

# L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS THERMODYNAMIQUES DE 4 À 70 KW

OCTOBRE 2025



# AVANT-PROPOS

Avec le programme PROFEEL, la filière Bâtiment s'est rassemblée pour répondre collectivement aux défis de la rénovation énergétique. 16 organisations professionnelles ont été à l'initiative de cette démarche et, continuent aujourd'hui à la porter activement.

PROFEEL se compose concrètement de 8 projets, positionnés sur trois grands enjeux : favoriser le déclenchement des travaux de rénovation, garantir la qualité des travaux réalisés et consolider la relation de confiance entre les professionnels. Ces projets s'appuient sur l'innovation, qu'elle soit technique ou numérique, afin de mieux outiller les professionnels du bâtiment, d'améliorer les pratiques sur le marché de la rénovation énergétique et de garantir la qualité des travaux réalisés. Ces outils permettront d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux.

Dans le cadre du projet RENO'BOX, un des 8 projets PROFEEL, 17 nouveaux outils pratiques sont développés pour accompagner les professionnels dans la conception, la mise en œuvre et la maintenance de solutions techniques, clés ou innovantes de rénovation énergétique. Cette nouvelle collection d'outils s'inscrit dans la continuité des référentiels techniques produits dans le cadre de précédents programmes portés par la filière Bâtiment : PACTE et RAGE.

Le présent document est le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

Pour plus d'information : <https://programmeprofeel.fr/>

## PARTENAIRES PROFEEL :

### Pouvoirs Publics



### Porteurs



### Financiers



### Filière Bâtiments

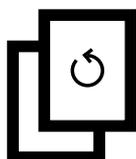


PROFEEL, un programme financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)



# SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES	7
3	LE CONTRÔLE DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE	37
4	LE CONTRÔLE DE LA REGULATION ET DE LA PROGRAMMATION DE L'INSTALLATION	42
5	LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES	56
6	LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS AÉRAULIQUES	70
7	LES CONSEILS	73
8	L'ATTESTION D'ENTRETIEN ET LES OBLIGATIONS CONCERNANT LE COMMANDITAIRE ET L'OPERATEUR	81
9	LES RÉFÉRENCES	92
10	ANNEXES	94



VERSION  
Initiale

DATE DE LA PUBLICATION  
Octobre 2025

MODIFICATIONS



# INTRODUCTION

L'entretien des **installations thermodynamiques destinées au chauffage ou refroidissement des bâtiments** est essentiel pour assurer leur bon fonctionnement et leur durabilité ainsi que pour maintenir leurs performances énergétiques et environnementales. Depuis juillet 2020, l'entretien de ces installations de 4 à 70 kW fait l'objet d'obligations réglementaires. Ce nouveau guide, dont le contenu est présenté ci-après, a pour objectif d'accompagner les professionnels dans la mise en œuvre de ces exigences.

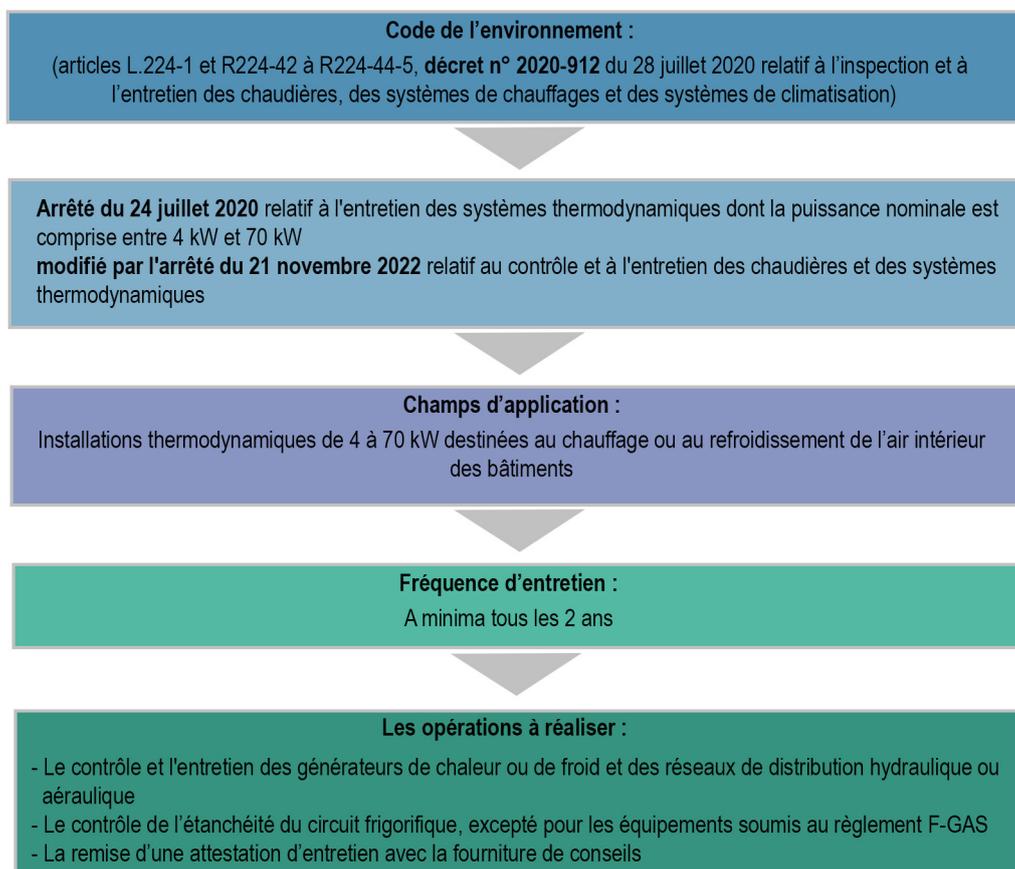
## LA RÉGLEMENTATION SUR L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS THERMODYNAMIQUES DE 4 À 70 KW

