

· Systèmes Thermodynamiques

Guide de conception et mise en œuvre



PROMOTELEC

ESPACE ELEC

CNIT - BP 9 - Place de la Défense

92053 PARIS - LA DÉFENSE

Téléphone : 01 41 26 56 60

<http://www.espace-elec.com/promotelec>

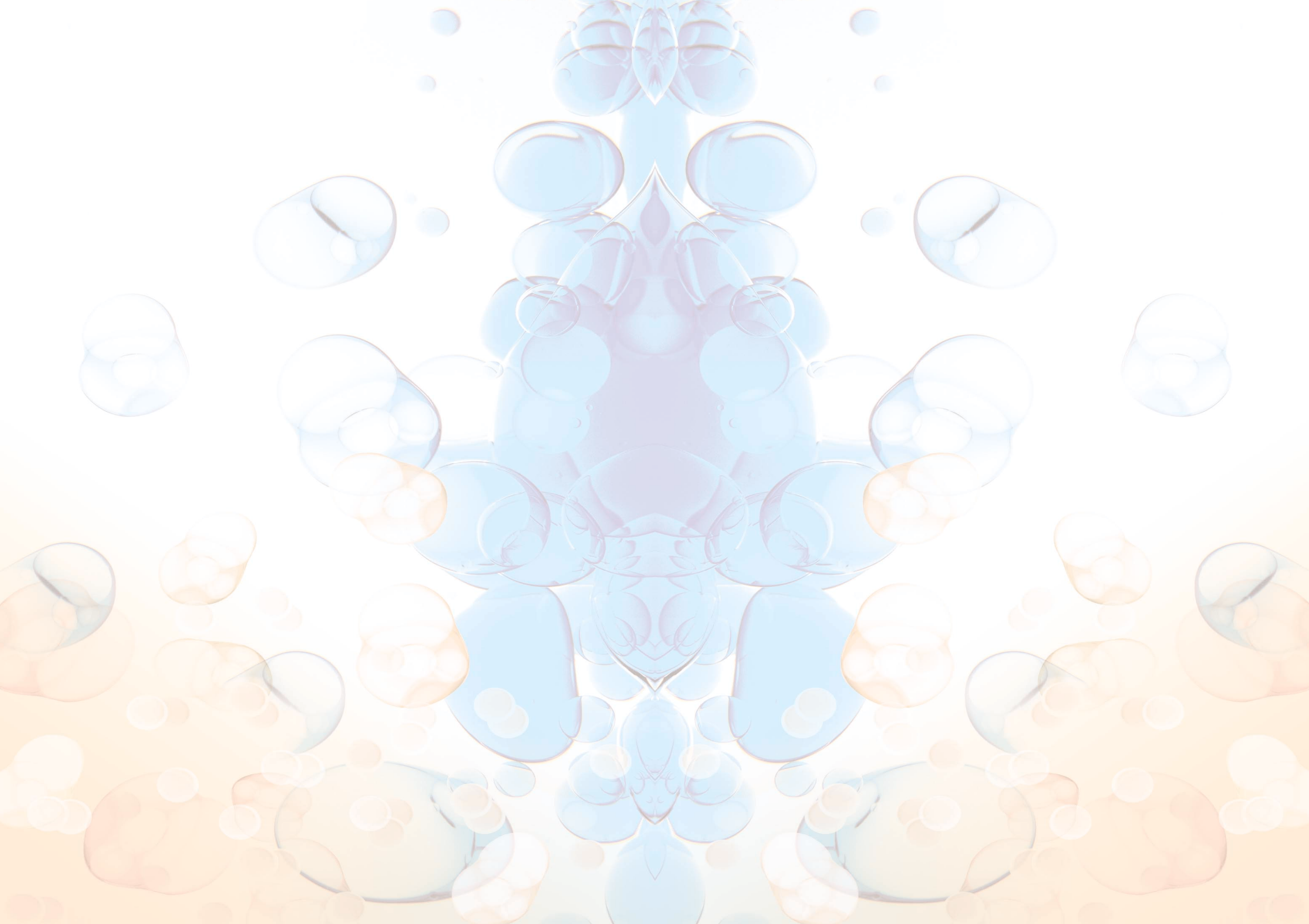
SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES

version janvier 2000

Réf. PRO 1075-1 - (Février 2000) - Conception réalisation : SEMIOS



PROMOTELEC



Sommaire

Introduction	2
Points essentiels de contrôle	3
■ AIR/EAU avec plancher chauffant ou plancher chauffant-rafraîchissant	4
■ EAU/EAU avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant ou plancher chauffant-rafraîchissant	5
■ SOL/EAU avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant	6
■ SOL/SOL avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant	7
■ AIR/EAU avec unités terminales à eau 2 tubes (ventilo-convecteurs)	8
■ AIR/AIR monobloc, split ou bi-split système avec ou sans conduit aéraulique (ou plénum de soufflage)	9
Synthèse des règles techniques et conseils pratiques de mise en œuvre	
■ dispositions générales	11
■ dispositions spécifiques	17
Lexique	39
Adresses utiles	40

Le symbole  que vous rencontrerez suivi d'un texte en italique bleu, indique des recommandations de Promotelec.

Introduction

Le présent guide Promotelec couvre les conditions de mise en œuvre des installations thermodynamiques, du choix et du dimensionnement des générateurs dans les domaines concernant le chauffage et, le cas échéant, le rafraîchissement.

Il précise, pour chaque type d'installation, les points essentiels de contrôle.

Il présente par ailleurs une synthèse des règles techniques et des conseils pratiques de mise en œuvre des documents de référence établis sous l'égide du Costic, d'EDF et de l'AFF destinés à l'usage des professionnels.

Cette synthèse est composée de deux parties :

- les dispositions générales ;
- les dispositions spécifiques à chaque système.

Ainsi, en se conformant aux points essentiels de contrôle et en observant l'ensemble des prescriptions techniques de ce guide, les professionnels sont assurés de la qualité de leurs installations.

Ce guide concerne uniquement les installations individuelles.

Les différents systèmes thermodynamiques sont les suivants :

Air/Eau	avec plancher chauffant ou plancher chauffant / rafraîchissant.
Eau/Eau	avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant ou plancher chauffant / rafraîchissant.
Sol /Eau	avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant.
Sol'/Sol'	avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant.
Air/Eau	avec unités terminales à eau 2 tubes également appelées ventilo-convecteurs.
Air/Air	monobloc, split système ou multisplits avec ou sans conduit aéraulique ou plénum de soufflage.

Points essentiels de contrôle

Systèmes thermodynamiques Air/Eau

avec plancher chauffant
ou plancher chauffant-rafraîchissant

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7°C extérieur).
- Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.
- S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.

Plancher chauffant

- S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système de canalisations en matériau de synthèse.

Acoustique

- S'assurer de la présence de canalisations flexibles pour les raccordements des tuyauteries d'eau au générateur.

Calorifuge

- S'assurer de la présence d'isolant sur les canalisations :
 - de fluide frigorigène et d'eau glacée situées à l'intérieur,
 - d'eau chaude située à l'extérieur ou en locaux non chauffés.

Régulation

- S'assurer visuellement ou à partir de la documentation du constructeur de la présence d'un dispositif de régulation du générateur, en fonction d'une loi d'eau.
- S'assurer de l'existence d'une sonde d'ambiance dans le cas d'un plancher rafraîchissant.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant à minima les points essentiels.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.

Systèmes thermodynamiques Eau/Eau

avec capteurs enterrés horizontaux et plancher
chauffant ou plancher chauffant-rafraîchissant

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.
- Si nécessaire, valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.
- S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.

Plancher chauffant

- S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système de canalisations en matériau de synthèse.

Capteurs enterrés

- S'assurer, à partir des plans :
 - du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles,
 - de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.

Acoustique

- S'assurer de la présence de canalisations flexibles pour les raccordements des tuyauteries d'eau au générateur.

Calorifuge

- S'assurer de la présence d'isolant sur les canalisations :
 - de fluide frigorigène et d'eau glacée situées à l'intérieur,
 - d'eau chaude située à l'extérieur ou en locaux non chauffés.

Régulation

- S'assurer visuellement ou à partir de la documentation du constructeur de la présence d'un dispositif de régulation du générateur en fonction d'une loi d'eau, en cas d'installation d'un appoint.
- S'assurer de l'existence d'une sonde d'ambiance dans le cas d'un plancher rafraîchissant.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant à minima les points essentiels.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.

Systèmes thermodynamiques Sol/Eau

avec capteurs enterrés horizontaux
et plancher chauffant

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.
- Si nécessaire, valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.
- S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.

