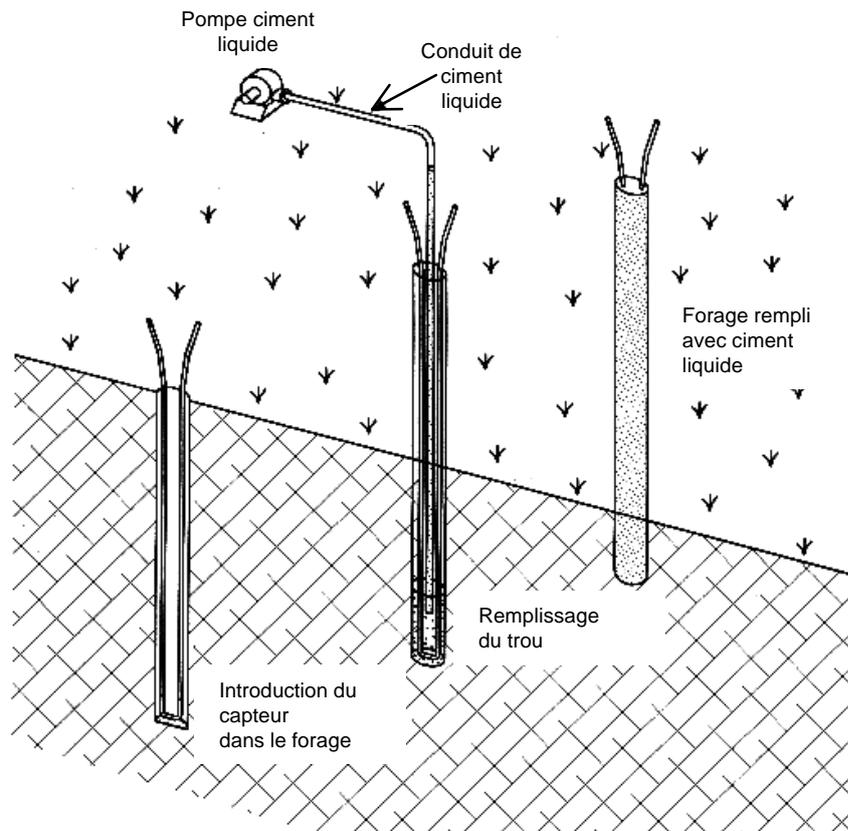
Les capteurs sont en tubes de Polyéthylène Haute ou Basse Densité (PEHD ou PEBT), Ø25, 32 et 40mm prévus pour une pression nominale de 12,5bar. Le capteur doit être :

- Résistant à la corrosion,
- Résistant au froid et à la chaleur,
- Résistant aux impacts,
- Prévü pour une longue durée de vie (100 ans),
- A faible perte de charge,
- Soudé avec des essais en pression,
- Régime : +3 °C / 0°C

La partie inférieure du capteur (ou pied de sonde) est équipée d'un contre poids pour faciliter sa mise en place. Celle-ci terminée le forage est rempli avec un mélange de ciment et de bentonite (ou produit similaire à base de cellulose) qui stabilise le forage dans sa géométrie originelle.

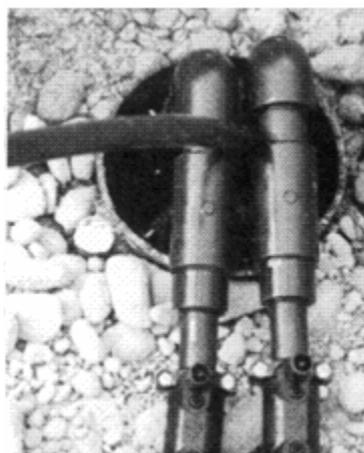
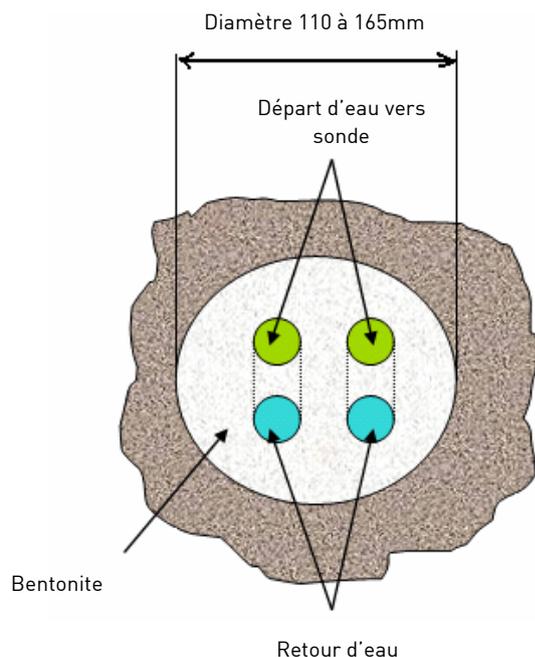


Pieds de sonde 2 et 4 tubes



Les différentes phases de réalisation d'une sonde géothermique

Vue en coupe d'une sonde verticale :



4.3.4 DIMENSIONNEMENT DE LA SONDE GEOTHERMIQUE

Les paramètres de la sonde sont à prévoir en fonction :

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

4.3.4.1 ETUDE DU SITE

- Procéder à une investigation sur la nature du sous-sol. Le profil géologique doit être fait tous les 5 à 10m pour établir un relevé de la conductivité.
- Prélever des échantillons avec les indications de la position du forage et de la profondeur.

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.

<i>Nature du terrain</i>	<i>Puissance soutirée</i>
Sable sec	20 W/m
Argile	30 à 40 W/m
Basalte	35 à 55 W/m
Sable humide	55 à 65 W/m

4.3.5 REALISATION DU FORAGE

Les capteurs verticaux sont obligatoirement réalisés par des professionnels du forage selon 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 géologue (le BRGM, sa filiale ANTEA, ou un bureau d'étude sous-sol) spécialisé et connaissant bien les démarches administratives.

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



IMPORTANT

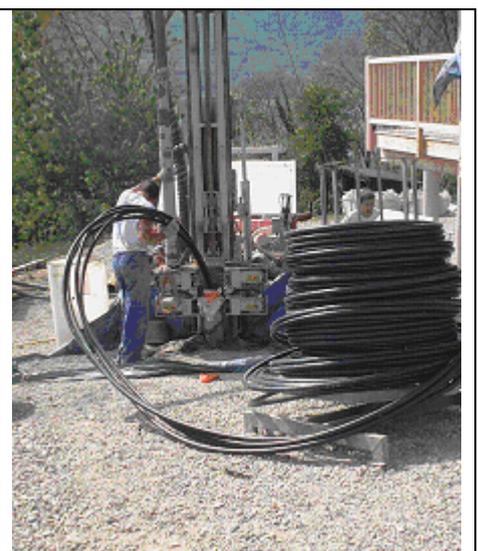
Le foreur ou le professionnel qui s'occupe du forage, de la fourniture et insertion des tubes et du remplissage est responsable des actions suivantes :

- Le calcul du capteur en fonction des besoins énergétiques et en respectant une perte de charge de 100 à 150 Pa/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 de la pression statique en bout de capteur pour qu'elle soit dans les limites d'utilisation du tube.

Exemples de réalisation :

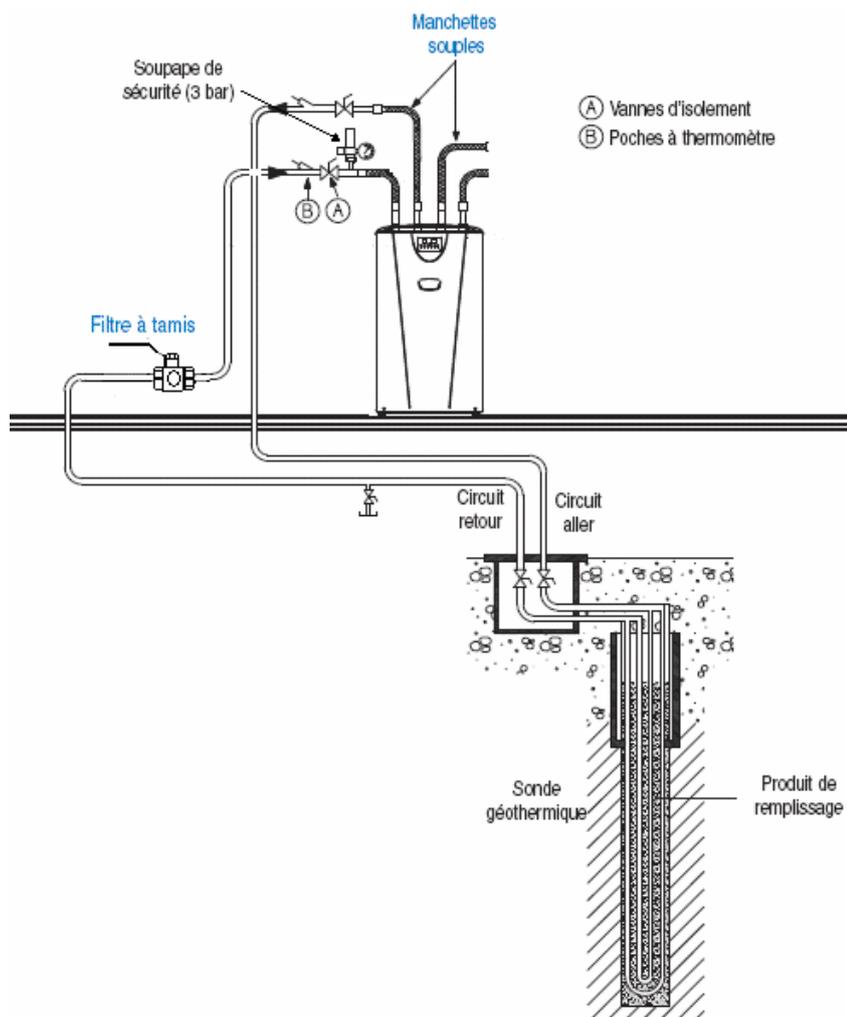


Forage



Pose de la sonde

4.3.6 SCHEMA DE PRINCIPE COTE CAPTAGE



4.4 DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC GEOTHERMIQUE

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.

$$0,8 \times \text{Déperditions} < P_b < 1,2 \times \text{Déperditions}$$

P_b = Puissance calorifique de la pompe à chaleur restituée à la température extérieure de base.



Pour une étude plus approfondie, utiliser le logiciel de sélection de matériel Geoconfort.

4.5 DIMENSIONNEMENT DE L'APPOINT

Sur les pompes à chaleur CIAT AUREA 2 et AUREA CALEO les réchauffeurs de boucles (ou résistances électriques) sont en option laissant ainsi libre choix à l'installateur.

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 est rarement associée à un appoint électrique, sauf si elle n'a pas 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.

4.6 IMPLANTATION

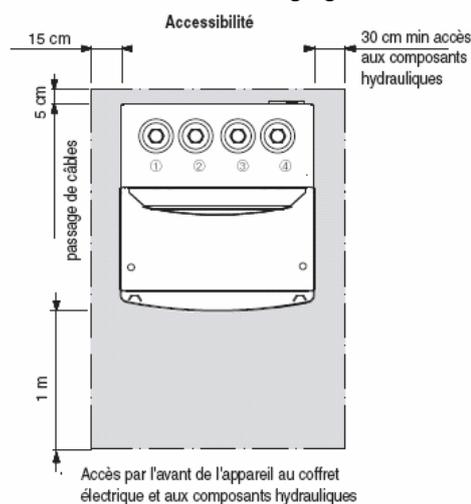
Les PAC géothermiques sont généralement installées soit dans un local fermé, soit dans un local semi-ouvert. Toutes les précautions ont été prises au niveau de la conception et de la construction afin d'obtenir des pompes à chaleur les plus silencieuses possibles.



Il faut, malgré tout, veiller à implanter ces pompes à chaleur dans un local technique situé le plus loin possible des pièces à vivre. 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 :

- 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 (jaquette isophonique sur le compresseur, isolation en nid d'abeille sur les murs...),
- Respecter les distances minimales de dégagement :



- **Flexibles** : Faire un U avec les flexibles en sortie de PAC afin de limiter la transmission de vibrations au circuit de chauffage.