Les **exigences générales** concernant l'entretien des installations thermodynamiques sont spécifiées dans le **code de l'environnement** (articles L. 224-1 et R. 224-42 à R. 224-44-5). Un paragraphe de ce code (articles R. 224-44 à R. 224-44-5), créé par le décret n° 2020-912 du 28 juillet 2020, porte spécifiquement sur cet entretien. Ce **décret n° 2020-912 du 28 juillet 2020** relatif à l'inspection et à l'entretien des chaudières, des systèmes de chauffages et des systèmes de climatisation a rendu obligatoire l'entretien des installations thermodynamiques de 4 à 70 kW destinées au chauffage ou refroidissement des bâtiments, a minima tous les 2 ans. Conformément à ce décret, cet entretien doit comporter la vérification, le nettoyage et le réglage du système thermodynamique, le contrôle de l'étanchéité du circuit frigorifique, excepté pour les équipements soumis au règlement F-GAS, ainsi que la remise d'une attestation d'entretien avec la fourniture de conseils.

L'**arrêté d'application** de ce décret qui **précise l'ensemble des opérations** techniques et les modalités de cet entretien est l'**arrêté du 24 juillet 2020 modifié** relatif à l'entretien des systèmes thermodynamiques dont la puissance nominale est comprise entre 4 kW et 70 kW. Ces opérations ne portent pas seulement sur le générateur de chaleur ou de froid mais également sur le réseau de distribution. Cet arrêté a été **modifié par l'arrêté du 21 novembre 2022** relatif au contrôle et à l'entretien des chaudières et des systèmes thermodynamiques, afin d'imposer également, lors de cet entretien, de réaliser un contrôle de l'isolation du réseau et une vérification des appareils de régulation et de programmation.

Cet entretien imposé par le décret n° 2020-912 du 28 juillet 2020 ne concerne pas les installations thermodynamiques destinées à d'autres usages que le chauffage ou le refroidissement de l'air intérieur des bâtiments (article R. 224-42 du code de l'environnement). Ainsi, **les chauffe-eau thermodynamiques**, les meubles réfrigérés, les systèmes thermodynamiques mobiles **ne sont pas assujettis** à ces obligations réglementaires.

**Au-delà de 70 kW**, les installations thermodynamiques ne sont plus soumises à cet entretien réglementaire mais à une **inspection** telle que spécifiée par le code de l'environnement (articles R. 224-45 à R. 224-45-9) et par l'arrêté du 24 juillet 2020 relatif à l'inspection des systèmes thermodynamiques. La puissance à considérer est la puissance thermique nominale totale de l'installation (la valeur la plus élevée entre la puissance froide et la puissance chaude, pour un système réversible). Ainsi, pour une installation collective de chauffage d'un bâtiment comportant plusieurs PAC, c'est la somme de la puissance calorifique nominale des PAC qui est à considérer. A contrario, pour un immeuble collectif, comportant des PAC individuelles, la puissance ne se cumule pas (voir le guide réglementaire de la FEDENE qui détaille le périmètre d'application de cette réglementation).

**Figure 1 : La réglementation sur l'entretien des installations thermodynamiques de 4 à 70 kW**

## LA FREQUENCE D'ENTRETIEN



Réglementairement, l'entretien des installations thermodynamiques de 4 à 70 kW, destinées au chauffage ou refroidissement des bâtiments, doit être réalisé a minima tous les 2 ans. Toutefois, l'entretien annuel des systèmes peut être une condition imposée pour bénéficier de la **garantie du constructeur**.

Un entretien annuel, c'est :

- Des surconsommation évitées.
- Plus de confort et de sécurité pour le client. Une réduction des risques de pannes coûteuses.
- Des conseils plus fréquents pour un meilleur usage.
- Une durée de vie de l'installation prolongée.

Pour les **PAC hybrides**, les chaudières intégrées à ces systèmes font l'objet d'une obligation d'entretien annuel (voir guide Profeel sur l'entretien des installations de chauffage de 4 à 400 kW équipées de chaudières).