Plancher chauffant

- S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système de canalisations en matériau de synthèse.

Capteurs enterrés

S'assurer, à partir des plans :

- du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles,
- de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.

Acoustique

- S'assurer de la présence de canalisations flexibles pour les raccordements des tuyauteries d'eau au générateur.

Calorifuge

- S'assurer de la présence d'isolant sur les canalisations :
 - de fluide frigorigène situées à l'intérieur,
 - d'eau chaude situées à l'extérieur ou en locaux non chauffés.

Régulation

- S'assurer visuellement ou à partir de la documentation du constructeur, de la présence d'un dispositif de régulation du générateur en fonction d'une loi d'eau, en cas d'installation d'un appoint.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant a minima les points essentiels et notamment la charge de fluide frigorigène au regard des prescriptions du constructeur.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.

Systèmes thermodynamiques Sol/Sol

avec capteurs enterrés horizontaux
et plancher chauffant

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.
- S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système utilisé.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.

Capteurs enterrés

S'assurer, à partir des plans :

- du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles,
- de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.

Calorifuge

- S'assurer de la présence d'isolant sur la partie des canalisations le nécessitant.

Régulation

- S'assurer qu'une régulation par thermostat d'ambiance est mise en œuvre avec autant de circuits indépendants qu'il y a de zones couvertes.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant a minima les points essentiels et notamment la charge de fluide frigorigène au regard des prescriptions du constructeur.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.

Systèmes thermodynamiques Air/Eau

avec unités terminales à eau 2 tubes
(ventilo-convecteurs)

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7°C extérieur).
- Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.
- S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.

Unités terminales

- S'assurer que la puissance calorifique des unités terminales par pièce est supérieure ou égale à 1,2 fois les déperditions.
- S'assurer que la puissance frigorifique des unités terminales par pièce est supérieure ou égale aux apports.

Acoustique

- S'assurer de la présence de canalisations flexibles pour les raccordements des tuyauteries d'eau au générateur.

Réseau hydraulique

- S'assurer de la présence d'une capacité tampon adaptée à la situation.

Calorifuge

- S'assurer de la présence d'isolant sur les canalisations :
 - de fluide frigorigène et d'eau glacée situées à l'intérieur,
 - d'eau chaude située à l'extérieur ou en locaux non chauffés.

Régulation

- S'assurer :
 - de la présence d'un thermostat par unité terminale,
 - de la présence d'un dispositif agissant à partir d'une loi d'eau, en l'absence de régulation sur le débit d'eau des unités terminales.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant a minima les points essentiels.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.

Systèmes thermodynamiques Air/Air

monobloc, split ou bi-split système avec ou
sans conduit aéraulique (ou plénum de soufflage)

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- S'assurer l'appartenance de la machine à la liste courante.
- Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7°C extérieur).
- Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.
- S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.

Conception et mise en œuvre

- S'assurer qu'il n'existe pas de soufflage dans la cuisine fermée ni dans les pièces humides.

Réseau aéraulique

- S'assurer qu'il existe un dossier de dimensionnement du réseau aéraulique, précisant a minima les débits et les puissances affectés à chaque pièce traitée.
- S'assurer de la présence de détalonnages de porte ou de grilles de transfert, sauf à disposer de bouches soufflage / reprise dans le même local.

Calorifuge

- Vérifier la présence d'isolant sur les canalisations intérieures de fluide frigorigène et conduits aérauliques.

Régulation

- S'assurer que la régulation par thermostats permet de couvrir a minima deux zones, la commande du générateur pouvant être opérée par une seule de ces zones.

Contrôle et mise en service

- Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant a minima les points essentiels.
- S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.



Synthèse des règles techniques et conseils pratiques de mise en œuvre

11

Dispositions générales

L'installation doit être réalisée conformément aux textes réglementaires, aux règles de l'art et aux préconisations des constructeurs.

Toute installation doit prévoir la mise en œuvre d'équipements de chauffage (thermodynamiques ou non) dans chaque pièce à l'exclusion le cas échéant des circulations, WC et celliers.

CALCUL DES DÉPERDITIONS

- Dimensionnement du générateur :
calcul de déperditions D établi au prorata des volumes à partir du coefficient GV ou de la somme D1 + D2 + D3 résultant de la "fiche d'évaluation thermique" du Label Promotelec habitat existant éditée par Promotelec.
- Puissance des équipements à mettre en œuvre par pièce :
outre la méthode proposée ci-dessus, les équipements peuvent être dimensionnés à partir des méthodes TH-D, AICVF ou Costic.

CALCUL DES APPORTS D'ÉTÉ

Ils regroupent :

- les apports extérieurs dus à l'ensoleillement, la conduction à travers les parois, le renouvellement d'air extérieur...
- les apports intérieurs dus à l'occupation, aux appareils électroménager, à l'éclairage...

Le calcul peut être effectué à partir de la méthode simplifiée du Costic, des méthodes de l'AICVF ou des constructeurs.

ACOUSTIQUE

Pour respecter notamment l'arrêté du 28 octobre 1994 traitant des caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et le décret du 18 avril 1995 concernant la lutte contre le bruit au voisinage, l'installation doit être réalisée conformément aux prescriptions fournies par le constructeur de la machine complétée :

- de fixations souples des canalisations de fluide frigorigène,
- de canalisations flexibles pour le raccordement aux canalisations d'eau des générateurs thermodynamiques concernés,
- le cas échéant par d'autres dispositions visant à compléter celles déjà adoptées pour limiter les bruits intérieurs et extérieurs, telles que plots antivibratiles, écran acoustique...

S'assurer de la présence de canalisations flexibles pour les raccordements des tuyauteries d'eau au générateur.

PLANCHER CHAUFFANT

L'installation doit être réalisée en se conformant notamment à la nouvelle norme européenne NF EN 1264 (remplace les normes NF P 52-301 (DTU 65.6) et NF P 52-303 (DTU 65.8)) et aux préconisations des constructeurs.

- Les systèmes de canalisations en matériau de synthèse utilisés dans un plancher chauffant doivent être de classe 2 et bénéficier d'un Avis technique. La conception et la réalisation de l'installation doivent respecter le domaine d'emploi (pression et température) accepté pour le tube et sa compatibilité avec une application chauffage.
- La température de départ d'eau ne doit pas excéder 40 °C dans les conditions normales de fonctionnement et 45 °C temporairement.
- La température de surface du plancher ne doit pas excéder 28 °C.
- L'émission du plancher chauffant doit :
 - couvrir à minima les déperditions de la pièce à la température de base,
 - ne pas excéder 90 W/m².



Pompe de circulation :

Son dimensionnement doit assurer le débit nominal nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique en mode chauffage. Cette condition est satisfaite si, pour une température extérieure de 7 °C, l'écart de température entre le départ et le retour d'eau est de 5 °C.

A titre d'exemple, il en résulte souvent une puissance de pompe de circulation de l'ordre de 100 W pour une puissance calorifique du générateur de 5 kW.

S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système de canalisation en matériau de synthèse.

PLANCHER CHAUFFANT/RAFRAÎCHISSANT

En complément aux règles du plancher chauffant, il convient de respecter les prescriptions techniques spécifiques du CPT "planchers réversibles à eau basse température" publiées dans les cahiers du CSTB 3164 d'octobre 1999. C'est notamment le cas des dispositions suivantes :

Structure :

Seuls les planchers avec chape flottante rapportée sont autorisés ; les planchers en dalle pleine ainsi que les chapes anhydrites sont exclus.

Résistance thermique :

La résistance thermique au-dessus des tubes chauffants doit être inférieure ou égale à 0,13 m².°C/W, elle est composée essentiellement par :

- la résistance thermique des revêtements de sol (avec ou sans isolation acoustique), situés au-dessus des tubes chauffants, limitée à 0,09 m².°C/W ;
- la résistance thermique de la dalle limitée à 0,04 m².°C/W.

Sur la base de critères conventionnels, le tableau ci-dessous fournit la valeur de la résistance thermique de dalle béton de 30 à 70 mm.