- **Filtre à tamis** : Installer le filtre 600µm sur le retour d'eau pour éviter tout colmatage de l'échangeur de la PAC

- Respecter les diamètres de tuyauteries minimum conseillés,
- Penser à vérifier le volume d'eau de l'installation (volume d'eau mini à respecter pour le bon fonctionnement de la PAC)



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

4.7 INSTALLATION EN LOCAL FERME

Aucune disposition réglementaire ne concerne l'aération des locaux destinés à abriter les petites installations utilisant des fluides frigorigènes du groupe 1 (fluides non inflammables 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 alors respecter :

$$M < L \times V$$

M = masse du fluide frigorigène

L = concentration limite en kg/m³ (0.31 pour le R407C ; 0.44 pour le R410A)

V = volume du local où est installée la PAC (en m³)

Le respect de cette norme imposera, par exemple, pour une charge de 3,1kg de fluide R407C, de disposer d'un local d'au moins 10m³.

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 :

$$A = 0,14 \times m^{0,5}$$

A = surface en m² de la section libre

M = masse en kg 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 :

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

Q = débit d'air en l/s

m = masse en kg de la quantité de fluide frigorigène du système.

5 LES POMPES A CHALEUR GEOTHERMIQUES CIAT

La gamme géothermie de CIAT est généraliste et fonctionne aussi bien en mode eau glycolée/eau qu'en mode eau/eau. Cette gamme comprend 2 types de produits :

- la pompe à chaleur basse température,
- la pompe à chaleur haute température.

Caractéristiques communes aux deux machines :

- Installation en local technique aisée, entretien facile et rapide,
- Alimentation hydraulique par le dessus,
- Compresseur Scroll au R410A,
- Production d'ECS possible,
- Loi d'eau selon la température extérieure.

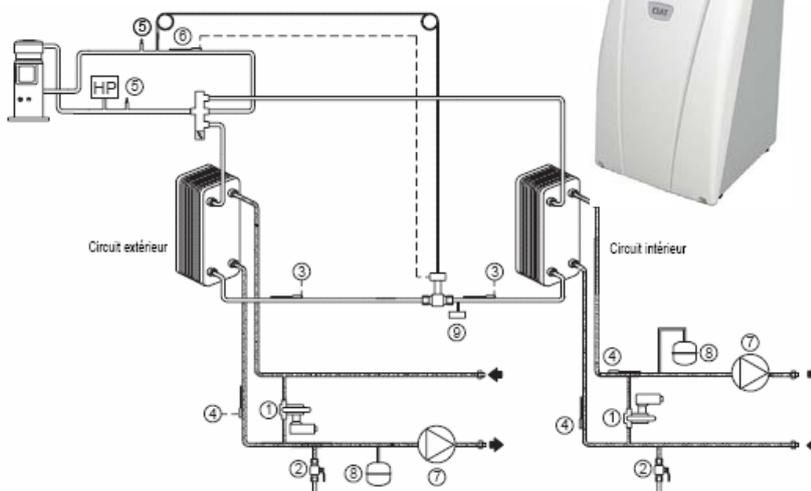
AUREA 2 – 12 modèles (20H à 120HT) – Temp. de sortie d'eau max : 55°C

- 6.8 kW à 36.3 kW calorifique
- 5.0 kW à 27.6 kW frigorifique
- Inversion été/hiver par vanne 4 voies sur le circuit frigorifique,
- Certification Eurovent, NFPAAC.

AUREA 2		20H	30H	40H	50H	20HT	30HT	40HT	50HT	65HT	80HT	100HT	120HT
Puissance calorifique *	kW	6,8	9,4	12,1	15,3	6,8	9,5	12,2	16	19,8	24,5	31,0	36,3
Puissance absorbée *	kW	1,5	2	2,4	2,9	1,4	2,0	2,5	3,1	3,7	4,6	5,5	6,6
COP		4,70	4,70	5,00	5,30	4,80	5,00	5,00	5,2	5,30	5,30	5,60	5,40
Puissance frigorifique *	kW	5,0	6,9	9,2	11,3	5,0	6,7	9,2	12,7	15,5	18,4	23,2	27,6
Puissance absorbée *	kW	1,6	2,1	2,6	3,1	1,5	2,0	2,6	3,2	3,9	4,8	5,8	6,9
Efficacité EER		3,16	3,31	3,52	3,65	3,35	3,4	3,92	3,89	3,98	3,84	4	3,97
Pression sonore **	dB(A)	34	34	34	36	34	34	34	36	39	41	44	
Alimentation électrique		230 V - 1 phase - 50Hz				400 V - 3 phases - 50Hz							
Câbles électriques (non fournis) mm ²	230V	3G4	3G4	3G6	3G10	-	-	-	-	-	-	-	-
	400V	-	-	-	-	5G2,5	5G2,5	5G2,5	5G4	5G4	5G4	5G6	5G6

* Suivant conditions EUROVENT : eau chaude 35/30°C et régime évaporateur 10°C à eau glacée 7/12°C et régime condenseur 30/35°C

** à 5m de l'appareil, 1,5m du sol, champ libre, directivité 2



- | | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| ① Pressostat différentiel | ④ Sonde de régulation | ⑦ Circulateur |
| ② Vanne de vidange | ⑤ Piquage Schraeder | ⑧ Vase d'expansion |
| ③ Sonde antigel | ⑥ Bulbe détenteur | ⑨ Bouchon fusible |

Schéma frigorifique d'une pompe à chaleur Aurea 2

AUREA CALEO – 4 modèles (50H à 80HT) – Temp. de sortie d'eau max : 65°C

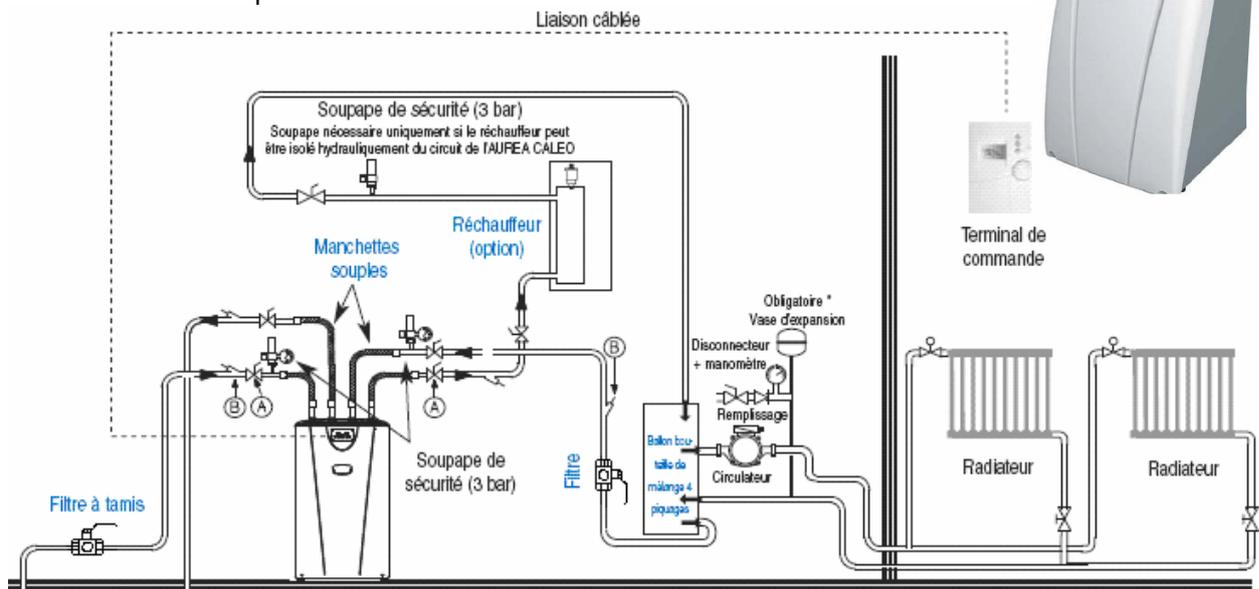
- 16.6 kW à 25.2 kW calorifique
- Non réversible
- Sortie d'eau à 65°C avec un ΔT de 20°K.

AUREA Caleo		50H	50HT	65HT	80HT
Puissance calorifique *	kW	16,6	17,4	20,6	25,2
Puissance absorbée *	kW	3,2	3,5	4,1	5,0
COP		5,10	5,0	5,0	5,0
Pressions sonores **	dB(A)	34		36	
Alimentation électrique		230 V - 1 ph - 50Hz		400 V - 3 ph - 50Hz	
Câbles électriques (non fournis) mm ²	230V	3G10		-	
	400V	-		5G4	

* Puissances calorifiques indiquée pour eau chaude 45/25°C et régime évaporateur 10°C

** à 5m de l'appareil, 1,5m du sol, champ libre, directivité 2

Ex. d'installation possible :

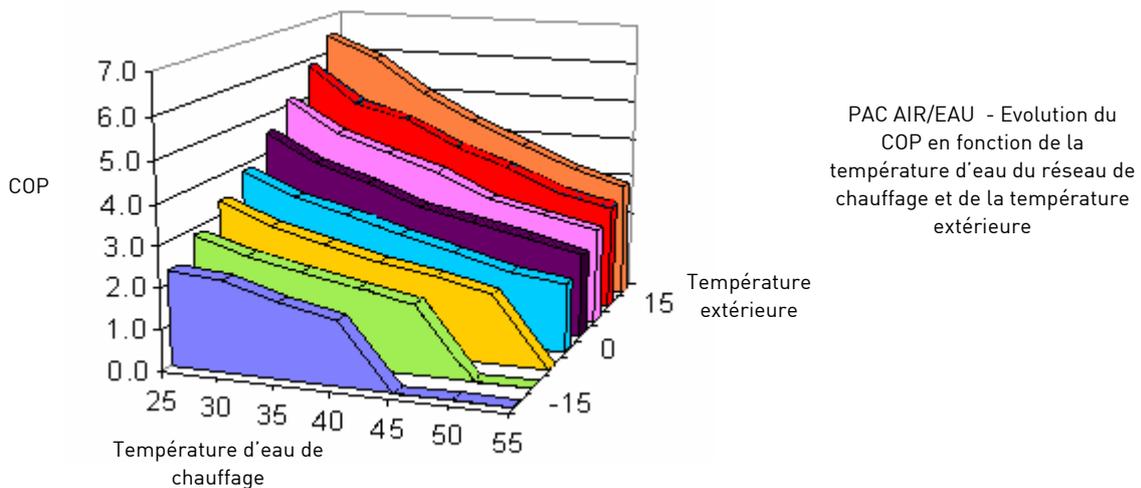


6 AEROTHERMIE

6.1 PRINCIPE

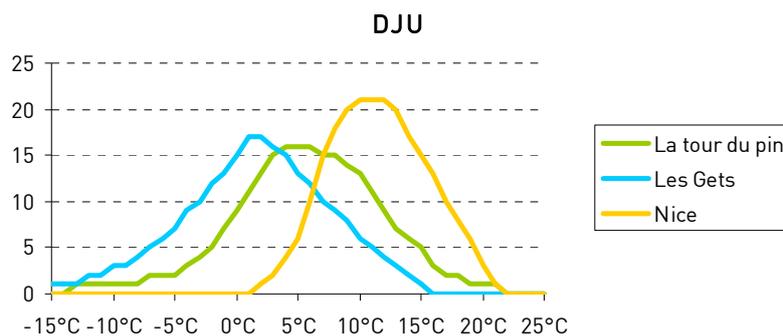
L'air contient une très importante quantité de chaleur, en permanence renouvelée par le soleil et les précipitations. Cette chaleur stockée dans l'air a une température variable (entre l'été +30°C et l'hiver -10°C) qui peut être extraite par une pompe à chaleur, amplifiée et restituée sous forme d'eau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

La pompe à chaleur air/eau a 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.



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 unifiés (ou DJU) de chaque région pour la période de chauffage (du 1^{er} octobre au 20mai). Les DJU sont établis sur une moyenne de 30 années et sont utilisés dans la base de calcul du logiciel GEOCONFORT (voir chapitre 7.2.2)



6.2 ASPECT ACOUSTIQUE DES PAC AIR/EAU

6.2.1 REGLEMENTATION

Une pompe à chaleur aérothermique est constituée d'un ou plusieurs ventilateurs qui émettent un bruit de brassage d'air qui couvre le plus souvent le bruit du ou des compresseurs (aujourd'hui très silencieux). Ce fond sonore est devenu le casse-tête des bureaux d'études : la course à la machine la plus silencieuse est lancée !