## LE CONTENU DE CE GUIDE

Ce guide technique pour l'application de la réglementation est destiné **aux professionnels** qui assurent l'entretien obligatoire des installations thermodynamiques de 4 à 70 kW pour le **chauffage ou refroidissement des bâtiments**, équipées par exemple de pompes à chaleur réversibles ou non, de PAC hybrides ou encore de climatiseurs, ... Cet ouvrage, abondamment illustré, présente les **exigences réglementaires** liées à cet entretien portant sur :

- Les opérations d'entretien de ces systèmes thermodynamiques.
- Le contrôle d'étanchéité de ces systèmes en fonction de la nature et de la charge en fluide frigorigène.
- La vérification de la régulation et de la programmation du chauffage et du refroidissement.
- Les contrôles du réseau hydraulique et aéraulique de chauffage et de refroidissement, notamment vis-à-vis de la prévention de l'embouage.
- Les conseils à prodiguer aux utilisateurs afin de limiter leur consommation d'énergie en chauffage et refroidissement.
- La qualification professionnelle des opérateurs requise.
- L'attestation d'entretien à remettre au client. A la fin de ce guide figure un modèle d'attestation d'entretien pour ces installations.

En plus des exigences réglementaires, ce guide donne également des recommandations et conseils relatifs à cet entretien.

Pour ce qui est des **PAC hybrides**, un exemple de modèle d'attestation d'entretien des installations avec ces systèmes figure à la fin de ce guide. Dans cet ouvrage, ne sont traitées que les exigences portant sur l'entretien des PAC ; pour les chaudières intégrées à ces systèmes, se reporter au guide Profeel sur l'entretien des installations de chauffage de 4 à 400 kW équipées de chaudières. A noter par ailleurs, la parution en mai 2025 de la nouvelle version de la norme **NF X 50-010 « Contrat d'abonnement pour l'entretien** des chaudières et des pompes à chaleur hybrides utilisant les combustibles gazeux » qui prend maintenant en compte ces systèmes et liste notamment les prestations de contrôle de ceux-ci.

## ATTENTION



Les obligations réglementaires présentées dans ce guide sont celles en vigueur à la date de fin de sa rédaction, le 30 mai 2025.

Lors des opérations d'entretien des installations thermodynamiques, il est important de bien respecter les règles de sécurité et de porter les équipements de protection individuelle EPI imposés.

# 2

## L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES

L'entretien des systèmes thermodynamiques est crucial pour assurer leur efficacité et leur durabilité. Il comprend plusieurs opérations essentielles pour garantir leurs performances optimales :

- Les nettoyages réguliers des unités extérieures et intérieures.
- Les vérifications périodiques des composants clés.
- Des mesures électriques et de températures indispensables également pour détecter toute anomalie éventuelle.

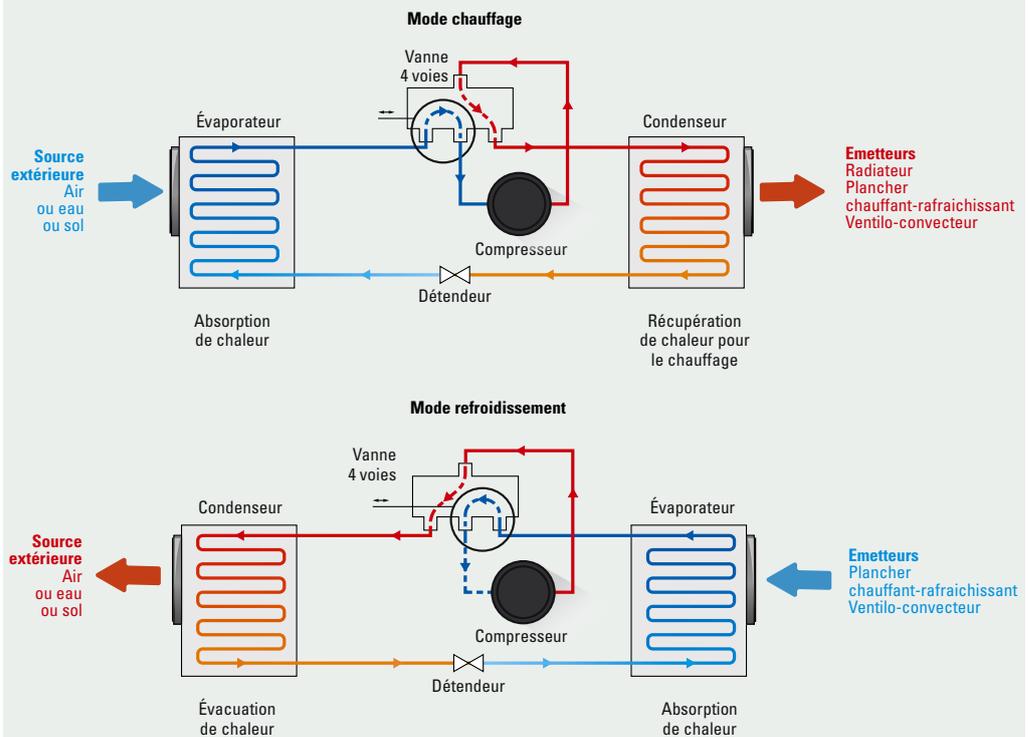
Ces opérations d'entretien préventif contribuent non seulement à prolonger la durée de vie du système thermodynamique, mais aussi à réduire les risques de pannes coûteuses et à maintenir des niveaux de confort optimaux dans les espaces chauffés ou refroidis. Elles sont décrites ci-après en fonction du type de système (système air/air, air/eau, ...).

## LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES THERMODYNAMIQUES



Le système thermodynamique, en mode chauffage, capte la chaleur de l'air, de l'eau ou du sol à l'extérieur grâce à l'évaporateur, où le fluide frigorigène passe de l'état liquide à l'état vapeur à basse pression. Ce fluide frigorigène est ensuite comprimé par le compresseur, augmentant sa température et sa pression. Le fluide frigorigène chaud et à haute pression circule dans le condenseur, où il transfère sa chaleur dans les locaux via, par exemple, des radiateurs, des planchers-chauffants ou des ventilo-convecteurs, et redevient liquide. Le liquide à haute pression passe par le détendeur, abaissant sa pression et sa température, avant de retourner à l'évaporateur pour recommencer le cycle frigorifique. Le cycle peut également être inversé pour refroidir les locaux.

**Figure 2 :** Principe de fonctionnement d'un système thermodynamique en mode chauffage et refroidissement



Source : COSTIC

## 2

## 1

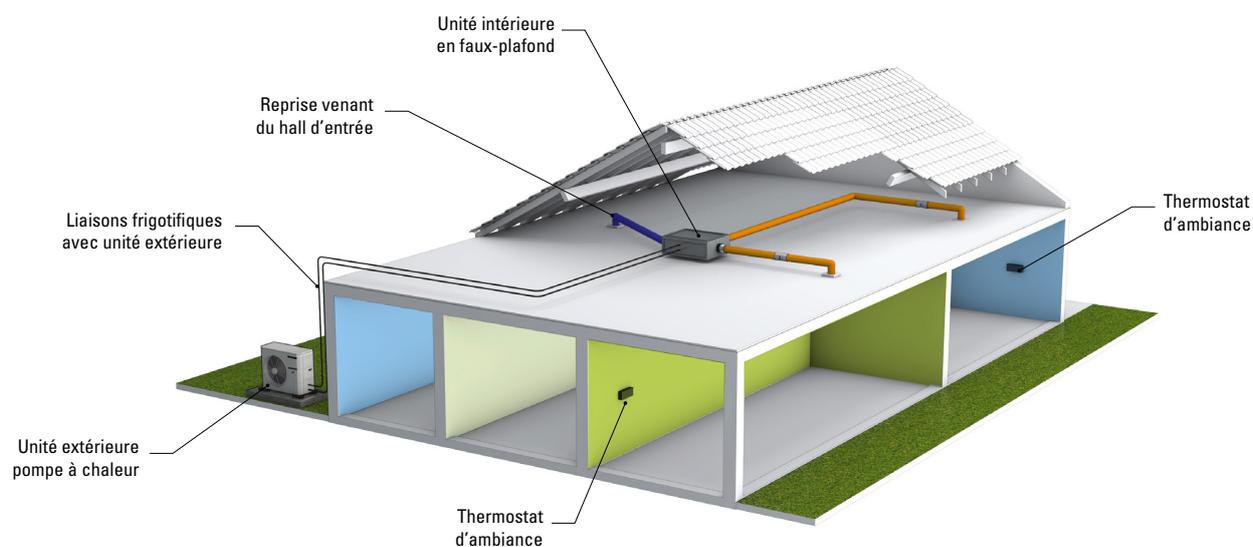
## LES SYSTÈMES AIR/AIR

Ce chapitre porte sur les systèmes air extérieur/air intérieur qui regroupent différentes technologies :

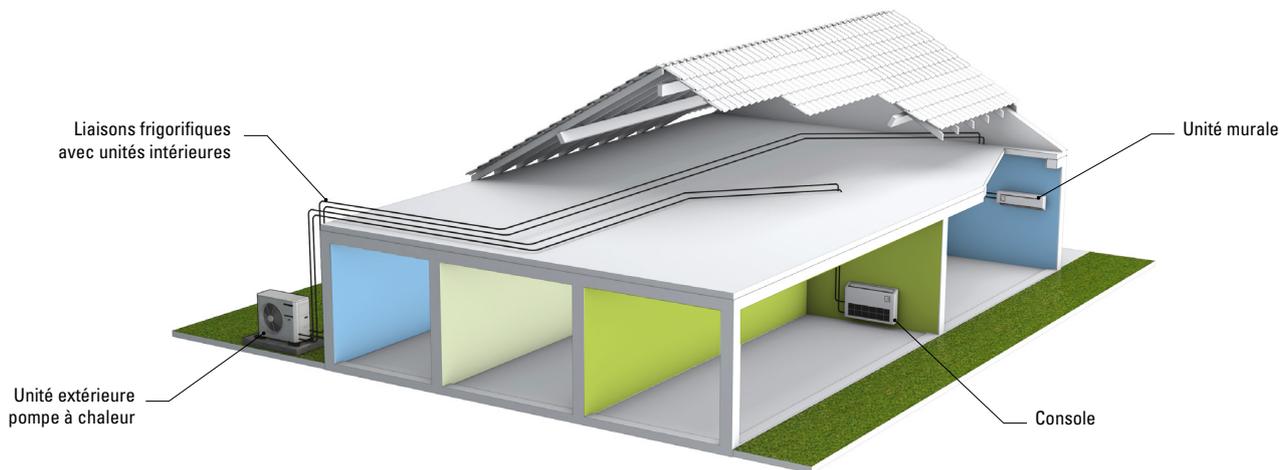
- Les systèmes à éléments séparés (bi-blocs ou multi-blocs), avec une ou plusieurs unités intérieures
  - Alimentant un réseau aéraulique.
  - Ou à émission directe (une unité intérieure dans chaque pièce principale).
- Les systèmes monoblocs intérieurs.
- Les systèmes à débit de réfrigérant variable (DRV).