Epaisseur de la dalle béton [mm]	30	40	50	60	70
Résistance thermique	0,017	0,023	0,029	0,034	0,04

Température de départ :

- Un dispositif doit permettre d'assurer une température minimale de départ dans le circuit alimentant le plancher en mode rafraîchissant.
Cette température est définie soit à partir des conditions fixées par un Avis technique ou un Atex, soit, à défaut, en fonction de la situation géographique, sur la base des valeurs du CPT rappelées ci-après :

Zone géographique	Température minimale de départ d'eau [°C]
Zone côtière de la Manche, de la Mer du nord et de l'océan Atlantique au nord de l'embouchure de la Loire. Largeur 30 km.	19
Zone côtière de l'océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne. Largeur 50 km	20
Zone côtière de l'océan Atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne. Largeur 50 km.	21
Zone côtière méditerranéenne - Largeur 50 km.	22
Autres zones.	18

- NOTA : Cette limitation peut être effectuée sur la température de retour d'eau sur la base d'un écart de température de 3 °C environ.
- Un dispositif de sécurité indépendant de la régulation doit interrompre le fonctionnement de l'installation si, exceptionnellement, la température de départ atteint 12 °C.
 - Les salles de bains et cuisine " fermées " doivent être équipées de dispositifs automatiques (cartouches thermostatiques, vannes électriques...) ou manuels pour interdire l'émission de froid.

CALORIFUGEAGE

Circuits de fluide frigorigène

Il convient de réaliser le calorifugeage à l'intérieur des logements des circuits de fluide frigorigène provenant de l'unité extérieure ou, le cas échéant, ceux des canalisations provenant directement du réseau de captage extérieur (circuit primaire).

Réseau hydraulique

Il convient de réaliser le calorifugeage des canalisations d'eau glacée intérieures et des canalisations d'eau de chauffage à l'extérieur ou en volume non chauffé.



- Le calorifugeage peut être réalisé au moyen d'un matériau souple à structure cellulaire fermée. A titre d'exemple, son épaisseur de 9 mm peut calorifuger les canalisations dont le diamètre extérieur n'excède pas 22,22 mm (7/8") et 13 mm au-delà.
- Il est conseillé de réaliser le calorifugeage de la canalisation d'évacuation de condensats.

Réseau aéraulique

Le réseau aéraulique doit être pourvu d'une isolation thermique complétée d'un revêtement pare-vapeur pour prévenir tout risque de condensation.

S'assurer de la présence d'isolant sur les tuyauteries ou réseaux le nécessitant.

CONDITIONS D'ANTIGEL



- Dans le cas d'une installation disposant de réseau hydraulique à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés, ou en résidence secondaire, il est conseillé de prévoir :
- soit une protection antigel à l'aide d'un produit formulé dont le dosage est compatible avec la température extérieure de base du lieu d'installation,
 - soit un traceur de mise hors gel dont le fonctionnement ne doit pas être possible pendant le mode rafraîchissement.
- Dans ce cas, l'isolant possède une classe de réaction au feu de type M1.

CONTRÔLE

En cours de travaux :

- contrôle de l'étanchéité du plancher avant et pendant la réalisation de la dalle.

En fin de travaux :

- raccordement électrique (disjoncteur indépendant, section alimentation adaptée, raccordement à la terre...),
- charge des capteurs et des tuyauteries dans la dalle (tirage au vide, charge de la quantité définie par le constructeur pour les PAC à détente directe),
- mise en eau, ajout d'un antigel si nécessaire,
- vérification de l'installation (connexions, fixations et isolation des tuyauteries, robinets de vidanges en points bas, purgeurs en points hauts, etc.),
- contrôle de l'étanchéité des circuits,
- lorsque l'installation électrique nécessite la mise en place d'un sous tableau, l'installateur est tenu de fournir une attestation de conformité visée par le Consuel.

MISE EN SERVICE

A la mise sous tension :

- essais sur le générateur (intensité absorbée, tension, vitesse de rotation du ventilateur...),
- réglages des paramètres de marche de l'installation et équilibrage hydraulique ou aéraulique,
- essais du plancher en mode chauffage puis, si possible, en mode rafraîchissement quand il assure ce type de fonctionnement,
- essai des unités terminales,
- démonstration du fonctionnement de l'installation devant l'utilisateur.

À la livraison de l'installation :

Le promoteur ou le client utilisateur doit disposer :

- d'un schéma de principe hydraulique ou aéraulique,
- des schémas électriques de l'installation,
- d'une notice de fonctionnement claire et précise de l'ensemble de l'installation avec les coordonnées de l'installateur,
- des plans définitifs d'implantation des installations, des réseaux de tuyauteries avec tout le matériel installé,
- des documentations techniques des appareils en langue française.

- **Validation par le responsable de l'installation du contenu d'une fiche d'auto-contrôle intégrant a minima les points essentiels de contrôle mentionnés dans la première partie du document.**
- **S'assurer de la remise au client des différents plans et notices de l'installation.**

MAINTENANCE

- Le client utilisateur doit disposer des éléments fournis lors de la livraison complété :
 - du carnet d'entretien stipulant que le fonctionnement correct de l'installation est assujéti à un entretien régulier. Ce dernier pouvant être assuré dans le cadre d'un contrat de maintenance,
 - d'un numéro de téléphone de la société assurant l'après-vente ou, le cas échéant, la maintenance.
- A chaque visite périodique :
 - un relevé de fonctionnement de l'installation comparable à celui effectué pour la mise en route doit être consigné sur le carnet d'entretien,
 - en cas de présence d'antigel dans l'installation, son efficacité doit être mesurée par pesée ou à l'aide d'un réfractomètre.
- Toute entreprise intervenant sur une installation contenant plus de 2 kg de fluide frigorigène doit répondre aux spécifications du décret du 7 décembre 1992 modifié par celui du 30 juin 1998.

Synthèse des règles techniques et conseils pratiques de mise en œuvre

Dispositions spécifiques

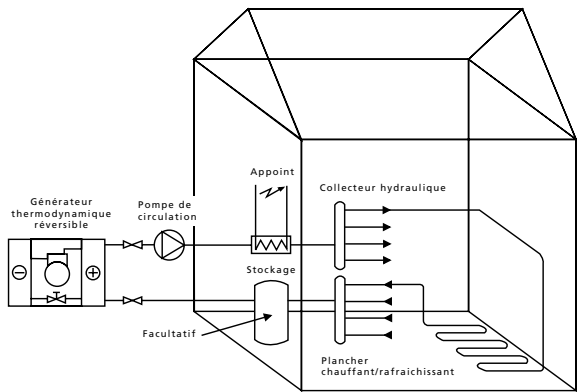
Systèmes thermodynamiques Air/Eau

avec plancher chauffant ou plancher chauffant-rafraîchissant

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées à l'air extérieur vers le circuit d'eau de chauffage,
- d'un circuit de distribution constitué de canalisations en matériau de synthèse ou en cuivre incorporées dans le plancher (dalle) du local pour en assurer le chauffage.

A partir d'un dispositif de régulation approprié et de la réversibilité du système, le circuit incorporé au plancher peut assurer la fonction de rafraîchissement l'été.



Exemple de schéma de principe d'un système thermodynamique air / eau couplé à un plancher chauffant / rafraîchissant. Le ballon tampon est facultatif.

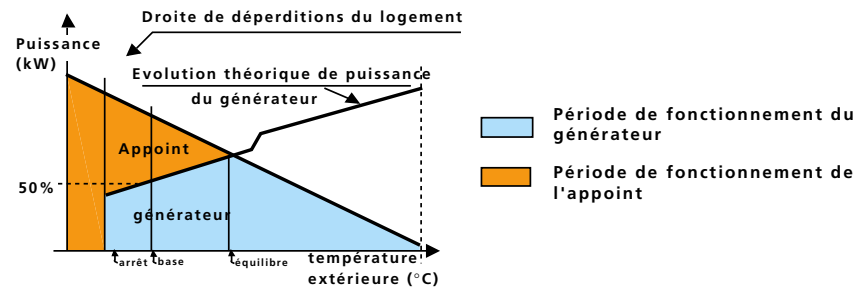


Schéma de principe de fonctionnement d'une installation avec générateur et appoint.

Lors des périodes de fonctionnement par températures extérieures très basses, les performances du générateur chutent fortement, rendant nécessaire un appoint électrique.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits.

- La puissance calorifique du générateur thermodynamique doit être supérieure à 0,5 fois les déperditions des locaux équipés d'un plancher chauffant.

Pour satisfaire cette condition, le tableau ci-après situe la puissance calorifique minimale du générateur thermodynamique au point d'essai à -7 °C à partir des déperditions D et de la température de base (t_{base}) :

Déperditions [kW] à t_{base}	5	7	9	10	11	13	15	20	25	30	40	50
t_{base} [°C]	Puissance calorifique minimale [kW] du générateur (puissance utile au point d'essai à -7 °C)											
0	2	3	3	4	4	5	6	7	9	11	15	19
-1	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	19
-2	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	20
-3	2	3	4	4	5	6	6	9	11	13	17	21
-4	2	3	4	4	5	6	7	9	11	13	18	22
-5	2	3	4	5	5	6	7	9	12	14	19	23
-6	2	3	4	5	5	6	7	10	12	14	19	24
-7	3	4	5	5	6	7	8	10	13	15	20	25
-8	3	4	5	5	6	7	8	10	13	16	21	26
-9	3	4	5	5	6	7	8	11	13	16	21	27
$t_{\text{b}} \leq -10$	3	4	5	6	6	7	8	11	14	17	22	28

Il est recommandé de ne pas dimensionner au delà de 0,7 fois les déperditions.