En termes de réglementation :

L'article R.1334/33 du décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 définit l'émergence globale comme la différence entre le niveau sonore ambiant habituel et le niveau sonore ambiant particulier (ici : niveau sonore habituel + bruit de la pompe à chaleur en fonctionnement) et impose les valeurs maximales comme suit :

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

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 (L_w) en dB(A) soit compatible avec les exigences de la majorité des cas d'installations rencontrées. Malgré tout, il est important de ne pas négliger cet aspect lors d'une étude.

6.2.2 SOLUTIONS

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

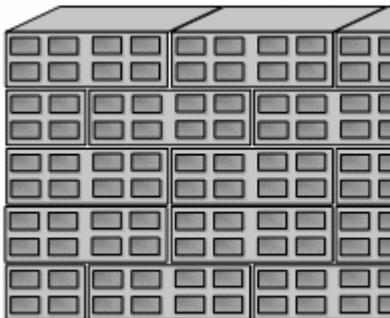


IMPORTANT

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

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

Ex. de mur écran en parpaing



Ex. d'écran acoustique



Il peut également être judicieux de disposer la PAC derrière une butte :

- Une butte est un écran acoustique très efficace,
- La PAC n'est pas à la vue du voisin.



IMPORTANT

L'installation d'une pompe à chaleur AIR/EAU nécessite de toute façon quelques précautions afin de satisfaire client et voisinage. Respecter les distances minimales préconisées. *Voir chapitre 6.4*

6.3 DIMENSIONNEMENT D'UNE PAC AIR/EAU

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

- Les déperditions du bâtiment,
- La température d'eau définie par le réseau de distribution (plancher chauffant/rafraîchissant, ventilo-convecteur, radiateur).
- Le lieu géographique du bâtiment à chauffer (la température de l'air extérieur varie tout au long de la période de chauffage mais aussi en fonction de l'implantation géographique du bâtiment à chauffer).

On préférera, par souci d'économie d'énergie, 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. Par ailleurs, on préfère utiliser les pompes à chaleur air/eau dans les régions dont le climat n'est pas trop rigoureux, et en évitant de les implanter en altitude (au-dessus de 800 à 1000m).

Une pompe à chaleur est généralement dimensionnée pour couvrir 60 à 80% des déperditions de l'habitation à la température de base, ceci afin d'éviter tout court-cyclage de la machine (une machine trop ou trop peu puissante aura tendance à démarrer et à s'arrêter plus souvent, entraînant alors une surconsommation d'électricité et une usure prématurée des pièces de démarrage).

60% Déperditions < P_{PAC} à T_B < 80% Déperditions.

P_{PAC} = Puissance calorifique fournie par la pompe à chaleur

T_B = Température extérieure de base

L'appoint est donc indispensable pour les jours les plus froids. Généralement cet appoint est électrique, mais il peut également être fourni par un poêle à bois, une cheminée ou une chaudière (en « relève de chaudière », la chaudière assure l'appoint de la PAC soit en simultané jusqu'à un certain point, soit en alternatif).

6.3.1 CALCUL DES DEPERDITIONS

Le calcul des déperditions du volume traité par la pompe à chaleur doit être effectué à la température extérieure de base T_B 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.

$$\text{Déperditions}_{T_B} = D_p \times (19 - T_B)$$

et

$$D_p = (U_{bat} \times S_{dép}) + (R \times V_h)$$

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 à 80% seulement. Ceci afin d'éviter tout court-cycle.
- 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.

6.3.2 EXEMPLE D'AIDE A LA SELECTION D'UNE PAC AIR/EAU AVEC GEOCONFORT

Grace au logiciel GEOCONFORT, il est possible d'établir les déperditions de l'habitation, la sélection de la PAC la plus adaptée et une estimation de l'investissement.

Ici, en mode « Neuf », nous allons calculer les déperditions de la maison avec les informations rentrées...
(voir ci-dessous)

Données générales

Maison :

Type d'étude : Neuf Substitution Relève

Volume chauffé : 400 m³

Nombre d'occupants : 3

Emetteurs : Radiateurs 45°C

Déperditions (ou 0 si à calculer) : 0 kW

Terrain :

Surface terrain disponible compatible avec captage enterré horizontal : 1500 m²

Nature du terrain : Sable/Gravier sec

Nappe phréatique utilisable ? Oui Non

Situation :

Sélection parmi les stations météo locales personnalisées ? Oui Non

Météo : 07 TOURNON

Ensoleillement : Normal

Altitude du chantier : (ou zéro si inconnue) m 135

MAJ du prix des énergies

MAJ des DJU locaux

Valider Annuler Aide

Local 1

Saisie des paramètres du local

20 m² Vitrages Normal Ensoleillement

20 °C Température RT2000 Approche isolation

2.5 m Hauteur sous plafond

Pièce(s) au dessus

Local 1 Nom de la pièce

Pièce(s) en dessous

+ OU --

dans la liste "Pièce(s) en dessous" Vide sanitaire

Retour vers le mode calcul

Le logiciel présélectionne plusieurs machines et affiche en clair les zones où l'appoint est nécessaire.



Détermination de la PAC CIAT la mieux adaptée et de ses performances comparées

Pompe à chaleur CIAT

AQUALIS 2 35 HT | 74 % | Triphasé 400V

Captage

Débit d'air 2978 m³/h

Niveau sonore (Lp) à 10m 49 dB(A)

Prix standard de base 5 153,00 EUR

Débit d'eau chaude 1,69 m³/h

Perte de charge cond 0,13 bar

Bilan PAC sur habitat neuf

Unités	PAC CIAT	Fuel	Gaz Nat	Propane	Tout Elect
Energie annuelle nécessaire	kW.h 22712	22712	22712	22712	22712
Rd(production/distribution)	% 0.95	0.9025	0.9405	0.9975	1
Consommation annuelle	kW.h 6783	25166	24149	22769	22712
Appoint électrique	kW.h 370	0	0	0	0
Consommation auxiliaires	kW.h 345	23	23	23	0
Consommation annuelle totale elect	kW.h 7498	25189	24172	22792	22712
Type de tarif	HP	HC	0	0	HP
Répartition	% 60%	40%	100%	100%	100%
Consommation par tranche	kW.h 4499	2999			13627
Coût du kW/h	EUR 0.1085	0.0661	0.0641	0.0448	0.1061
Coût d'expl par tranche	EUR 488	198	1615	1083	2418
Frais fixes	EUR 192	100	125	250	288
Coût d'expl total	EUR 878	1715	1740	2668	2367
Consommation en unité nouvelle	7498 (kW.h)	2527 (l)	24149 (kW.h)	1764 (kg)	22712 (kW.h)
Emission saisonnière de CO2	kg/an 1286	8368	9736	6490	4080
Taux supposé aug prix énergie	%/an 5	15	10	14	5
Extrapol 15 ans	EUR 14803	76842	34410	106011	44862
CO2 sur 15 ans	Tonne 19	126	86	97	61

Voir détail chiffré du bilan Oui Non

Valider Annuler Aide

Ici en mode « relève de chaudière », les déperditions sont estimées en fonction de la consommation de fioul, la température des émetteurs, la température intérieure moyenne...

Données générales

Maison :
 Type d'étude : Neuf Substitution Relève
 Combustible : Fuel
 Consommation hors ECS : 3000 l
 Rendement : Bon
 Emetteurs : Radiateurs 45°C
 Déperditions (ou 0 si à calculer) : 11.00 kW
 Température intérieure moyenne : 20 °C

Terrain :
 Surface terrain disponible compatible avec captage enterré horizontal : 1500 m²
 Nature du terrain : Sable/Gravier sec
 Nappe phréatique utilisable ? Oui Non

Situation :
 Sélection parmi les stations météo locales personnalisées ? Oui Non
 Météo : 07 TOURNON
 Ensoleillement : Normal
 Altitude du chantier : (ou zéro si inconnue) m 135

Buttons: Valider, Annuler, Aide

Détermination de la PAC CIAT la mieux adaptée et de ses performances comparées

Pompe à chaleur CIAT : AQUALIS 2 50 HT | 86 % | Triphasé 400V
 Captage : Débit d'air 5100 m³/h, Niveau sonore (Lp) à 10m 47 dB(A)

Prix standard de base : 5 767.00 EUR
 Débit d'eau chaude : 2.25 m³/h
 Perte de charge cond : 0.16 bar

Bilan PAC en relève de chaudière

Graphique : Energie kW/h vs Température extérieure °C. Légende : Consommation PAC (jaune), Gratuite (vert), Appoint (rouge), PAC (bleu), Fuel (orange).

Barres : K Euros / 15 ans, CO2 Tonnes / 15 ans.

Buttons: Voir détail chiffré du bilan (Oui/Non), Valider, Annuler, Aide

Détermination de la PAC CIAT la mieux adaptée et de ses performances comparées

Unités	PAC CIAT	Fuel
Energie annuelle nécessaire (kWh)	26388	26388
Rdt(production/distribution) (%)	0.95	0.9025
Consommation annuelle (kWh)	8200	23904
Energie d'appoint (Fuel) (kWh)	195	0
Consommation auxiliaires (kWh)	416	27
Consommation annuelle totale elect (kWh)	8616	23931
Type de tarif	HP	HC
Répartition (%)	50%	40%
Consommation par tranche (kWh)	5170	3446
Coût du kWh (EUR)	0.1085	0.0661
Coût d'expl par tranche (EUR)	561	228
Frais fixes (EUR)	192	100
Coût d'expl total (EUR)	994	2019
Consommation en unité usuelle (kWh)	8616	3003
Emission saisonnière de CO2 (kg/an)	1544	9944
Taux supposé aug prix énergie (%/an)	5	15
Extrapol 15 ans (EUR)	17025	91307
CO2 sur 15 ans (Tonne)	23	149

Bilans financiers/

Coût main d'oeuvre et accessoires (realis eur/m) : 1800
 Coeff TVA : 1.055
 Coeff Déduction fiscale : 0.5
 RSI, hors options PAC (an) : 4

Frais résiduels ancienne énergie : 13
 Conso résiduelle en unité usuelle : 22
 Gain % en 15 ans sur facture : 81
 Gain % en 15 ans sur émission CO2 : 85

Buttons: Voir détail chiffré du bilan (Oui/Non), Valider, Annuler, Aide

Le logiciel présélectionne plusieurs machines et affiche en clair les zones où l'appoint est nécessaire.

6.4 INSTALLATION

Une pompe à chaleur bien installée est une pompe à chaleur qui ravit l'utilisateur et qui ne perturbe pas le voisinage. Ni bruits, ni vibrations, ni défauts de fonctionnement : quelques règles simples à respecter pour y arriver.

6.4.1 IMPLANTATION

6.4.1.1 LE VOISINAGE

Une pompe à chaleur acquise pour le bien être de l'habitant ne doit en aucun cas nuire à celui du voisinage.

Il y a souvent un phénomène psychologique qui se déclenche à la vue de la machine : le voisin la voit, donc il l'entend (certains l'entendent même alors que la PAC ne fonctionne pas !). Pour éviter ce phénomène il est important, soit de prévoir un brise vue avant l'installation, soit une visite, post-installation, lors du fonctionnement afin de montrer qu'il n'y a pas de changement majeur sur le niveau sonore.

Une fois le paramètre psychologique résolu, quelques règles sont à respecter :

- Ne pas installer la pompe à chaleur sous le nez du voisin,
- Si possible, choisir un emplacement qui bénéficie d'un écran acoustique naturel ou intercaler un écran acoustique entre la PAC et le voisinage,
- Ne pas installer la pompe à chaleur dans un lieu qui pourrait faire office de caisse de résonance...
- ...



6.4.1.2 LE CLIENT

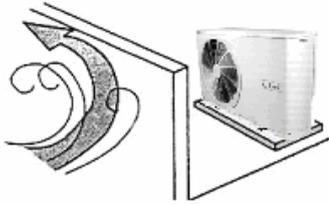
Le second critère est fonction des nuisances sonores et visuelles pouvant être perçues par le propriétaire lui même.

- Eviter de placer une PAC à proximité des pièces de vie (principalement les chambres, car nous sommes bien plus sensibles aux perturbations dans un environnement silencieux), mais aussi la salle de séjour, ou face à une terrasse (pour l'aspect visuel).
- Eviter de placer la PAC face à une paroi vitrée,
- Préférer une façade borgne ou avec uniquement des ouvertures de pièces de passage (salle de bain, dressing, débarras, ...)