Sur les exemples de schémas de principe de ces différents systèmes ci-après, sont indiqués les principaux éléments qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien, détaillées dans les chapitres suivants.

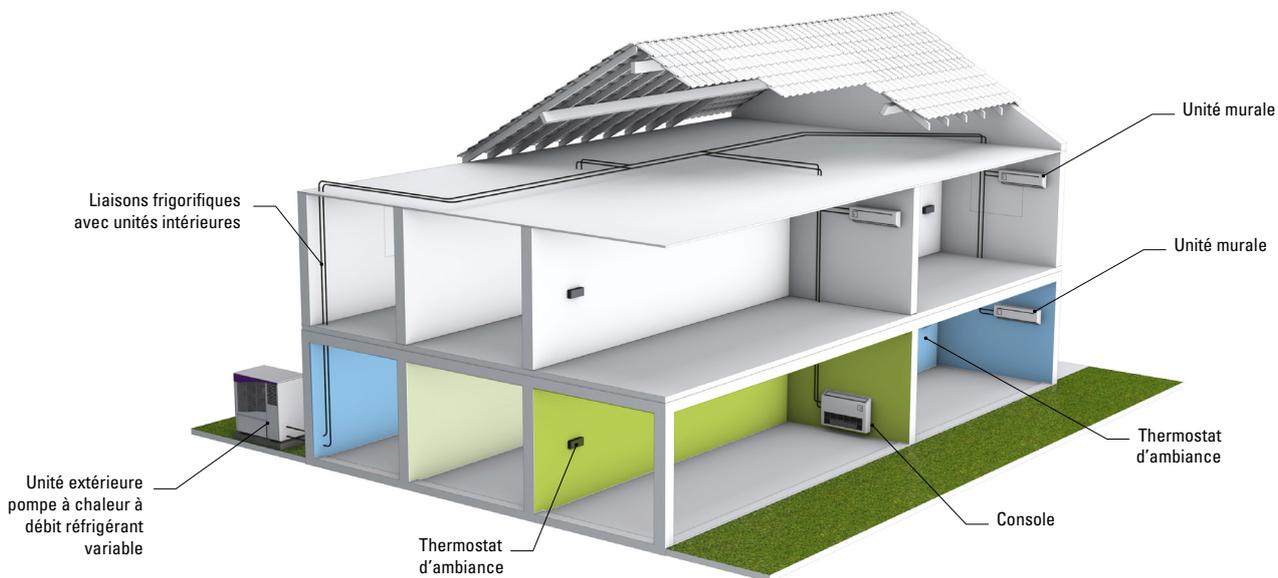
**Figure 3 :** Exemple de système air extérieur/air intérieur à éléments séparés bi-bloc avec un réseau de distribution d'air.



**Figure 4 :** Exemple de système air extérieur/air intérieur à éléments séparés multi-bloc avec des unités intérieures à émission directe (split).



**Figure 5 :** Exemple de système à Débit de Réfrigérant Variable (DRV).



## 2.1.1 LES CONTRÔLES VISUELS ET LES NETTOYAGES

### 2.1.1.1 LES UNITÉS EXTÉRIEURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour les systèmes aérothermiques :

*Vérification de l'échangeur de l'unité extérieure et nettoyage si nécessaire »*

Pour garantir un fonctionnement optimal et prolonger la durée de vie de l'unité extérieure d'un système thermodynamique, un contrôle visuel et un nettoyage régulier et approprié sont essentiels. Voici une liste des opérations de contrôles visuels et de nettoyages spécifiques à réaliser sur l'unité extérieure hors tension :

- **Nettoyage et contrôle des ailettes de l'échangeur extérieur :**

- Utiliser un aspirateur avec une brosse douce pour enlever la poussière, les feuilles et autres débris accumulés sur les ailettes.
- Pulvériser un produit nettoyant spécifique pour échangeur de chaleur et laisser agir selon les instructions du fabricant.
- Rincer les ailettes à l'eau claire avec un jet d'eau à faible pression pour éviter de les endommager.
- Vérifier également l'état des ailettes et le cas échéant, redresser celles-ci avec un redresseur d'ailettes approprié.

- **Nettoyage et contrôle visuel du ventilateur :**

- Accéder au ventilateur en retirant le carter de protection, si nécessaire.
- Utiliser une brosse douce ou un chiffon pour enlever la poussière et les débris sur les pales du ventilateur.
- Vérifier que les pales du ventilateur sont en bon état, qu'elles ne présentent pas de signes de dommages physiques, de corrosion ou ne sont pas déséquilibrées.
- Tourner manuellement les pales afin de s'assurer qu'elles tournent librement sans résistance excessive ou bruits inhabituels.
- Vérifier que le ventilateur est correctement fixé ; que les vis et boulons ne sont pas desserrés.