- La puissance de l'appoint électrique est fonction de la température extérieure de base :

- $t_{\text{base}} \geq -5\text{ °C}$ → Elle est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base.

- $t_{\text{base}} < -5\text{ °C}$ → Elle est égale à environ 1,2 fois les déperditions des locaux traités par le générateur thermodynamique.

Toutefois, la puissance de l'appoint est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base, dès lors que :

- le générateur thermodynamique peut fonctionner au dessous de -10 °C ,
- ses performances sont validées par la liste émise par Promotelec,
- la différence entre la température extérieure de base, à laquelle les performances sont garanties, et la température d'arrêt est a minima de 5 °C .

- Si l'appoint électrique dépasse 3 kW, un dispositif de délestage géré par utilisation de la télé-information du compteur électronique doit lui être associé. Le délestage doit agir à partir de 2 voies minimum.

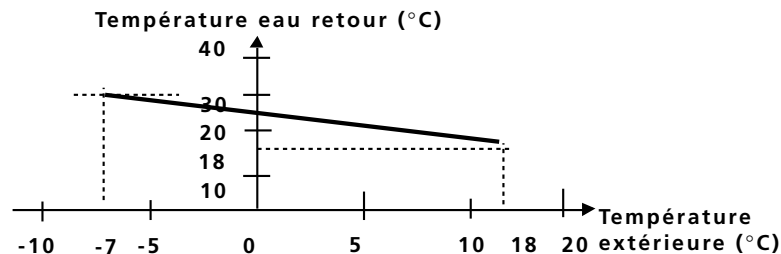
- **S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.**
- **Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7°C).**
- **Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.**
- **S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.**

Régulation

- Elle doit :

- garantir le maintien en toute circonstance d'un débit nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique,
- piloter l'installation à partir d'un dispositif a minima, agissant sur l'ensemble de la surface équipée d'un plancher chauffant / rafraîchissant, et agir sur la base d'une loi de température d'eau en fonction de la température extérieure,

- être de préférence en mesure d'assurer une température de hors gel sur tout le logement.



Exemple de loi sur la température d'eau de retour en fonction de la température extérieure.

- En présence d'appoint, le fonctionnement du générateur thermodynamique doit être prioritaire.
- En mode rafraîchissement, une régulation d'ambiance doit être mise en œuvre. Le basculement des modes de fonctionnement hiver / été (change over) peut être assuré par commutation manuelle ou automatique.

- **S'assurer visuellement, ou à partir de la documentation du constructeur, de la présence d'un dispositif de régulation du générateur en fonction d'une loi d'eau.**
- **S'assurer de l'existence d'une sonde d'ambiance pour le fonctionnement en mode rafraîchissement.**

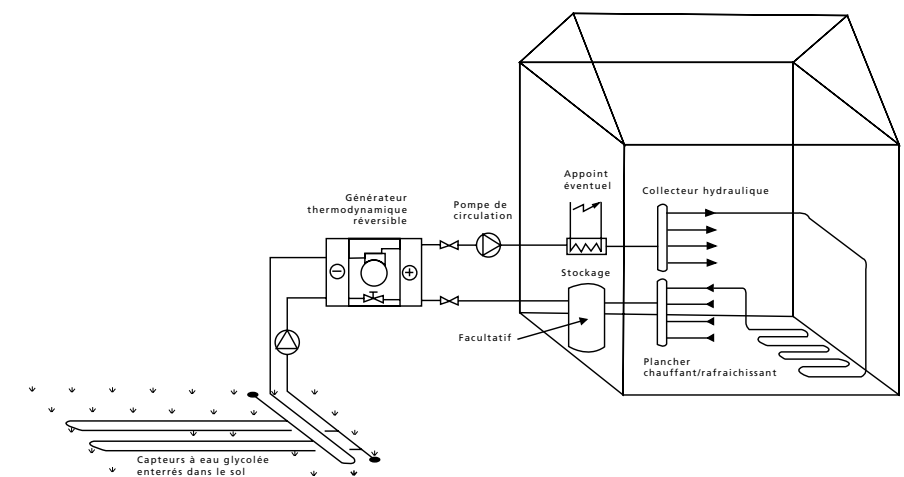
Systèmes thermodynamiques Eau/Eau

avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant ou plancher chauffant-rafraîchissant

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- de capteurs directement enterrés horizontalement dans le sol et réalisés à partir de canalisations en matériaux de synthèse dans lesquelles circule de l'eau additionnée de glycol utilisé en tant que fluide antigel,
- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées dans le sol vers le circuit d'eau de chauffage (à eau à basse température),
- d'un circuit de distribution constitué de canalisations en matériau de synthèse ou en cuivre incorporées dans le plancher (dalle) du local pour en assurer le chauffage.

A partir d'un dispositif de régulation approprié, et de la réversibilité du système, le circuit incorporé au plancher peut assurer la fonction de rafraîchissement l'été.



Exemple de schéma de principe d'un système thermodynamique eau / eau couplé à un plancher chauffant / rafraîchissant. Le ballon tampon est facultatif.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits.

- La puissance calorifique du générateur thermodynamique est déterminée en fonction de la température extérieure de base, pour une valeur comprise entre 0,8 et 1,2 fois les déperditions des locaux équipés d'un plancher chauffant.
- La puissance totale de l'ensemble générateur thermodynamique + appoint électrique doit être égale à 1,2 fois les déperditions du local traité par le générateur thermodynamique.

- Si l'appoint électrique dépasse 3 kW, un dispositif de délestage géré par utilisation de la télé-information du compteur électronique doit lui être associé. Le délestage doit agir à partir de 2 voies minimum.

- **S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.**
- **Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.**
- **Si nécessaire, valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.**
- **S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.**

Capteurs enterrés

- Les canalisations assurant le captage doivent être disposées horizontalement (en décapage ou en tranchée) et enterrées à une profondeur d'au moins 60 cm. Des distances minimales doivent être respectées entre les tubes et chaque tranchée, et entre les tubes et les autres éléments du site :

	Distance minimale [m]
Arbres	2
Réseaux enterrés non hydrauliques	1,5
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations, etc.	3

- Les puissances maximales extraites du sol varient en fonction de la qualité du terrain et de la configuration choisie pour l'installation des capteurs.
- Le dimensionnement doit être effectué sur la base de la puissance nominale (point d'essai -2/-5 °C pour 30/35 °C) selon les valeurs du tableau ci-dessous en tenant compte de la puissance électrique du compresseur :

Configuration	P.de captage = P calorifique nominale – P compresseur			
	Par mètre de tube [W/m]		Par m² de terrain [W/m²].	
	Tb < -10 °C	Tb ≥ -10 °C	Tb < -10 °C	Tb ≥ -10 °C
Décapage	12	15	30	37
Capteur à 2 tubes	12	15	30	30
Capteur à 4 tubes	11		37	
Capteur à 6 tubes	8		40	

P = puissance

- La pompe de circulation est dimensionnée pour l'alimentation du circuit des capteurs enterrés en mode chauffage. Il en résulte souvent une puissance maximale de pompe de circulation de 100 W pour 5 kW de captage.

Précautions d'installation :

- l'installateur doit avoir reçu une formation par le constructeur pour la pose des capteurs enterrés.



- Toutes les précautions de mise en œuvre doivent être prises, particulièrement pour la pénétration dans le bâtiment et pour le remblaiement.

S'assurer, à partir des plans :
du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles, de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.

Régulation

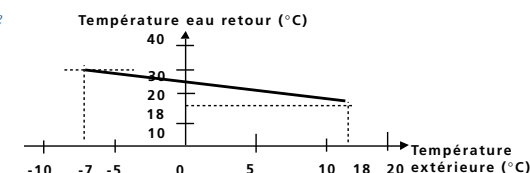
■ Elle doit :

- garantir le maintien en toute circonstance d'un débit nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique,
- piloter l'installation à partir, a minima, d'un dispositif agissant sur l'ensemble de la surface équipée d'un plancher chauffant / rafraîchissant,
- agir sur la base d'une loi de température d'eau en fonction de la température extérieure dans le cas d'une installation intégrant un appoint électrique, ou sur la base d'un thermostat d'ambiance pour une installation n'intégrant pas d'appoint électrique.



La régulation doit être de préférence en mesure d'assurer une température de hors gel sur tout le logement.