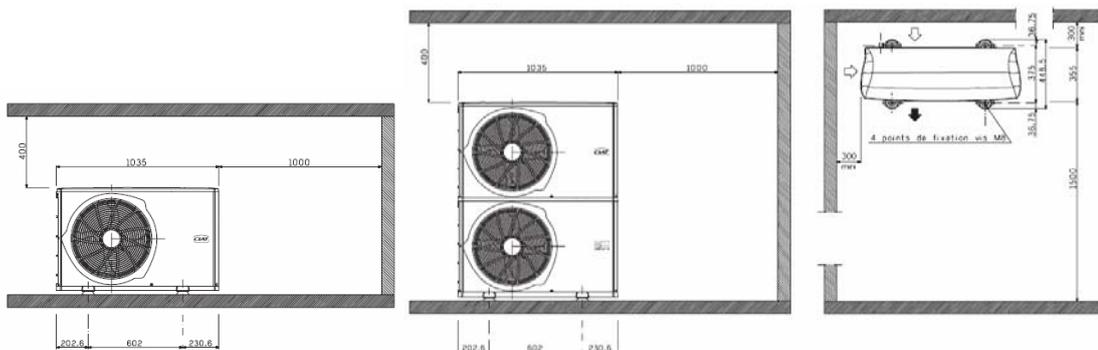
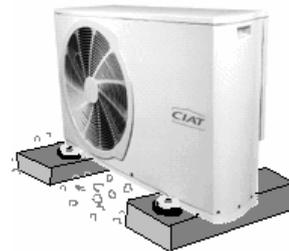
Si la PAC est installée dans des lieux de passage, il faut prévoir des protections contre d'éventuels coups.

6.4.1.3 ASPECT TECHNIQUE

- Installer une PAC de préférence sur une face ensoleillée plutôt que sur une face nord (en permanence à l'ombre), afin de bénéficier des effets du soleil lors des périodes de dégivrage. En période de fonctionnement, l'air traité par la PAC est à une température quasiment identique à l'ombre ou au soleil. Faire l'inverse si le client donne la priorité au rafraîchissement.



- Eviter les installations face aux vents dominants (préjudiciable au moteur du ventilateur).
- Poser la PAC sur un socle béton désolidarisé du mur de l'habitation (dalle, plots, longrines) afin d'éviter toute transmission de vibrations
- Mettre la machine hors d'eau et hors neige,
- Raccorder l'évacuation des condensats à l'évacuation la plus proche (canalisation non collée sur le siphon) ou évacuer sur un lit de cailloux (attention au gel des condensats sur les zones de passage)
- Veiller à ne pas installer la machine trop loin où en contrebas de la maison (pertes de charge et pertes de chaleur à compenser...)
- Possibilité de mettre la PAC sous abri (auvent, avant-toit) si celui-ci n'entrave pas le renouvellement d'air (attention au mélange d'air entre air aspiré chaud et refoulé froid)
- Respecter les distances minimales de dégagement :



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

6.4.2 INSTALLATION

Une fois la machine implantée il est nécessaire de respecter encore quelques principes :

Accessoires obligatoires :



- **Plots anti vibratiles** : Poser les silentblocs sous la machine pour empêcher la transmission de vibrations,

▪ **Flexibles** : Faire un U avec les flexibles en sortie de PAC afin de limiter la transmission de vibrations au circuit de chauffage. Les flexibles ne doivent pas traverser le mur d'habitation (les arrêter avant).



Filtre à tamis : Installer le filtre 600µm (à l'intérieur de la maison de préférence) sur le retour d'eau pour éviter tout colmatage de l'échangeur à plaques de la PAC. Si il est placé à l'extérieure, ne pas oublier de l'isoler contre le gel.

Autres précautions pour l'installation :

- Respecter les diamètres de tuyauteries minimum conseillés,
- Isoler les tuyauteries au passage des parois (mousses, colliers de support isolés...)
- Penser à vérifier le volume d'eau de l'installation (volume d'eau mini à respecter pour le bon fonctionnement de la PAC)

6.5 INSTALLATION EN RELEVÉ DE CHAUDIÈRE

6.5.1 PRINCIPE

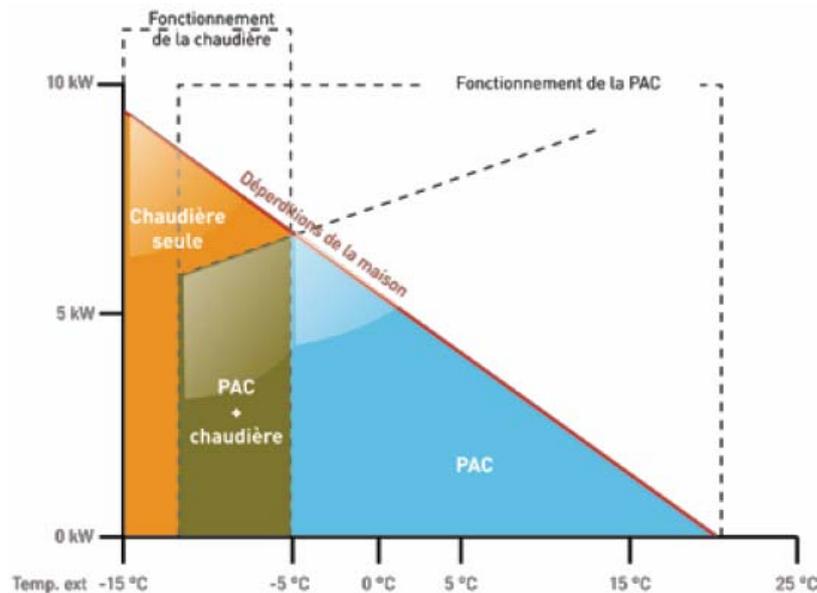
La relève de chaudière est utile et utilisée dans plusieurs cas :

- Chaudière récente
- Zone climatique rude
- Et toujours le fameux « au cas où ... »

6.5.2 INSTALLATION

La « marche chaudière » peut fonctionner soit en alternatif (TOR) soit en simultané avec la PAC.

Dans l'exemple illustré ci-dessous, la chaudière fonctionne en simultané de -5°C jusqu'à la limite de la PAC, puis fonctionne seule pour des températures plus basses. En Tout Ou Rien, à l'arrêt de la PAC, on démarre tout de suite la chaudière.



En fonction de la régulation de la chaudière (évoluée ou non évoluée) les paramétrages sur le terminal MicroConnect seront quelques peu différents.

Les différents paramètres à gérer lors d'une relève sont :

- P1 : eau glycolée ou non
- P3 : UT ou PCR
- P6 : type d'appoints/délestage
- P7 : temp. extérieure d'autorisation d'appoints (P9 à 24°C)
- P9 : point de basculement (limite fonctionnement PAC jusqu'à 24°C)
- P15 : consigne confort eau (20°C à P19)
- P16 : consigne économique eau (20°C à P19)
- P19 : consigne max. dérive chaud (temp. retour d'eau + différentiel P20)
- P34 : asservissement circulateur PAC
- P36 : autorisation mode froid ou non

Pour tout savoir sur l'installation en relève de chaudière, consulter la notice PAC – relève de chaudière.

7 LES POMPES A CHALEUR AEROTHERMIQUES CIAT

La gamme aérothermie de CIAT comprend 2 types de produits :

- la pompe à chaleur basse température,
- la pompe à chaleur haute température (Caleo).

Caractéristiques communes aux deux machines :

- Installation aisée, entretien facile et rapide,
- Alimentation hydraulique par l'arrière,
- Production d'ECS possible,
- Loi d'eau selon température extérieure.

AQUALIS 2 – 14 modèles (20H à 75HT) – Temp. de sortie d'eau max : 55°C

- 6.1 kW à 19.4 kW calorifique
- 5.3 kW à 17.5 kW frigorifique
- Compresseur Scroll au R410A
- Inversion été/hiver par vanne 4 voies sur le circuit frigorifique,
- Certification Eurovent, NFPAC.



AQUALIS 2 Réversible		20H	28H	35H	50H	20HT	28HT	35HT	50HT	65HT	75HT
Puissance calorifique *	kW	6,1	8,3	10,2	13,1	6,1	8,4	10,2	13,8	17,2	19,4
Puissance absorbée *	kW	1,7	2,2	2,8	2,9	1,6	2,0	2,6	3,5	4,2	4,8
COP		3,6	3,8	3,6	4,2	3,8	4,1	3,9	4,0	4,1	4,1
AQUALIS 2 Froid Seul		-	-	-	-	-	-	35T	50T	65T	75T
Puissance frigorifique *	kW	5,3	7,1	8,5	13,7	5,1	7,0	8,5	11,8	14,7	17,5
Puissance absorbée *	kW	2,0	2,7	3,7	4,0	2,6	2,5	3,4	4,4	5,0	6,4
Efficacité EER		2,65	2,67	2,32	3,43	2,0	2,8	2,5	2,62	2,95	2,74
Pressions sonores ***	dB(A)	41	46	47	45	41	46	47	45	48	50
Alimentation électrique		230 V - 1 phase - 50Hz				400 V - 3 phases - 50Hz					
Câbles électriques (non fournis)	mm ²	3G4	3G6	3G6 (1)	5G1,5			5G4			

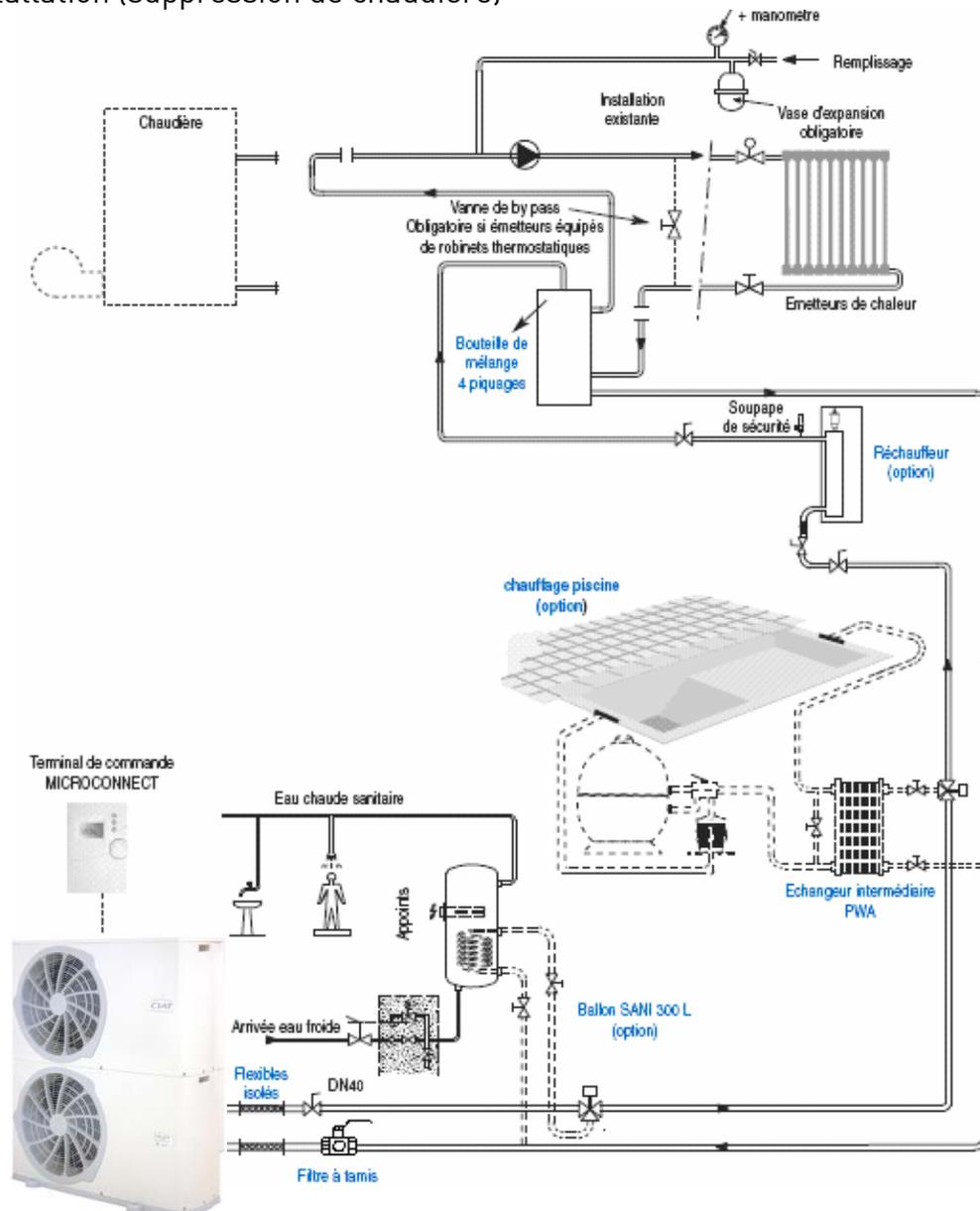
* Suivant conditions EUROVENT - Eau 7/12 air 35°C - Eau 35/30 air 7°BS/6°BH
 Puissances calorifiques ne tenant pas compte des dégivrages
 ** Si au-delà, prévoir un vase supplémentaire ou supérieur
 *** à 5m de l'appareil, 1.5m du sol, champ libre, directivité 2
 (1) Prévoir câbles haute température type PVC-V2-K ou PR (longueur maxi = 50 m)