**Figure 6 :** Un nettoyage et un contrôle des ailettes et du ventilateur de l'échangeur de l'unité extérieure sont à réaliser lors de l'entretien.



- **Nettoyage et contrôle visuel des accessoires aérauliques et des gaines pour les systèmes gainés.** Pour ces systèmes, procéder à un nettoyage des grilles d'entrée d'air et de refoulement et inspecter visuellement l'état des gaines et du piège à son (propreté, dégradations éventuelles, ... voir chapitre 6.2).
- **Nettoyage et contrôle du capotage et de la grille :**
  - Nettoyer l'intérieur et l'extérieur du capotage de l'unité avec un chiffon humide et un détergent doux pour enlever la saleté et les résidus.
  - Vérifier et nettoyer les grilles de protection afin d'assurer un flux d'air adéquat. Utiliser une brosse pour éliminer les débris coincés.
- **Nettoyage de la base et de l'environnement pour les systèmes à l'extérieur :**
  - Enlever les débris, les feuilles et autres objets autour de la base de l'unité extérieure pour assurer une bonne circulation de l'air.
  - Si nécessaire, nettoyer la base de l'unité avec un jet d'eau à faible pression pour enlever la saleté accumulée.
- **Vérification et nettoyage des connexions électriques :**
  - Inspecter visuellement les connexions électriques et les câbles pour s'assurer qu'ils ne sont endommagés.
  - Nettoyer les bornes et les connecteurs avec un produit de nettoyage pour contacts électriques, si besoin.
  - Resserrer les connexions électriques, si nécessaire.
- **Contrôle et nettoyage des drains de condensats :**
  - Vérifier les drains de condensats pour s'assurer qu'ils ne sont pas obstrués et les nettoyer si nécessaire.
  - Utiliser de l'eau sous pression ou un nettoyeur de drain pour éliminer toute obstruction éventuelle.
- **Contrôle visuel et nettoyage des capteurs de mesure :**
  - Inspecter les capteurs de mesure (sondes de température...) pour s'assurer qu'ils sont propres et ne sont pas endommagés.
  - Nettoyer délicatement avec un chiffon doux et sec, si nécessaire, les capteurs pour éviter d'endommager les composants sensibles.
- **Contrôle et nettoyage des supports et des fixations :**
  - Inspecter toutes les fixations et supports de l'unité extérieure pour s'assurer qu'ils sont bien serrés et en bon état.
  - Nettoyer les supports et les fixations, si nécessaire.

### 2.1.1.2 LES UNITÉS INTÉRIEURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour les systèmes de distribution par vecteur air :  
Vérification et nettoyage avec désinfection si nécessaire de l'unité intérieure et du filtre »

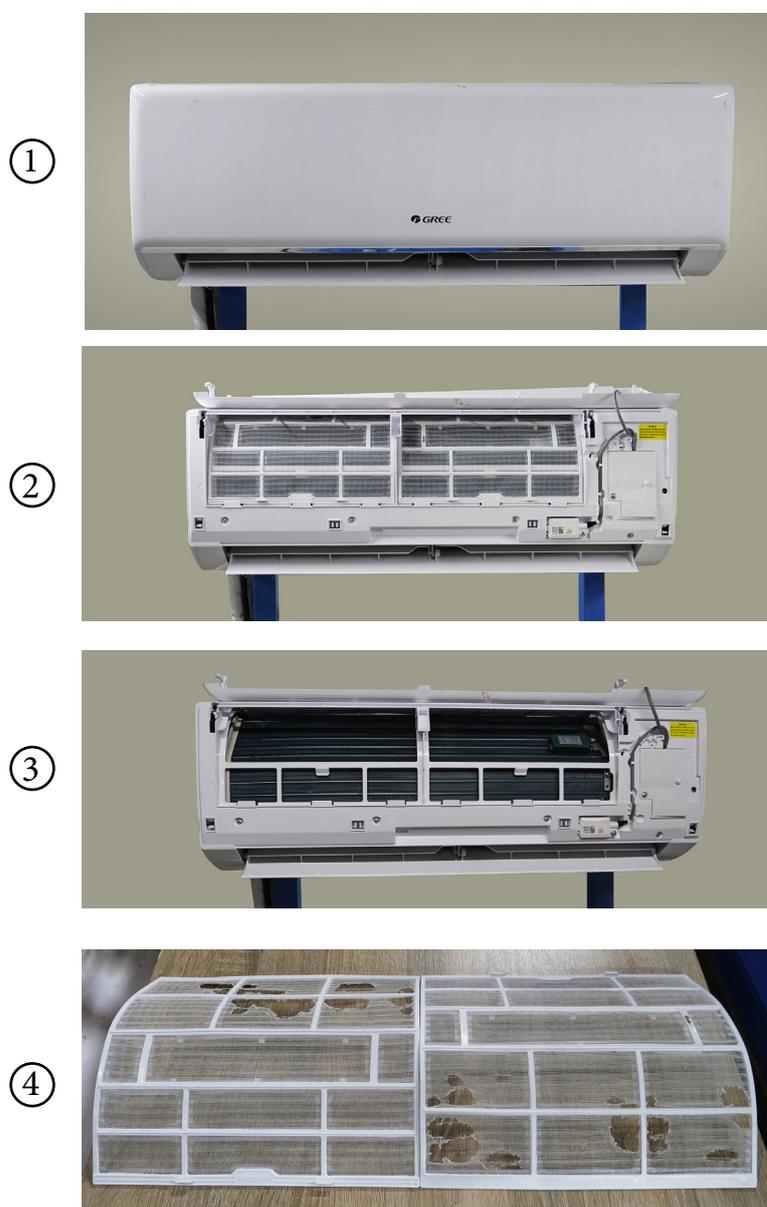
Lors de l'entretien des systèmes thermodynamiques air/air, il est essentiel de réaliser l'entretien des unités intérieures car celui-ci garantit non seulement une performance optimale mais aussi une meilleure qualité de l'air intérieur. Voici une liste des opérations de contrôle visuel et nettoyage spécifiques à réaliser sur les unités intérieures hors tension :