Exemple de loi sur la température d'eau de retour en fonction de la température extérieure.



- En présence d'appoint, le fonctionnement du générateur thermodynamique doit être prioritaire.
- En mode rafraîchissement, une régulation d'ambiance doit être mise en œuvre. Le basculement des modes de fonctionnement hiver / été (change over) peut être assuré par commutation manuelle ou automatique.



Dans le cas de radiateurs et compte tenu des régimes de température d'eau délivrés par l'installation, il convient de s'assurer que les puissances respectivement affectées aux différents émetteurs sont bien obtenues en tenant compte de la température d'eau maximale que peuvent fournir le générateur et l'appoint éventuel.

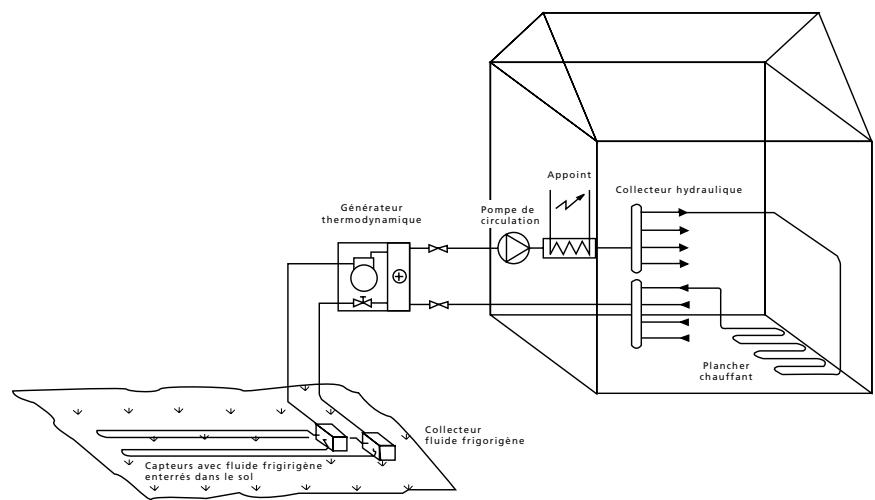
- **S'assurer visuellement, ou à partir de la documentation du constructeur, de la présence d'un dispositif de régulation du générateur en fonction d'une loi d'eau en cas d'installation d'un appoint.**
- **S'assurer de l'existence d'une sonde d'ambiance pour le fonctionnement en mode rafraîchissement.**

Systèmes thermodynamiques Sol/Eau

avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- de capteurs directement enterrés horizontalement dans le sol dans lesquels circule un fluide frigorigène et réalisés à partir de canalisations en cuivre de qualité frigorifique et gainées d'un matériau de synthèse pour la protection contre la corrosion,
- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées dans le sol vers le circuit d'eau de chauffage,
- d'un circuit de distribution constitué de canalisations en matériau de synthèse ou en cuivre incorporées dans le plancher (dalle) du local pour en assurer le chauffage.



Exemple de schéma de principe d'un système thermodynamique sol / eau couplé à un plancher chauffant.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits.

- La puissance calorifique du générateur thermodynamique est déterminée en fonction de la température extérieure de base, pour une valeur comprise entre 0,8 et 1,2 fois les déperditions des locaux équipés d'un plancher chauffant.
- La puissance totale de l'ensemble générateur thermodynamique + appoint électrique doit être égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités par le générateur thermodynamique.

- Si l'appoint électrique dépasse 3kW, un dispositif de délestage géré par utilisation de la télé-information du compteur électronique doit lui être associé. Le délestage doit agir à partir de 2 voies minimum.

- *S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.*
- *Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.*
- *Si nécessaire, valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.*
- *S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.*

Capteurs enterrés

Les canalisations assurant le captage doivent être disposées horizontalement (en décapage ou en tranchée) et enterrées à une profondeur d'au moins 60 cm. Des distances minimales sont à respecter entre les tubes et chaque tranchée, et entre les tubes et les autres éléments du site :

	Distance minimale [m]
Arbres	2
Réseaux enterrés non hydrauliques	1,5
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations, etc.	3

- Les puissances maximales extraites du sol varient en fonction de la qualité du terrain et de la configuration choisie pour l'installation des capteurs.
- Le dimensionnement doit être effectué sur la base de la puissance nominale (point d'essai -5 °C pour 30/35 °C) selon les valeurs du tableau ci-dessous en tenant compte de la puissance électrique du compresseur :

Configuration	P.de captage = P calorifique nominale – P compresseur			
	Par mètre de tube [W/m]		Par m² de terrain [W/m²].	
	Tb<-10 °C	Tb≥-10 °C	Tb<-10 °C	Tb≥-10 °C
Décapage	12	15	30	40
Capteur à 2 tubes	12	15	30	30

P = puissance

■ Précautions d'installation :

l'installateur doit avoir reçu une formation par le constructeur pour la pose des capteurs enterrés.



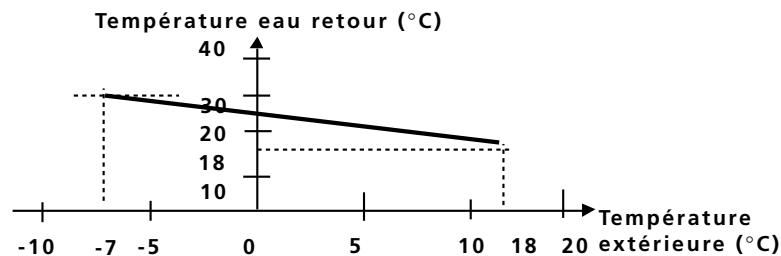
Toutes les précautions de mise en œuvre doivent être prises, particulièrement pour la pénétration dans le bâtiment et pour le remblaiement.

- **S'assurer, à partir des plans, du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles.**
- **S'assurer, à partir des plans, de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.**

Régulation

■ Elle doit :

- garantir le maintien en toute circonstance d'un débit nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique,
- piloter l'installation à partir d'un dispositif, a minima, agissant sur l'ensemble de la surface équipée d'un plancher chauffant / rafraîchissant,
- agir sur la base d'une loi de température d'eau en fonction de la température extérieure dans le cas d'une installation intégrant un appoint électrique,



Exemple de loi sur la température d'eau de retour en fonction de la température extérieure.

- En présence d'appoint, le fonctionnement du générateur thermodynamique doit être prioritaire.
- Toute fonction complémentaire ou tout équipement greffé sur le générateur ou l'installation de chauffage (telle que réversibilité, ECS, etc.) doit faire l'objet d'un avis technique délivré par le CSTB.



Dans le cas de radiateurs et compte tenu des régimes de température d'eau délivrés par l'installation, il convient de s'assurer que les puissances respectivement affectées aux différents émetteurs sont bien obtenues en tenant compte de la température d'eau maximale que peuvent fournir le générateur et l'appoint éventuel.

Le dispositif mis en œuvre doit assurer une température de hors gel sur tout le logement lors d'absence prolongée.

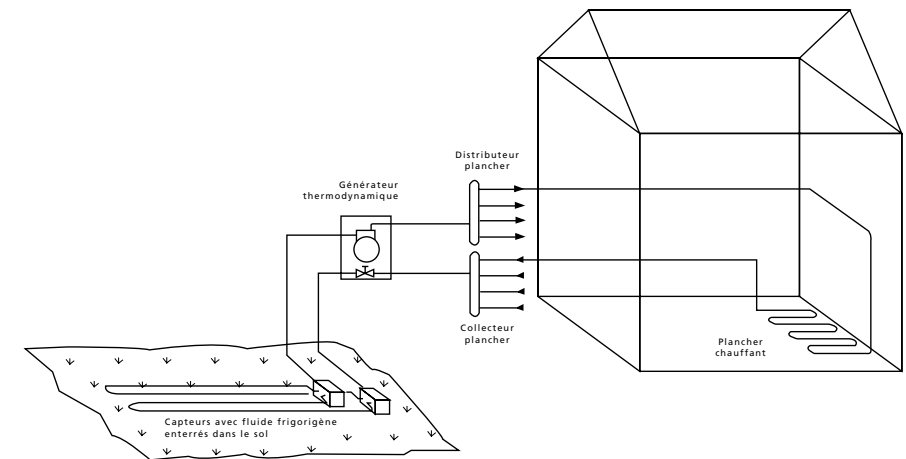
S'assurer visuellement ou à partir de la documentation du constructeur, de la présence d'un dispositif de régulation du générateur en fonction d'une loi d'eau en cas d'installation d'un appoint.