AQUALIS CALEO – 3 modèles (60H à 70HT) – Temp. de sortie d'eau max : 65°C

- 13.7 kW à 19.4 kW calorifique
- Non réversible
- Compresseur Scroll au R407C
- Sortie d'eau à 65°C

AQUALIS Caleo		60H	60HT	70HT
Puissance calorifique *	kW	13,7	13,7	19,4
Puissance absorbée *	kW	3,8	3,3	4,9
COP		3,64	4,14	4,00
Pressions sonores ***	dB(A)	47		55
Alimentation électrique		230 V - 1 ph - 50 Hz		400 V - 3 ph - 50 Hz
Câbles électriques (non fournis) [1]	mm ²	3G10	5G2.5	5G4

* Suivant conditions EUROVENT Eau 35/30 air 7 °BS / 6 °BH
Puissances calorifiques ne tenant pas compte des dégivrages
*** à 5m de l'appareil, 1,5m du sol, champ libre, directivité 2
[1] Prévoir câbles haute température type PVC-V2-K ou PR (longueur maxi = 50 m)

Ex. d'installation (suppression de chaudière)

8 DISTRIBUTION DE CHALEUR.

8.1 LES DIFFERENTS SYSTEMES

On peut dissocier 3 grandes familles d'émetteurs couramment associés aux pompes à chaleur (eau/eau et air/eau) :

- **Radiateur moyenne et haute température (50 à 65°C)**

Utilisé jusque dans les années 90, le radiateur « traditionnel » requiert une température élevée et ne permet pas une utilisation en rafraîchissement (à cause de la condensation). Grâce aux PAC Haute température Caleo, il est possible de passer aux énergies renouvelables tout en conservant les radiateurs. Une solution rénovation idéale.

- **Ventilo-convecteur VC (40-45°C)**

mise en température rapide

Pratique et plus économique qu'un radiateur, le ventilo-convecteur diffuse parfaitement et rapidement la chaleur (ou la fraîcheur). Il se régule pièce par pièce et reste un bon compromis entre le radiateur et le plancher chauffant.

- **Plancher Chauffant/Rafraîchissant PCR (30-35°C)**

chauffage/rafraîchissement par rayonnement.

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. Cette solution présente l'avantage d'offrir un grand confort hiver comme été, mais ne permet pas de déshumidification.

- **Système mixte : PCR + VC ou PCR + Radiateurs**

Souvent employé lors d'une rénovation partielle (agrandissement, surélévation...), le système mixte est un système de chauffage ou de chauffage/rafraîchissement constitué de plusieurs types d'émetteurs différents, généralement positionnés sur différentes zones (par ex. RDC et étage...).



IMPORTANT

Afin d'obtenir un COP optimal on s'attachera à choisir les émetteurs de chauffage pouvant assurer la température de confort (ex. 20°C) par la température extérieure de base, avec un régime d'eau le moins élevé possible.

8.2 RADIATEURS



IMPORTANT

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

8.2.1 DESCRIPTION

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

- convecteur,
- panneaux acier,
- en alliage d'aluminium ou extrudé,
- en fonte,
- lamellaires en acier,
- sèche -serviettes à tubes plats ou ronds (acier ou aluminium),
- ...



Tout ceux-ci doivent répondre à la norme NF EN 442.

8.2.2 DIMENSIONNEMENT ET SELECTION

L'émission d'un radiateur est égale à 1,2 fois les déperditions de la pièce, à 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 :

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

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 0,75m au-dessus du plancher.

Le radiateur sera sélectionné à partir du répertoire des puissances thermiques réalisé par l'ATITA. Attention, la puissance thermique de chaque produit y est indiquée pour un écart de température de 50°K.

8.3 VENTILO-CONVECTEURS

8.3.1 NORMES ET CERTIFICATION



Les performances thermiques et acoustiques des ventilo-convecteurs appelés aussi unités terminales sont certifiées par EUROVENT. Toutes les caractéristiques techniques et les performances en fonctionnement chaud et froid sont données dans nos catalogues.

Les matériels doivent répondre à la norme NF EN 442.

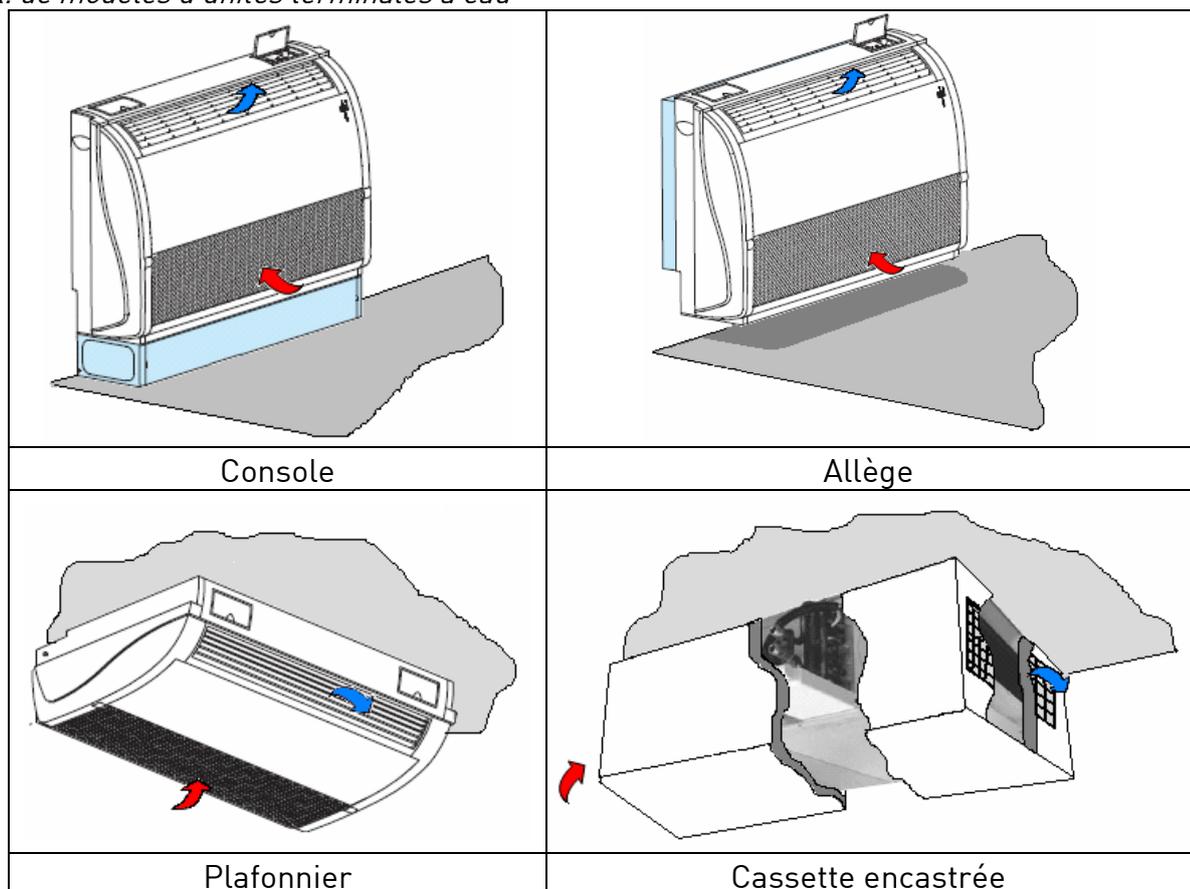
8.3.2 DESCRIPTION

Les unités terminales existent sous plusieurs formes :

- cassette encastrable avec diffusion d'air sur 1 ou 4 côtés,
- plafonnier carrossé, non carrossé, gainable,
- allège carrossée ou non carrossée,
- console verticale carrossée ou encastrable.



Ex. de modèles d'unités terminales à eau



8.3.3 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.

8.3.4 SELECTION

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

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

8.3.4.1 PUISSANCES THERMIQUES

- L'unité intérieure doit être sélectionnée en fonction de la puissance calorifique et de la puissance frigorifique nécessaires (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 de ventilation 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.

8.3.4.2 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.

8.3.4.3 FILTRATION

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

Les filtres utilisés dans l'habitat sont au minimum de classe G2 (norme Eurovent EU2) 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.

8.3.5 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.

8.3.5.1 PRECAUTIONS D'INSTALLATIONS

- Raccordement hydraulique

Le collecteur de la batterie est muni d'un purgeur d'air 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,

- Evacuation des condensats

L'évacuation des condensats doit s'effectuer de préférence par gravité vers l'évacuation la plus proche.

Les canalisations calorifugées (le calorifugeage évite le phénomène de condensation et d'éventuelles dégradations) doivent avoir une pente suffisante. L'utilisation de pompe de relevage de condensats est à éviter dans la mesure du possible (pour limiter toute nuisance sonore).

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.

8.3.5.2 UNITES TERMINALES VERTICALES



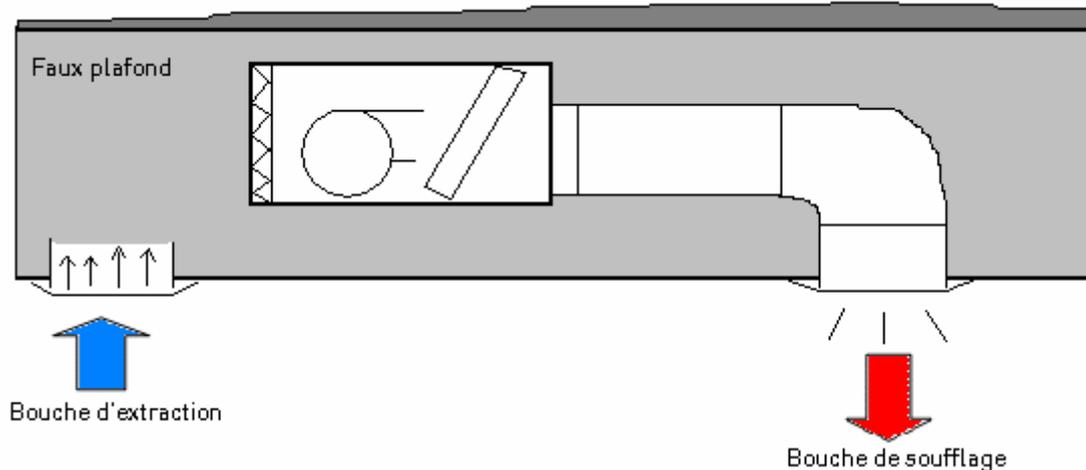
Opération de changement du filtre à air.

8.3.5.3 UNITES TERMINALES HORIZONTALS

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.

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.



Ventilo-convecteur allège
type **Major 2**



Ventilo-convecteur
plafonnier type **Résidenciat**

8.4 PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS

Le plancher chauffant/rafraichissant est aujourd'hui le moyen de chauffage le plus utilisé dans la construction neuve. Sa technologie a été largement améliorée et ne finit pas d'évoluer...

8.4.1 REGLEMENTATION

8.4.1.1 LES NORMES NF, DTU, DECRETS ET ARRETES

- NF EN 1264

Désignations, déterminations et installations de chauffage par le sol.

- NF EN 10216-1, NF A 49-200, NF A 49-115, NF A 49-141, NF A 49-145 :

Désignations et dimensions des tuyauteries acier noir.