- **Nettoyage des filtres à air ou, le cas échéant, remplacement :**
  - Retirer les filtres à air de l'unité intérieure. Si leur remplacement ne s'avère pas nécessaire, procéder à leur nettoyage.
  - Aspirer les poussières et les débris des filtres.
  - Laver les filtres à l'eau tiède avec un détergent doux.
  - Rincer abondamment et les laisser sécher complètement avant de les réinstaller, afin de limiter les risques sanitaires.

**• Nettoyage et contrôle visuel de l'échangeur intérieur :**

- Retirer le panneau frontal de l'unité pour accéder à l'échangeur.
- Utiliser une brosse ou un aspirateur pour enlever la poussière et les débris.
- Pulvériser un produit nettoyant spécifique pour échangeur de chaleur et laisser agir selon les instructions du fabricant.
- Rincer les ailettes avec un vaporisateur d'eau propre ou avec un jet d'eau à faible pression pour éviter de les endommager.
- Vérifier également l'état des ailettes et le cas échéant, redresser celles-ci avec un redresseur d'ailettes approprié.
- S'assurer que l'échangeur de chaleur est sec avant de refermer le panneau.

**Figure 7 : Exemple d'ouverture d'une unité intérieure et d'extraction des filtres pour dépeussierage avant pulvérisation d'un produit nettoyant sur l'échangeur.**



- **Nettoyage et contrôle du bac à condensats et du tuyau de drainage :**
  - Retirer le bac à condensats et vider l'eau accumulée.
  - Nettoyer le bac avec de l'eau et un détergent doux.
  - Vérifier et nettoyer le tuyau de drainage ainsi que le siphon d'évacuation pour s'assurer qu'ils ne sont pas obstrués et que le siphon n'est pas désamorçé.
  - Utiliser un nettoyeur pour tuyau de drainage si nécessaire pour éliminer les moisissures et les algues.
- **Nettoyage et contrôle des pâles ou ailettes des ventilateurs :**
  - Accéder au ventilateur en retirant les panneaux nécessaires.
  - Utiliser une brosse, un pinceau ou un chiffon humide pour enlever la poussière des pâles ou ailettes.
  - Faire tourner doucement le ventilateur à la main pour nettoyer toutes les surfaces.
  - Vérifier que les pâles ou ailettes du ventilateur sont en bon état et qu'elles ne sont pas endommagées ou déséquilibrées.
- **Nettoyage des grilles de sortie d'air :**
  - Retirer les grilles de sortie d'air.
  - Nettoyer les grilles avec de l'eau et un détergent doux.
  - Les rincer et les sécher complètement avant de les remettre en place.
- **Contrôle visuel et nettoyage des capteurs de température :**
  - Localiser le capteur de température (souvent situé près des filtres à air).
  - Contrôler visuellement le capteur pour s'assurer qu'il est propre et non endommagé.
  - Utiliser un chiffon doux pour essuyer délicatement le capteur, si nécessaire.
- **Vérification et nettoyage de la télécommande :**
  - Vérifier les piles et les remplacer si nécessaire.
  - Vérifier l'absence de code d'erreur.
  - Nettoyer la surface de la télécommande avec un chiffon humide.
  - S'assurer que les boutons ne sont pas bloqués ou endommagés.

## 2.1.2 LES VÉRIFICATIONS

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :

- .... Vérification du bon fonctionnement...

- Vérification du fonctionnement de l'inversion de cycle lorsque c'est possible

...