Systèmes thermodynamiques Sol/Sol

avec capteurs enterrés horizontaux et plancher chauffant

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- de capteurs directement enterrés horizontalement dans le sol dans lesquels circule un fluide frigorigène. Il sont réalisés à partir de canalisations en cuivre de qualité frigorifique et gainées d'un matériau de synthèse pour la protection contre la corrosion.
- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées dans le sol vers le circuit de chauffage,
- d'un circuit de distribution constitué de canalisations en cuivre de qualité frigorifique et gainées d'un matériau de synthèse incorporées dans le plancher (dalle) du local pour en assurer le chauffage en "détente directe".



Exemple de schéma de principe d'un système thermodynamique sol / sol couplé à un plancher chauffant.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

- Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits et le système de chauffage utilisé doit bénéficier d'un Avis technique à jour.
- La puissance calorifique du générateur thermodynamique est déterminée à la température extérieure de base pour une valeur supérieure ou égale à 1,2 fois les déperditions, des locaux équipés d'un plancher chauffant.

- *S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.*
- *S'assurer de l'existence d'un Avis technique sur le système utilisé.*
- *Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur.*

Des capteurs enterrés

Les canalisations assurant le captage doivent être disposés horizontalement (en décapage ou en tranchée) et enterrés à une profondeur d'au moins 60 cm. Des distances minimales sont à respecter entre les tubes et chaque tranchée, et entre les tubes et les autres éléments du site :

	Distance minimale [m]
Arbres	2
Réseaux enterrés non hydrauliques	1,5
Fondations, puits, fosses septiques, évacuations, etc.	3

- Les puissances maximales extraites du sol varient en fonction de la qualité du terrain et de la configuration choisie pour l'installation des capteurs.
- Le dimensionnement doit être effectué sur la base de la puissance nominale (point d'essai -5 °C pour 35 °C) selon les valeurs du tableau ci-dessous en tenant compte de la puissance électrique du compresseur :

Configuration	P.de captage = P calorifique nominale – P compresseur			
	Par mètre de tube [W/m]		Par m² de terrain [W/m²].	
	Tb < -10 °C	Tb ≥ -10 °C	Tb < -10 °C	Tb ≥ -10 °C
Décapage	12	15	30	40
Capteur à 2 tubes	12	15	30	30

P = puissance

- Précautions d'installation :
l'installateur doit avoir reçu une formation par le constructeur pour la pose des capteurs enterrés.



Toutes les précautions de mise en œuvre doivent être prises, particulièrement pour la pénétration dans le bâtiment et pour le remblaiement.

S'assurer, à partir des plans :

- *du respect des distances minimales entre les capteurs et les obstructions éventuelles,*
- *de la surface du capteur et du respect des puissances de captage.*

Réseau de distribution

La mise en œuvre des tuyauteries est effectuée en se conformant notamment au guide "Règles techniques - Conseils pratiques de mise en œuvre" de mai 1998 (co-édité par le Costic, EDF et l'AFF) et aux préconisations des constructeurs.

Régulation

- Une régulation par thermostat(s) d'ambiance doit être mise en œuvre. Elle est réalisée en autant de circuits indépendants qu'il y a de zones couvertes.



La régulation doit être de préférence en mesure d'assurer une température de hors gel sur tout le logement.

- Toute fonction complémentaire ou tout équipement greffé sur le générateur ou l'installation de chauffage (telle que réversibilité, ECS, etc.) doit faire l'objet d'un avis technique délivré par le CSTB.

S'assurer qu'une régulation par thermostat d'ambiance est mise en œuvre avec autant de circuits indépendants qu'il y a de zones couvertes.

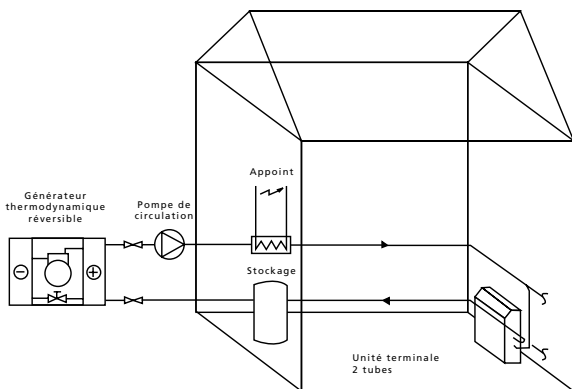
Systèmes thermodynamiques Air/Eau

avec unités terminales à eau 2 tubes (ventilo-convecteurs)

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées à l'air extérieur vers le circuit d'eau de chauffage,
- d'un circuit de distribution acheminant l'eau chaude vers les unités terminales à eau 2 tubes ou ventilo-convecteurs.

La circulation d'eau rafraîchie dans les unités terminales permet le rafraîchissement des locaux pendant la période estivale.



Exemple de schéma de principe d'un système thermodynamique couplé à des unités terminales à eau 2 tubes.

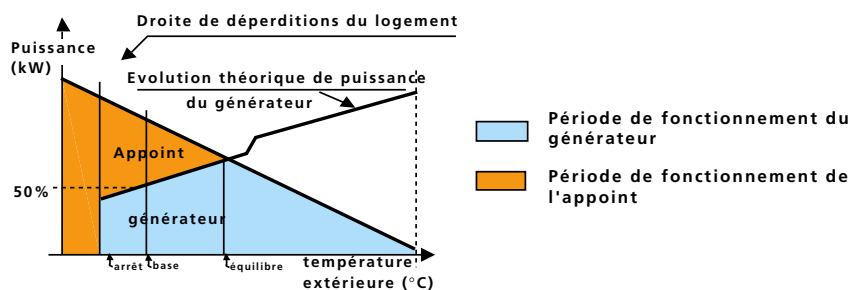


Schéma de principe de fonctionnement d'une installation avec générateur et appoint.

Lors des périodes de fonctionnement par températures extérieures très basses, les performances du générateur chutent fortement rendant nécessaire un appoint électrique.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits.

- La puissance calorifique du générateur thermodynamique doit être supérieure à 0,5 fois les déperditions des locaux équipés d'un plancher chauffant.

Pour satisfaire cette condition, le tableau ci-après situe la puissance calorifique minimale du générateur thermodynamique au point d'essai à -7 °C à partir des déperditions D et de la température de base (t_{base}) :

Déperditions [kW] à t_{base}	5	7	9	10	11	13	15	20	25	30	40	50
t_{base} [°C]	Puissance calorifique minimale [kW] du générateur (puissance utile au point d'essai à -7 °C)											
0	2	3	3	4	4	5	6	7	9	11	15	19
-1	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	19
-2	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	20
-3	2	3	4	4	5	6	6	9	11	13	17	21
-4	2	3	4	4	5	6	7	9	11	13	18	22
-5	2	3	4	5	5	6	7	9	12	14	19	23
-6	2	3	4	5	5	6	7	10	12	14	19	24
-7	3	4	5	5	6	7	8	10	13	15	20	25
-8	3	4	5	5	6	7	8	10	13	16	21	26
-9	3	4	5	5	6	7	8	11	13	16	21	27
$t_{\text{b}} \leq -10$	3	4	5	6	6	7	8	11	14	17	22	28

Il est recommandé de ne pas dimensionner au delà de 0,7 fois les déperditions.

- La puissance de l'appoint électrique est fonction de la température extérieure de base :

- $t_{\text{base}} \geq -5\text{ °C}$ → Elle est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base.
- $t_{\text{base}} < -5\text{ °C}$ → Elle est égale à environ 1,2 fois les déperditions des locaux traités par le générateur thermodynamique.

Toutefois, la puissance de l'appoint est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base, dès lors que :

- le générateur thermodynamique peut fonctionner au dessous de -10 °C ,
- ses performances sont validées par la liste émise par Promotelec,
- la différence entre la température extérieure de base, à laquelle les performances sont garanties, et la température d'arrêt est a minima de 5 °C .

- Si l'appoint électrique dépasse 3 kW, un dispositif de délestage géré par utilisation de la télé-information du compteur électronique doit lui être associé. Le délestage doit agir à partir de 2 voies minimum.

Zones climatiques H2 et H3 :

A minima, la puissance de chauffage est conforme à celle énoncée ci-dessus, le dimensionnement du générateur thermodynamique devant toujours permettre de satisfaire 100% des charges maximales d'été.

- *S'assurer de l'appartenance de la machine à la liste courante.*
- *Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7 °C).*
- *Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.*
- *S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.*

Unités terminales

- Elle doivent être référencées par Eurovent.
- Le choix de l'unité est réalisée avec une vitesse moyenne de ventilation (petite vitesse s'il en existe seulement deux).



Une évacuation gravitaire des condensats est préférable.