- NF EN 1057 :

Désignations et dimensions des tuyauteries cuivre.

- NF T 54-002 :

Désignations et dimensions des canalisations en matière thermoplastique.

- NF EN ISO 15874

Désignations et dimensions des canalisations en PP.

- NF EN ISO 15875

Désignations et dimensions des canalisations en polyéthylène réticulé PER.

- NF EN ISO 15876

Désignations et dimensions des canalisations en PB.

Le DTU 65.14 est le texte de référence (norme d'application de 2006) qui concerne l'ensemble des travaux à effectuer par l'installateur en ce qui concerne l'exécution des planchers chauffants. Ce DTU donne l'épaisseur des isolants, les résistances thermiques minimales, l'épaisseur d'enrobage etc.... Il annule et remplace les DTU 65.6 et DTU 65.8.

Il existe également des textes réglementaires, décrets et arrêtés, concernant les installations de chauffage central à eau chaude :

- Arrêté interministériel du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public,
- Décret 88-319 et arrêté du 5 avril 1988 relatifs aux équipements et aux caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation
- Décret du 12 avril 1988 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments et de leurs équipements.

8.4.1.2 LES AVIS TECHNIQUES

Les différents tubes et raccords en matériau de synthèse utilisés doivent posséder un Avis Technique favorable pour au moins la classe 2. Les tuyauteries destinées à être installées en incorporation en dalle béton ou chape doivent être isolées et posséder un Avis Technique.

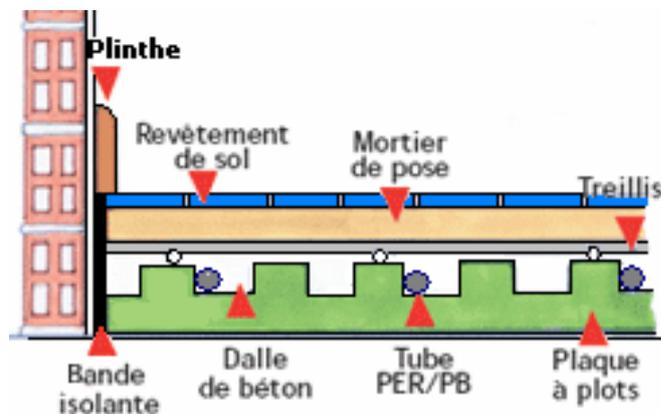
Pour être certain que le matériel répond à un Avis Technique, il est nécessaire de consulter les documentations du fournisseur.

8.4.1.3 PRECONISATIONS ET GUIDE TECHNIQUE

Pour toute installation de plancher chauffant/rafraîchissant, les préconisations de conception et de mise en œuvre rassemblées 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.

8.4.2 PRINCIPE

Le plancher chauffant/rafraîchissant est un mode de chauffage par rayonnement par le sol. 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 inférieure ou isolant de sous-face (polystyrène expansé, laine de roche, mousse de polyuréthane, etc.)
- Une bande d'isolation périphérique d'au moins 5mm d'épaisseur allant du plancher support jusqu'à la surface finie du plancher et permettant un mouvement de la dalle de 5mm. Elle peut être, par exemple, en polystyrène ou en polyéthylène.
- La couche de protection de l'isolant doit remonter au-dessus de la partie supérieure de la bande d'isolation périphérique. Pour le plancher chauffant elle peut être constituée d'une feuille de polyéthylène par exemple (d'au moins 0,15mm d'épaisseur) ; ce n'est pas une barrière anti humidité.

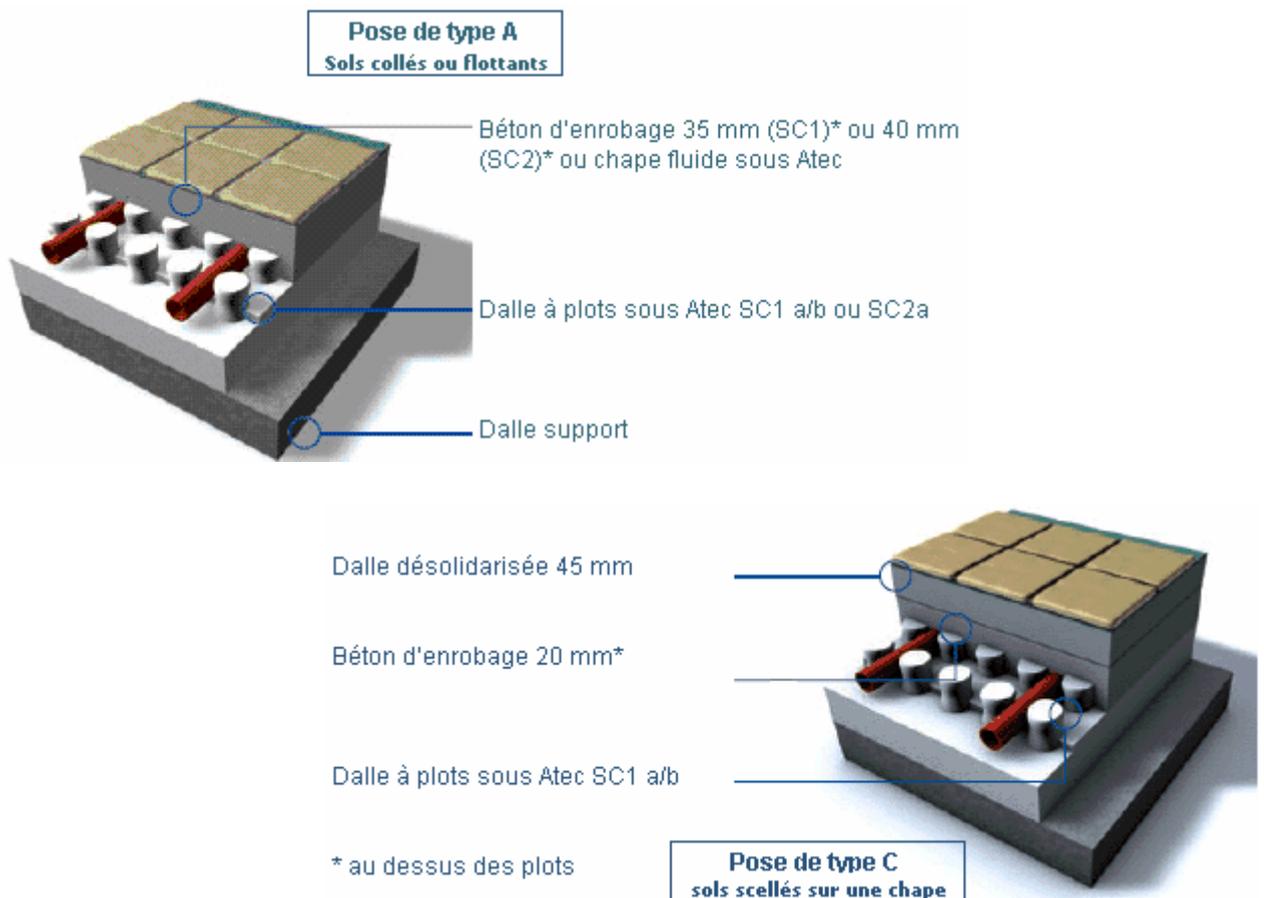
Par contre, pour les planchers réversibles, la couche de protection doit aussi servir de pare-vapeur. Ce film est constitué par exemple par un feutre bitumineux.

- Les tubes peuvent être en cuivre recuit mais plus généralement en matériaux de synthèse (PER, PB ou des tubes multicouches PER-AL-PEX). Le tube doit partir du distributeur (collecteur de départ) et être raccordé au collecteur de retour sans raccord, il compose un seul circuit.

Les tubes peuvent être posés sur des dalles d'isolation préformées avec des 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 circuits de diamètre 16x1,5 (diamètre intérieur de 13mm) à 120m environ.

- Un treillis métallique anti-retrait (réalisé en général par l'entreprise de maçonnerie, il a une maille minimale de 50x50mm). Celui-ci n'est pas obligatoire, et plus rarement utilisé dans le cas de tubes clipsés sur les plaques préformées.
- Une couche de nivellement pour les planchers de type C (voir la norme NF EN 1264)
- Une dalle d'enrobage.
- Un revêtement de sol, scellé ou collé.



8.4.3 PRECAUTIONS SUR PLANCHERS CHAUFFANTS

8.4.3.1 TEMPERATURE MAXIMALE DE SURFACE (DTU 65.8)

L'arrêté français du 23 juin 1978 stipule une température maximale de surface de 28°C pour une température intérieure moyenne de 19°C.

Cependant la norme européenne UNI EN 1264 fixe une température maximale de surface de 29°C. Une température de 35°C est tolérée dans la zone de bordure uniquement.

Pour les revêtements de sol parquets, la température ne doit pas dépasser les 26°C.

8.4.3.2 TEMPERATURE DE DEPART D'EAU

Pour avoir de bonnes performances de PAC, la température de départ d'eau devrait être de l'ordre de 35°C à 40°C avec un maximum à 50°C. En mode « chaud », la différence de température entre aller et retour est au maximum de 7°K.

8.4.3.3 EQUIPEMENT DE SECURITE

L'équipement de sécurité, indépendant du système de régulation, est obligatoire. La température d'eau maximale circulant dans le plancher est fixée à 60°C. Ce dispositif de limitation est à réarmement manuel (ex. Thermostat limiteur PCR en option chez CIAT).



8.4.4 PRECAUTIONS SUR PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS

- 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 faible inertie 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.

8.4.4.1 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.

8.4.4.2 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 à 24°C minimum.

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

Tableau des températures minimales de départ d'eau plancher en fonction les régions

8.4.4.4 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

8.4.5 PRECAUTIONS SPECIFIQUES : PIECES HUMIDES

Une boucle spécifique doit permettre d'alimenter la salle de bains et la cuisine (sauf cuisine ouverte sur séjour) et un dispositif manuel ou automatique doit permettre de couper l'alimentation de la boucle en mode « froid » (à cause de la condensation).

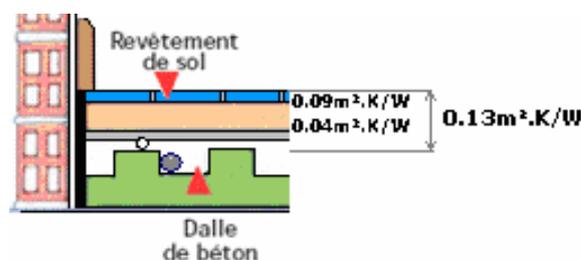


Avec une sonde hygrométrique, le système est coupé avant toute apparition de condensation à la surface du plancher.

8.4.6 LES REVETEMENTS DE SOL

La résistance thermique au-dessus du plancher chauffant, ne doit pas dépasser $0,15\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$, pour le plancher chauffant/rafraichissant la limite maxi est à $0,13\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.

La résistance thermique des revêtements de sol y compris une éventuelle isolation acoustique est limitée à $0,09\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ et celle de la dalle à $0,04\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$.



Les revêtements les plus courants sont :

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

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 des revêtements de sol sur un même collecteur (par ex. carrelage et parquet).

▪ Carrelage, céramiques, ou analogues, collés avec du mortier-colle

Les matériaux visés (carreaux céramiques, pierres naturelles, pâtes de verre et émaux, etc.) et leurs produits de scellement doivent être conformes aux normes les concernant et répondre aux dispositions particulières telles que définies dans la norme NF P 61-202-1 (DTU 52.1). Voir Cahiers du CSTB 3267, octobre 2000. Le chauffage est interrompu pendant la mise en œuvre et durant les 7 jours suivants.

▪ Parquets

Préalablement aux travaux de parquetage, il est nécessaire de mettre en marche le chauffage pendant 3 semaines et d'entreposer le bois de parquet durant la deuxième semaine dans la pièce où il va être installé. Le chauffage doit être arrêté pendant la pose du parquet.