- La puissance d'une unité terminale en mode chauffage doit couvrir 1,2 fois les déperditions de la pièce à la température extérieure de base, à la vitesse choisie pour le dimensionnement.
- La température de départ d'eau ne doit pas excéder 45 °C dans les conditions normales de fonctionnement et 50 °C temporairement.

Mode rafraîchissement

- La puissance d'une unité terminale en mode refroidissement doit permettre de couvrir les charges considérées du local (cf. dispositions générales : calcul des apports d'été).
- La température de départ doit être de l'ordre de 7 °C et la température de retour de 12 °C.

- *S'assurer que la puissance calorifique des unités terminales par pièce est supérieure ou égale à 1,2 fois les déperditions.*
- *S'assurer que la puissance frigorifique des unités terminales par pièce est supérieure ou égale aux apports.*

Réseau hydraulique



Pompe de circulation :

Son dimensionnement doit assurer le débit nominal nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique en mode chauffage. Cette condition est satisfaite si, pour une température extérieure de 7 °C, l'écart de température entre le départ et le retour d'eau est de 5 °C.

A titre d'exemple, il en résulte souvent une puissance de pompe de circulation de l'ordre de 100 W pour une puissance calorifique du générateur de 5 kW.

Capacité tampon :

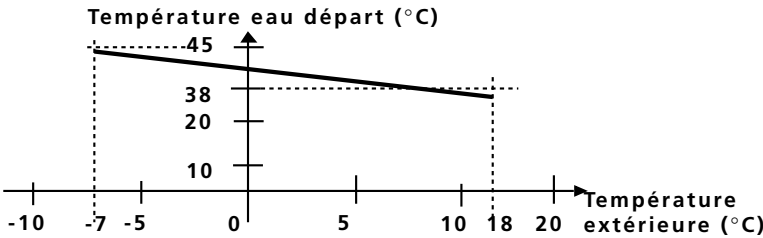
Destinée à limiter les courtes périodes de fonctionnement du générateur, elle doit être dimensionnée selon les spécificités fixées par l'industriel ou, à défaut, sur la base du tableau suivant :

Puissance frigorifique [kW] du générateur pour une température de départ d'eau de 7 °C	Capacité tampon [l]
4	30
6	40
8	60
10	60
12	60
14	70
16	80

S'assurer de la présence d'une capacité tampon adaptée à la situation.

Régulation

- En mode chauffage, la régulation du générateur doit être réalisée par un dispositif agissant :
 - soit sur la base d'une loi d'eau en fonction de la température extérieure. Dans ce cas, une sonde ou un thermostat d'ambiance agit sur les vitesses, voire l'arrêt du ventilateur de l'unité terminale ;



Exemple de loi de température d'eau en fonction de la température extérieure.

- soit sur la base d'une température de départ d'eau constante. Dans ce cas, une sonde ou un thermostat d'ambiance agit sur une vanne de régulation au niveau de chaque unité terminale.

- La régulation doit garantir en toute circonstance le maintien d'un débit nécessaire au bon fonctionnement du générateur thermodynamique.
- En présence d'appoint, le fonctionnement du générateur thermodynamique doit être prioritaire.



Il est conseillé de prévoir un dispositif permettant d'assurer simultanément l'arrêt du ventilateur et de l'émission calorifique.

La régulation doit être de préférence en mesure d'assurer une température de hors gel sur tout le logement.

S'assurer visuellement, ou à partir de la documentation du constructeur, que le type de régulation du générateur est conforme à l'un des deux modes décrits ci-dessus.

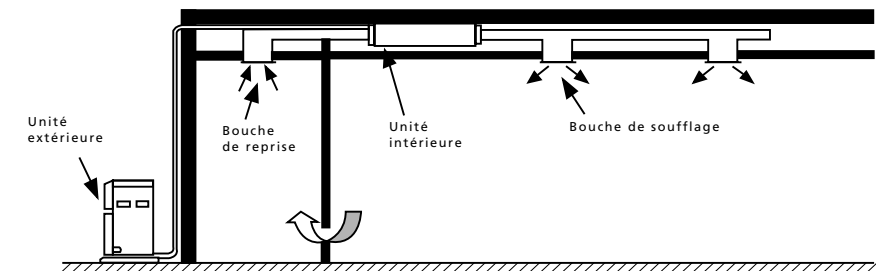
Systèmes thermodynamiques Air/Air

monobloc, split système ou multisplits avec ou sans conduit aéraulique (ou plénum de soufflage)

Ces systèmes de chauffage sont composés :

- d'un générateur thermodynamique assurant le transfert des calories prélevées à l'air extérieur vers l'air intérieur, mis en circulation à l'aide d'un ventilateur, et, dans le cas d'un système centralisé :
- de conduits aérauliques ou plénum de soufflage en faux plafond acheminant l'air vers les différentes zones à traiter,
- de bouches de soufflage dans chaque pièce principale,
- d'équipements de reprise de l'air du logement qui est (en partie) recyclé au niveau de l'unité intérieure.

En été, l'air est rafraîchi par l'unité intérieure, puis est distribué à l'aide du ventilateur pour permettre le rafraîchissement des locaux.



Exemple de schéma de principe d'une pompe à chaleur air / air composée d'un split système et d'un réseau aéraulique de distribution d'air.

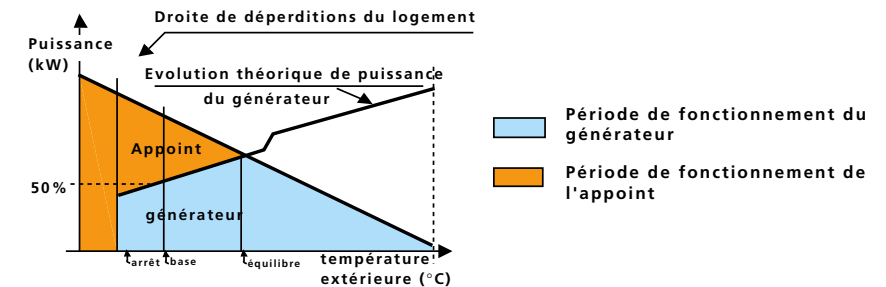


Schéma de principe de fonctionnement d'une installation avec générateur et appoint.

Une batterie électrique d'appoint doit être mise en œuvre dans les installations où le générateur thermodynamique ne couvre pas l'intégralité des besoins de chauffage. Elle doit être installée à l'intérieur de l'unité thermodynamique, quand celle-ci est prévue pour recevoir cette option et, le cas échéant, dans le conduit de soufflage en sortie de l'unité.

- Dans le cas d'un simple split affecté au traitement d'une seule pièce, on appliquera de manière identique les règles de dimensionnement thermique.



En présence d'un appoint non intégré à l'unité "split", il convient d'assurer chaque fois que possible la priorité de fonctionnement de cette dernière.

Choix et dimensionnement du matériel thermodynamique

Le matériel doit être choisi parmi la liste émise par la commission Promotelec dédiée à ces produits.

Le dimensionnement du générateur thermodynamique s'effectue sur la base de deux critères :

■ Critère 1

La puissance calorifique du générateur thermodynamique doit être supérieure à 0,5 fois les déperditions des locaux traités.

Pour satisfaire cette condition, le tableau ci-dessous situe la puissance calorifique minimale du générateur thermodynamique au point d'essai à -7 °C à partir des déperditions D et de la température de base (t_{base}) :

Déperditions [kW] à t _{base}	5	7	9	10	11	13	15	20	25	30	40	50
t _{base} [°C]	Puissance calorifique minimale [kW] du générateur (puissance utile au point d'essai à -7 °C)											
0	2	3	3	4	4	5	6	7	9	11	15	19
-1	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	19
-2	2	3	4	4	4	5	6	8	10	12	16	20
-3	2	3	4	4	5	6	6	9	11	13	17	21
-4	2	3	4	4	5	6	7	9	11	13	18	22
-5	2	3	4	5	5	6	7	9	12	14	19	23
-6	2	3	4	5	5	6	7	10	12	14	19	24
-7	3	4	5	5	6	7	8	10	13	15	20	25
-8	3	4	5	5	6	7	8	10	13	16	21	26
-9	3	4	5	5	6	7	8	11	13	16	21	27
t _b ≤ -10	3	4	5	6	6	7	8	11	14	17	22	28

Il est recommandé de ne pas dimensionner au-delà de 0,7 fois les déperditions.

■ Critère 2

Le générateur thermodynamique doit être sélectionné en tenant compte :

- des puissances frigorifiques et calorifiques nécessaires,
- de la pression totale disponible du ventilateur,
- d'un débit d'air soufflé correspondant à un taux de brassage d'environ 5 vol/h qui permet de couvrir en régime normal les déperditions (1,2 D).

- La puissance de l'appoint électrique est fonction de la température extérieure de base :
 - t_{base} ≥ -5 °C → Elle est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base.
 - t_{base} < -5 °C → Elle est égale à environ 1,2 fois les déperditions des locaux traités par le générateur thermodynamique.

Toutefois, la puissance de l'appoint est égale à 1,2 fois les déperditions des locaux traités moins la puissance thermique du générateur à la température de base, dès lors que :

- le générateur thermodynamique peut fonctionner au dessous de -10°C,
- ses performances sont validées par la liste émise par Promotelec,
- la différence entre la température extérieure de base, à laquelle les performances sont garanties, et la température d'arrêt est a minima de 5°C.

- Si l'appoint électrique dépasse 3 kW, un dispositif de délestage gérée par utilisation de la télé-information du compteur électronique doit lui être associé. Le délestage doit agir à partir de 2 voies minimum.

Zones climatiques H2 et H3 :

A minima, la puissance de chauffage doit être conforme à celle énoncée ci-dessus, le dimensionnement du générateur thermodynamique devant toujours permettre de satisfaire 100% des charges maximales d'été.

- *Vérifier l'appartenance de la machine à la liste courante.*
- *Valider le dimensionnement du générateur avec les données du constructeur (au point d'essai à -7 °C extérieur).*
- *Valider le dimensionnement de l'appoint au regard des déperditions du logement.*
- *S'assurer que le schéma électrique permet bien le raccordement du délesteur aux organes de commande des résistances électriques.*

Conception et mise en œuvre

- Pour un logement, le système de ventilation mécanique doit être indépendant du système thermodynamique centralisé à air. Ce dernier n'est pas compatible avec une VMC hygroréglable de catégorie B, dans l'attente de disposer d'une méthode de calcul des performances validée par le CSTB.



Les filtres utilisés doivent être au minimum de classe G4 (auparavant EU4), soit une efficacité gravimétrique de 90%. Sur la base d'un calcul établi à partir de la surface utile du filtre, la vitesse d'écoulement d'air doit de préférence rester inférieure à 1,5 m/s.

Une évacuation gravitaire des condensats est préférable.

- Cuisine fermée et pièces humides ne possèdent pas de bouche de soufflage afin d'éviter toute perturbation éventuelle avec le réseau VMC. Le chauffage de ces locaux est réalisé à l'aide d'un émetteur électrique.

S'assurer qu'il n'existe pas de soufflage dans la cuisine fermée, ni dans les pièces humides.

Réseau aéraulique

- Le dimensionnement du réseau est effectué à partir du débit nécessaire à chaque pièce afin d'apporter dans chacune d'elles la puissance thermique nécessaire pour couvrir environ 1,2 fois les déperditions de la pièce.



La sélection d'une bouche de soufflage s'effectue en tenant compte des différents facteurs : débit, écart de température entre l'air soufflé et l'air ambiant (écart < 20 °C en mode chauffage), vitesse terminale en fin de portée (0,12 à 0,25 m/s), niveau sonore, etc. La sélection doit être effectuée en mode froid, puis vérifiée en mode chaud. La vitesse d'air dans les conduits ne doit pas excéder 3 m/s pour les gaines terminales et 5 m/s pour les gaines principales.

- Dans le cas d'une seule unité installée pour le traitement de deux niveaux, la reprise centralisée doit être effectuée en partie basse du logement, à défaut d'avoir une reprise gainée à chaque niveau.
Une reprise d'air en partie basse permet d'effectuer un brassage correct de la pièce desservie, limitant les risques de stagnation d'air en certains endroits.
- Dans le cas d'une reprise centralisée dans la circulation, le transfert d'air des locaux vers cette circulation s'effectue soit par un détalonnage sous la porte de 30 mm maximum, soit par une grille de transfert, soit des bouches de soufflage/reprise gainée ou directe dans le faux plafond.

- **S'assurer qu'il existe un dossier de dimensionnement du réseau aéraulique, précisant à minima les débits et les puissances affectés à chaque pièce traitée.**
- **S'assurer de la présence de détalonnages de porte ou de grilles de transfert, sauf à disposer de bouches soufflage / reprise dans le même local.**

Régulation

- La régulation d'un système à air centralisé s'effectue :
 - soit avec une unité intérieure par zone. Chaque unité dispose alors de sa sonde d'ambiance ;
 - soit à partir d'une zone maître (ex : séjour) qui commande le générateur à l'aide d'un thermostat central. La régulation de température par thermostat dans les autres zones (secondaires) se limite en mode chauffage à une réduction de température par rapport à la consigne centrale ;
 - soit à partir de plusieurs zones indépendantes, chacune étant munie d'un thermostat pilotant un registre de zone.
- En présence d'appoint, le fonctionnement du générateur thermodynamique doit être prioritaire.



La régulation doit être de préférence en mesure d'assurer une température de hors gel sur tout le logement. Le basculement des modes de fonctionnement hiver / été (change over) peut être assuré par commutation manuelle ou automatique, les thermostats de zone devant être réversibles.

S'assurer visuellement, ou à partir de la documentation du constructeur, que le type de régulation du générateur est conforme à l'un des trois modes décrits ci-dessus.

Lexique

- t_{base} = température extérieure de base définie par le CSTB. Par convention, la puissance de chauffage à installer est déterminée à partir de cette température.
- $t_{équilibre}$ = température extérieure situant la transition entre le fonctionnement seul du générateur thermodynamique et celui nécessitant un appoint.
- $t_{arrêt}$ = température extérieure en-dessous de laquelle le générateur est à l'arrêt ; l'appoint électrique fonctionnant seul.
- Le **volume traité** par le générateur est le volume habitable des locaux équipés par le mode d'émission considéré : plancher chauffant (ou plancher chauffant / rafraîchissant), ventilo-convecteur, système à air.

Adresses utiles

- **AFF** (*Association Française du Froid*) :
17 rue Guillaume Appolinaire - BP 193
75263 Paris Cedex 06
Tél. : 01 45 44 52 52
Fax : 01 42 22 00 42
- **AICVF** (*Association des Ingénieurs Chauffage et Ventilation de France*) :
66 rue de Rome
75008 Paris
Tél. : 01 53 04 36 10
Fax : 01 42 94 04 54
Internet : www.aicvf.asso.fr
- **ANAH** (*Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat*) :
9 boulevard des Capucines
75002 Paris
Tél. : 01 43 12 44 00
Fax : 01 42 65-26-09
Internet : dt.anah@wanadoo.fr
- **CICF** (*Chambre des Ingénieurs Conseils de France*) :
3 rue Léon Bonnat
75016 Paris
Tél. : 01 44 30 49 30
Fax : 01 40 50 92 80
Internet : www.cicf.fr
e mail : cicf@cicf.fr
- **CONSUEL** (*Comité National pour la sécurité des Usagers de l'Electricité*) :
Espace Elec - CNIT - BP11
92053 Paris-la-Défense
Tél. : 01 41 26 56 60
Fax : 01 41 26 56 78
- **CoSTIC** (*Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques*) :
Domaine Saint Paul - BP 66F
78470 Saint-Rémy-les-Chevreuse
Tél. : 01 30 85 20 10
Fax : 01 30 85 20 38
e mail : costic-sr@costic.asso.fr
- **CSTB** (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*) :
4 rue du recteur Poincaré
75016 Paris
Tél. : 01 40 50 28 28
Fax : 01 45 25 61 51
Internet : www.cstb.fr
e mail : informations@cstb.fr
- **CTBA** (*Centre Technique du Bois et de l'Ameublement*) :
10 avenue de Saint Mandé
75012 Paris
Tél. : 01 40 19 49 88
Fax : 01 40 19 91 52
Internet : www.ctba.fr
- **EDF** (*Electricité de France*) :
Centre EDF/GDF
Services de la région concernée
Internet : www.edf.fr
- **EUROVENT** :
15 rue Montorgueil
75001 Paris
Tél. : 01 40 26 00 85
Fax : 01 40 13 75 44
Internet : www.eurovent-certification.com
e mail : eurovent-cert@wanadoo.fr
- **GIE Climatisation et Développement** :
Espace Elec - CNIT
BP 8 - 92053 Paris-la-Défense
Tél. : 01 41 26 56 97
Fax : 01 41 26 56 99
Internet : www.espace-elec.com/climatisation&developpement
e mail : contact-climatisation&developpement@espace-elec.com
- **UTE** (*Union technique de l'électricité*) :
33 avenue du Général Leclerc
BP 23 - 92262 Fontenay-aux-Roses
Tél. : 01 40 93 62 00
Fax : 01 40 93 44 08
Internet : www.ute.fr.com
e mail : vente@ute.asso.fr