Dans tous les cas les matériaux, et les éventuels produits de préparation du sol (ragréage, lissage...) doivent être conformes aux normes les concernant :

Parquet collé : norme NF P 63-202 (référence DTU 51.2)

Parquet contrecollé: norme NF P 63-204 (DTU 51.1)

Parquet flottant : norme NF P 63-204 (DTU 51.11)

Parquet stratifié : il doit bénéficier d'un Avis Technique favorable pour l'emploi sur PCR (DTU 51.3)

- **Revêtements de sol textiles**

Les matériaux et les éventuels produits de préparation du sol (primaires, ragréage, lissage...) ainsi que la pose, sont réalisés 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**

Les matériaux et les éventuels produits de préparation du sol (primaires, ragréage, lissage...) ainsi que la pose, sont réalisés conformément à la norme NF P 62-203 (référence DTU 53.2). Le chauffage est interrompu 48 h avant l'application de l'enduit de lissage jusqu'à 48 h avant la pose du revêtement.

Dans le cas de plancher rafraichissant, toute offre 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 (ATE) ou un Avis Technique Composant (colle/revêtement/chape) dont le domaine d'emploi est favorable au plancher rafraichissant,
- soit sur une police d'assurance spécifique couvrant les risques inhérents à cette technique,

A titre complémentaire, le Cahier de Prescriptions Techniques du CSTB préconise 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 posées 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/rafraichissant, les moquettes sont à exclure !!

8.4.7 DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS

L'objectif du calcul d'un plancher chauffant est de déterminer la température de départ de fluide et le pas du tube incorporé dans l'enrobage. Les principales contraintes sont :

- La puissance à couvrir (les déperditions),
- La configuration des locaux,
- Le système constructif (nature et épaisseur de l'enrobage),
- Les revêtements de sol,
- Les limitations réglementaires comme $T_{sol} < 28^{\circ}\text{C}$ et $\text{Pas} < 35 \text{ cm}$.

Il faut impérativement avoir ces informations pour faire un calcul pertinent du plancher chauffant.

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 2005.

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 01-2006 »
- 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.

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

En France, la puissance d'émission surfacique d'un plancher chauffant est au maximum de 90 W/m^2 pour respecter les 28°C en surface.

8.4.8 DIMENSIONNEMENT DES PLANCHERS CHAUFFANTS/RAFRAICHISSANTS

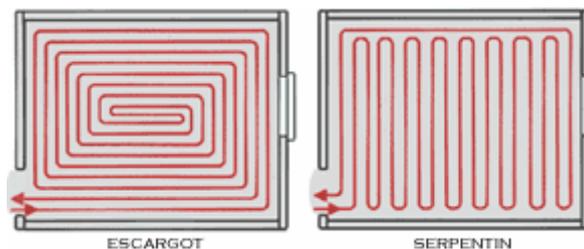
Actuellement, il n'existe pas encore de méthode de calcul reconnue pour le dimensionnement d'un plancher rafraîchissant. Le plancher est donc calculé pour le mode chaud et adapté pour le mode « froid ».

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

8.4.9 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 fonction des calculs thermiques effectués. La valeur du pas est comprise entre 50mm et 200mm pour le plancher réversible. Pour le plancher chauffant seul, il est conseillé une valeur maximale de 200mm pour bénéficier des meilleures performances de la pompe à chaleur.



Le réseau de tubes s'effectue soit en serpentin (épingle), soit en spirale (escargot).

Les tubes sont placés à plus de :

- 100mm 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, ...).
- 200mm des conduits de fumée et des foyers à feu ouvert, trémies ouvertes ou maçonnées, cages d'ascenseur.
- 150mm 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 400mm en cas de plancher chauffant uniquement en dalle pleine.

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.

Toujours effectuer un test d'étanchéité avant de couler la chape.

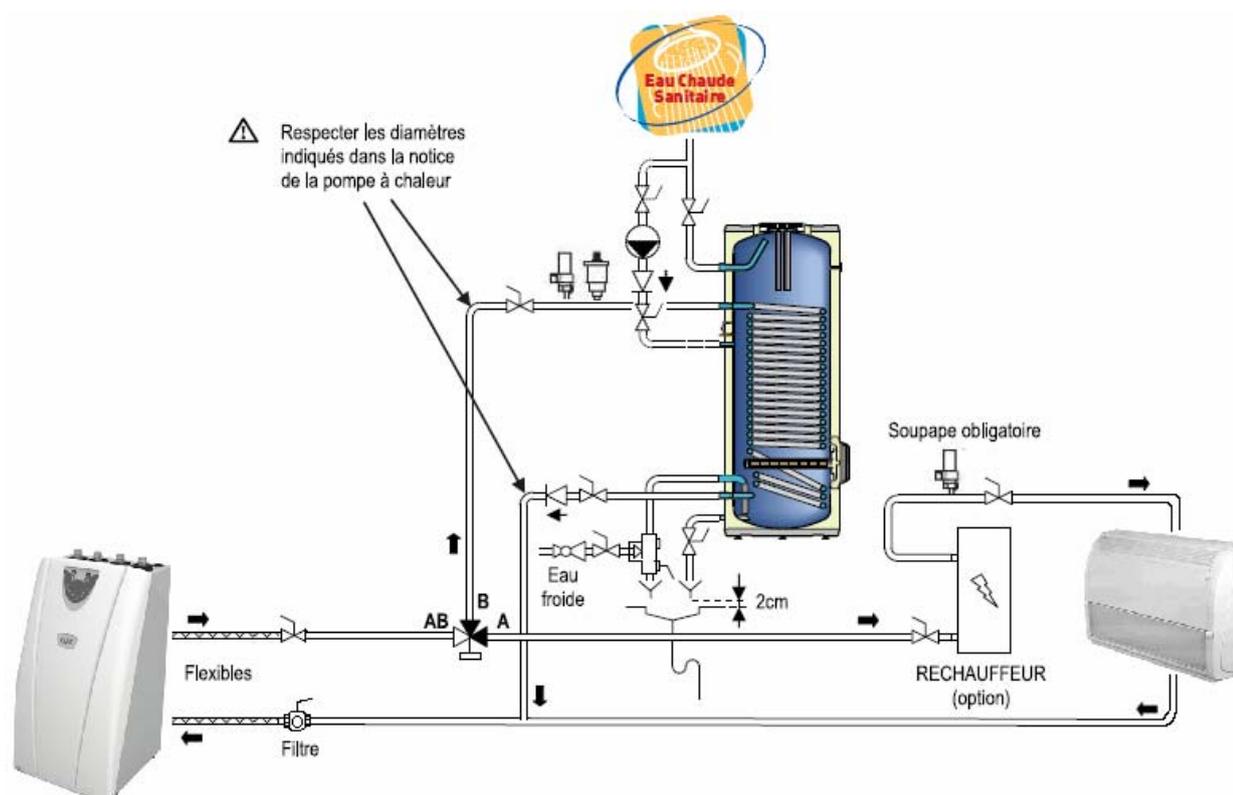
Pour tous renseignements complémentaires, consulter les documentations et guides des fournisseurs ou des fabricants.

8.5 EAU CHAUDE SANITAIRE

Il est possible de faire de l'eau chaude sanitaire avec toutes nos pompes à chaleur avec l'option SANI300L ou simplement avec une installation de ballon de stockage classique « reconvertis » en eau chaude sanitaire.

Cette option permet de développer 2 cycles programmables de chauffe dans la journée.

A raccorder simplement, avec une vanne 3 voies, un servomoteur et une carte additionnelle qui gère la régulation.



8.6 PRECHAUFFAGE PISCINE



Pour profiter de la piscine en intersaison, nos PAC résidentielles permettent un **préchauffage de la piscine**. Pour cela, il faut un kit piscine (composé d'une vanne 3 voies et d'une sonde) et un échangeur ITEX à sélectionner en fonction de la PAC (ou, si c'est un usage exclusif, en fonction du volume de la piscine). ATTENTION : quand la pompe à chaleur préchauffe la piscine, elle ne chauffe/rafraichit pas la maison. C'est un fonctionnement alternatif.

- Plaques titane
- Démontable pour un nettoyage aisé

Exemple de sélection d'échangeur ITEX en fonction de la pompe à chaleur Aqualis 2.

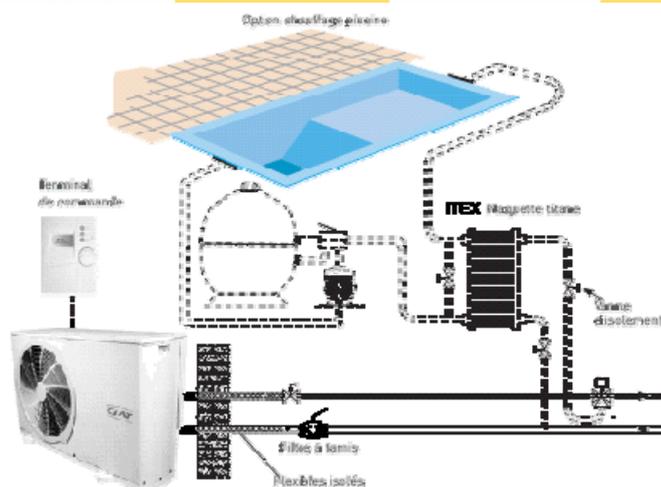
AQUALIS 2	Puissance calorifique T° ext. 15 °C KW	Pression disponible circuit PAC et échangeur (1) KPa	SELECTION ECHANGEUR ITEX	Régime primaire	Régime secondaire	
				MPG 40% 40 / 33°C	Eau de piscine 25 / 32 °C	
				Débit eau m³/h	Débit eau m³/h	Perte de charge kPa
20 H(T)	6,9	34	PWA 6 11 / P7	0,9	0.85	10
28 H(T)	9,4	25	PWA 6 11 / P9	1,2	1.15	10
35 H(T)	11,8	21	PWA 6 11 / P9	1,5	1.50	15
50 H	15,8	61	PWA 6 11 / P11	2,1	1.95	17
50 HT	15,4	64	PWA 6 11 / P11	2	1.90	16
65 HT	19,2	44	PWA 6 11 / P11	2,5	2.40	24
75 HT	22	41	PWA 6 11 / P13	2,9	2.70	22

[1] la pression disponible tient compte de la perte de charge de la vanne [fournie avec le kit chauffage piscine] et de l'échangeur.
Plaques Titane : matière plaque compatible tout traitement eau de piscine (délai : 1 semaine départ usine à réception de commande)

Ci-dessous, sélection à titre indicatif de la PAC adéquate en fonction du volume du bassin dans le cas d'une utilisation exclusive.

- Temp. de l'eau souhaitée 26°C
- Temp. initiale de l'eau 19°C
- Temp. de l'air extérieur 15°C
- Phase de réchauffage 72 heures
- Bassin de plein air avec bâche isotherme

AQUALIS 2	Volume du bassin chauffé en m³	AQUALIS CALEO	Volume du bassin chauffé en m³	AUREA 2	Volume du bassin chauffé en m³
20 H	20 à 45	60 H	jusqu'à 90	30 H	20 à 60
28 H	50 à 60	60 HT	jusqu'à 90	40 H-HT	65 à 75
35 H	65 à 75	70 HT	90 à 130	50 H-HT	80 à 100
35 HT	65 à 75			65 HT	105 à 120
50 H-HT	75 à 90			80 HT	125 à 150
65 HT	90 à 110			100 HT	155 à 190
75 HT	110 à 130			120 HT	195 à 205



8.7 LES RESEAUX HYDRAULIQUES

D'une manière générale, on retrouve sur chaque installation les composants bien connus des installations de chauffage à eau. A cela s'ajoutent certains composants spécifiques aux installations de pompe à chaleur :

- circulateurs,
- vase d'expansion avec soupape de sécurité,
- robinet de remplissage avec clapet anti-retour,
- robinet de vidange,
- manomètres,
- pressostat d'eau différentiel,
- filtre sur le réseau secondaire,
- ballon tampon si besoin,
- appoint si besoin (pour les PAC air/eau principalement),
- filtre sur le réseau primaire pour les PAC eau/eau,
- thermomètres entrée et sortie eau,
- collecteurs de départ et retour sur le circuit secondaire équipés de vannes de barrages, vannes de réglages et débitmètres, purgeurs, vanne de vidange...
- collecteurs départ et retour sur le circuit primaire des PAC eau/eau équipés de vannes de barrages, vannes de réglages, purgeurs, manomètres et vannes de vidange...

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

8.7.1 CIRCULATEURS

8.7.1.1 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, 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 soient 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, eau pure et eau glycolée.

8.7.1.2 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 + appoint avec un écart de température aller et retour d'eau au maximum de 7°K.

8.7.1.3 CAS DE POMPES DE CIRCULATION SECONDAIRES

Si l'installation nécessite des circulateurs 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°K.

8.7.1.4 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. 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.

Si il y a une mauvaise diffusion de la chaleur, alors le débit du circulateur (primaire et/ou secondaire) est soit trop faible, soit trop important : penser à bien réguler la vitesse !!

8.7.2 FILTRE

Les pompes à chaleur CIAT 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 (retour du circuit de chauffage, et arrivée du circuit primaire pour les PAC eau/eau), dans une zone facilement accessible pour la maintenance. Le filtre devra arrêter les particules supérieures à 600 microns. Le filtre devra être nettoyé périodiquement afin de ne pas influencer le débit.

8.7.3 TUYAUTERIES

8.7.3.1 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 (ex. PEHD).
- 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, à bague à glisser ou bien de raccords sertis.

8.7.3.2 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 10mm/CE et 15 mm/CE.

8.7.3.3 CALORIFUGE

Les tuyauteries sont calorifugées sur tout le parcours « aller ». L'isolation des tuyauteries passant à l'intérieur est réalisé 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 :

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

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 antigel (type glycol). Pour ces tuyauteries, l'épaisseur minimale de l'isolant est de 13mm. Une épaisseur de 25mm 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.

8.7.4 COLLECTEURS DE DISTRIBUTION

Ils sont placés à l'intérieur de l'habitation, en partie centrale de préférence, dans un endroit facilement et rapidement accessible. Il est déconseillé de les installer dans une pièce humide (cuisine, salle de bain...) mais plus tôt dans un hall, placard, etc.... Une protection mécanique des collecteurs est à prévoir (si 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.



IMPORTANT

Isoler les circuits si utilisation en rafraîchissement. RAPPEL : le collecteur doit dépasser du sol d'au moins 60cm.



8.7.5 BALLON TAMPON

Cet accessoire, presque indispensable, est destiné à éviter les court-cycles (préjudiciables au compresseur), faciliter les dégivrages (PAC air/eau) et à atteindre la capacité en eau minimum de l'installation pour le bon fonctionnement de la PAC. Le ballon tampon s'installe sur le retour d'eau.

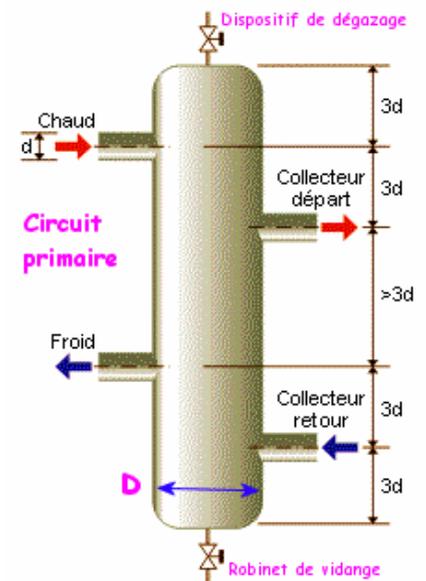
8.7.6 BOUTEILLE DE MELANGE

La bouteille de mélange permet de gérer deux types d'émetteurs, deux températures, deux ΔT ou simplement deux débits différents. La bouteille se place sur le circuit de départ d'eau. Des circulateurs à vitesse variable placés après la bouteille, permettent de gérer les différents paramètres souhaités.

Dimensionnement :

d = diamètre intérieur de départ d'eau (coté PAC)

D = diamètre intérieur de la bouteille



$$D = \sqrt{[(352 \times Q) / V]}$$

Q = débit en m³/h

V = vitesse dans le bouteille en m/s (en général 0,1 m/s)

8.7.7 MODULE HYDRAULIQUE DUO

Le module hydraulique DUO permet une régulation de l'eau lorsque la PAC doit alimenter deux zones avec deux types d'émetteurs différents, type plancher chauffant et radiateurs. La PAC va délivrer la plus haute température jusqu'aux radiateurs (55°C), alors qu'au départ plancher chauffant, le module hydraulique abaissera la température à 35°C avec sa propre loi d'eau.

9 RACCORDEMENTS ELECTRIQUES

Nos pompes à chaleur sont conçues en conformité avec la directive basse tension et plus spécifiquement les normes NF EN 60335-1, NF EN 60335-2 et NF EN 6100-6.

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 :
230V ^{+6%} / ^{-10%} 50Hz
- Alimentation en triphasé :
400V ^{+6%} / ^{-10%} 50Hz
- Tous les câblages doivent être réalisés suivant la réglementation en vigueur au lieu d'installation (en France, NF C 15-100)
- 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 2	20H	28H	35H	50H	20HT	28HT	35HT	50HT	65HT	75HT		
Câblage électrique préconisé	3G4	3G4	3G6	3G6 (1)	5G1.5	5G1.5	5G4	5G4	5G4	5G4		
AQUALIS CALEO	60H	60HT	70HT									
Câblage électrique préconisé	3G10 (1)	5G2.5 (1)	5G4 (1)									
AUREA 2	20H	30H	40H	50H	20HT	30HT	40HT	50HT	65HT	80HT	100HT	120HT
Câblage électrique préconisé	3G4	3G4	3G6	3G10	5G2.5	5G2.5	5G2.5	5G4	5G4	5G4	5G6	5G6
AUREA CALEO	50H	50HT	65HT	80HT								
Câblage électrique préconisé	3G10	5G4	5G4	5G4								

(1) Prévoir des câbles haute température type PVC-V2-K ou PR (longueur maxi = 50m)

10 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.

10.1 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 °C et il est préférable d'utiliser un produit formulé prêt à l'emploi.

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

Concentration en antigel (MPG)	Température de protection
30%	-16 °C
35%	-20 °C
40%	-25 °C
45%	-30 °C



Attention au risque de corrosion quand la concentration de l'éthylène glycol est inférieure à 30%.



IMPORTANT

Pour les installations équipées de capteurs enterrés, le produit antigel utilisé dans les capteurs doit être du mono propylène glycol (MPG) 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.

10.2 VERIFICATION DE L'INSTALLATION

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

- pompe à chaleur de niveau et d'aplomb,
- plots anti-vibratiles,
- arrivée d'eau de ville sur l'installation avec clapet anti-retour,
- serrage 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,
- 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 antibruit,
- accessibilité facile à la PAC pour la maintenance,
- espaces suffisants pour le démontage des panneaux d'habillage,
- étanchéité des orifices de passage des tuyauteries, des câbles à travers les parois,
- serrage des tuyauteries sur les colliers de fixation,
- vérification des fixations et accrochages des différentes tuyauteries,
- bonne isolation des tuyauteries frigorifiques et des tuyauteries d'eau,
- vérification des vidanges en points bas, des purges en points hauts,
- la présence du capuchon en laiton sur les valves à clapet (si raccord Schrader).

10.3 ESSAIS

10.3.1 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.

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

10.3.1.1 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 bars pendant 30 minutes) doit impérativement être effectuée. Cette épreuve doit obligatoirement être réalisée avant recouvrement du capteur.

10.3.1.2 CIRCUIT PLANCHER

VERIFICATION DU TUBE PENDANT LE BETONNAGE

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 correspond à 2 fois la pression de service (6 bars mini). Après 1 à 2 heures sous pression d'essai, descendre à 3 bars (pression de l'eau de ville).

Attention : avant de monter en pression, penser à remplacer les soupapes de sécurité par des Schrader sur les nourrices.

Durant la phase d'enrobage et de prise de béton, la pression d'eau de ville doit être maintenue (environ 3 bars). (L'enrobage doit être effectué par une température minimale de 5°C, constatée au moins depuis 3 jours)

APRES BETONNAGE

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.

10.3.2 ESSAIS SUR LA POMPE A CHALEUR

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

- absence de toute fuite de fluide frigorigène (Norme CE 842/2006),
- circulation de l'eau dans la PAC quand le circulateur est en service,
- absence d'air du ou des circuits hydrauliques (purge),
- serrage des connexions électriques,
- bon fonctionnement de tous les appareillages de sécurité,
- ampérage absorbé normal,
- températures aux divers points du circuit frigorifique,
- températures aux divers points du ou des circuits hydrauliques,
- bonne inversion de cycle et si possible bonne régulation du processus de dégivrage,
- enclenchement et coupure du compresseur en modifiant le point de consigne de la PAC,
- contrôle des pressions HP et BP (limiter la pose des manomètres afin d'éviter les pertes de fluides frigorigènes)
- mesure des puissances absorbées au compresseur et aux circulateurs.

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

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

10.3.3 ESSAIS SUR LES UNITES TERMINALES A EAU

Il est nécessaire de vérifier les points suivants :

- enclenchement des vitesses du ventilateur,
- sens de rotation du ventilateur,
- conditions de l'air à l'entrée et à la sortie de l'échangeur,
- 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,
- propreté des filtres.

10.3.4 ESSAIS SUR RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU

Il est nécessaire de vérifier les points suivants :

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

10.4 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.

10.4.1 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.

10.4.1.1 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

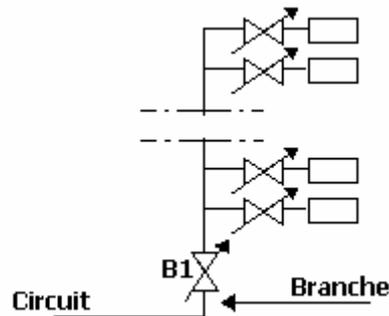
- Pour chaque collecteur on calcule les débits des boucles et la perte de charge maximale. En fonction de l'installation, et comme précédemment, on règle le nombre de tours du té de réglage selon la valeur indiquée sur l'abaque du constructeur.

10.4.1.2 LES VENTILO-CONVECTEURS, RADIATEURS ET CONVECTEURS A EAU

L'équilibrage se réalise en plusieurs étapes :

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).

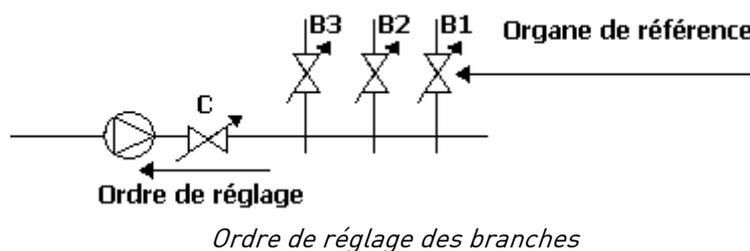


- Régler successivement chaque appareil en commençant par l'appareil le plus défavorisé en remontant vers la pompe.
- Pour chaque élément de circuit on calcule le débit et la perte de charge.
- En fonction de la différence de perte de charge avec le circuit le plus défavorisé, on calcule la perte de 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.

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.



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.

10.4.2 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.

10.5 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.

10.6 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,
- les valeurs de réglage des différents organes de régulation.

Dans le cas de capteurs enterrés, un certificat d'autocontrôle (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.

10.7 MISE EN MAIN DE L'INSTALLATION

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

- les 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 extérieurs avant remblaiement,
- les schémas électriques détaillés,
- la documentation technique en langue française sur chacun des appareils installés,
- les fiches de mise en route,
- le schéma de principe de l'installation,
- la notice de fonctionnement de la régulation (avec notification de la pente et des points de consignes),
- la 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 CIAT 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. Pour plus de renseignements sur les mises en service CIAT, contacter CIAT Service.

11 MAINTENANCE

Les opérations de maintenance ont pour but :

- De garantir en permanence les performances optimales de l'installation,
- 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 ou modification doit être notifiée.

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.

11.1 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.

11.2 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 l'article R 543-75 à R 543-123 du Code de l'Environnement).

A partir du 4 juillet 2009, toute entreprise qui côtoie des fluides frigorigènes (installation d'appareils, mise en route, maintenance, achat, vente de fluides frigorigènes, etc) doit posséder au minimum une **attestation de capacité** pour la manipulation de ces fluides frigorigènes pour toute machine avec une charge inférieure ou égale à 2kg. Pour une charge supérieure à 2kg, il est obligatoire d'avoir l'attestation de capacité ainsi qu'un **agrément préfectoral**.

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.

11.2.1 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 de l'environnement 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)
- nettoyage du filtre à tamis 600µm,
- dépoussiérage et nettoyage de la PAC (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, trace d'huile, etc.),
- contrôle régulier du liquide antigel.

11.2.2 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.

11.2.3 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.



H A B I T A T

ZA de Chautagne – 73310 Serrières en Chautagne
info@ciat.fr - www.ciat.com