Systeme de pilotage :

L'entretien doit porter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »

Pour assurer le bon fonctionnement et la longévité du système thermodynamique, il est essentiel de réaliser différentes opérations de vérification lors de l'entretien. Voici une liste détaillée des étapes à suivre pour **la vérification générale du bon fonctionnement** :

- Contrôler le circuit frigorifique et son étanchéité (voir chapitre 3).
- Contrôler le réseau aéraulique (ventilateur, état du réseau, voir chapitre 6).
- Contrôler la régulation et la programmation (paramétrage, absence de code d'erreur..., voir chapitre 4).
- Faire fonctionner le système durant un cycle complet, dans les différents modes possibles : chauffage et/ou refroidissement.
- Vérifier l'absence de code d'erreur.
- Contrôler le dégivrage, le cas échéant.
- Pour les capteurs de mesure, vérifier que les valeurs affichées ne sont pas aberrantes. Il est recommandé également de vérifier le bon positionnement des éventuelles sondes déportées de température extérieure et de températures ambiantes (voir annexe 10.2).
- Contrôler l'état des plots anti-vibratiles et l'absence de bruits anormaux, vibrations... dans l'unité extérieure et/ou intérieure.
- Réaliser des relevés de températures et des mesures électriques en marche puis à l'arrêt (voir chapitre ci-après « Les mesures »).
- Relever le temps de fonctionnement du système thermodynamique (compresseur, ventilateur, ...), le cas échéant.
- Contrôler la consommation énergétique afin de détecter toute anomalie ou surconsommation.

**Pour les systèmes réversibles**, une **vérification du bon fonctionnement de l'inversion de cycle** est également à réaliser. Le bon fonctionnement de la vanne 4 voies permettant de passer entre les modes de chauffage et de refroidissement (également désignée comme la vanne d'inversion de cycle) est essentielle pour ces systèmes. Voici une liste d'opérations de vérification pour s'assurer de son bon fonctionnement :

- **Inspection visuelle « hors fonctionnement » :**
  - Vérifier l'état général de la vanne : Rechercher des signes visibles de dommages, de corrosion ou de fuites.
  - Vérifier les connexions : S'assurer que toutes les connexions de tuyauteries, de capillaires et de câblage sont sécurisées et sans fuite.
- **Contrôle de la commutation avec le passage entre les modes chauffage et refroidissement (ou dégivrage) « en fonctionnement » :**
  - Mettre le système thermodynamique en mode chauffage, puis en mode refroidissement et vérifier que la vanne change correctement de position.
  - Écouter les bruits de commutation pour détecter des anomalies éventuelles telles que des claquements ou des bruits inhabituels.
- **Contrôle de l'électrovanne de commande :**
  - Tester l'électrovanne qui contrôle la vanne 4 voies pour s'assurer qu'elle reçoit correctement le signal électrique.
  - Utiliser un multimètre pour vérifier la tension et l'intensité aux bornes de l'électrovanne.
  - S'assurer que l'électrovanne fonctionne sans intermittence.

**Figure 8 : Exemple de vanne 4 voies d'inversion de cycle (vue d'extérieur et vue en coupe)**

Source : photos COSTIC

## 2.1.3 LES MESURES

### 2.1.3.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
 « Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
 Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure »

Les mesures de températures au niveau de l'unité intérieure et extérieure à réaliser, **en mode chauffage et refroidissement**, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement	
Unité extérieure	Unité intérieure
- Air extérieur - Air rejeté	- Air ambiant - Air soufflé

**Tableau 1** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes air/air pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement)

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque** : Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système à partir des valeurs ainsi mesurées ou relevées, il est nécessaire de **calculer les écarts de températures entre l'entrée et la sortie de l'air de l'unité intérieure et extérieure** et de les comparer aux valeurs indiquées par le constructeur. Les écarts doivent être généralement compris :

- En mode chaud, entre 10 et 20 K.
- En mode refroidissement, entre 5 à 10 K.

Des écarts anormaux traduisent des dysfonctionnements.

**Pour la vérification du bon fonctionnement de la vanne d'inversion de cycle**, il est préconisé de réaliser également des mesures de températures sur les conduites d'entrée et de sortie de la vanne afin de vérifier le bon basculement en mode chauffage et refroidissement :

- **En mode chauffage**, la conduite de sortie de la vanne vers l'échangeur de chaleur intérieur doit être chaude.
- **En mode refroidissement**, cette même conduite doit être froide.

### 2.1.3.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

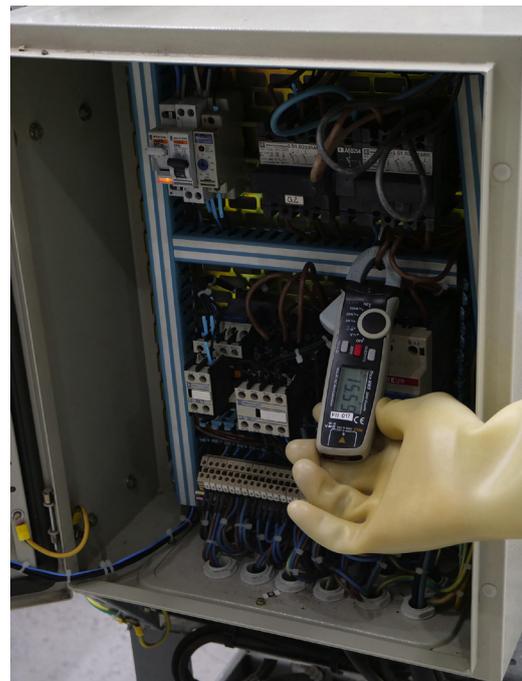
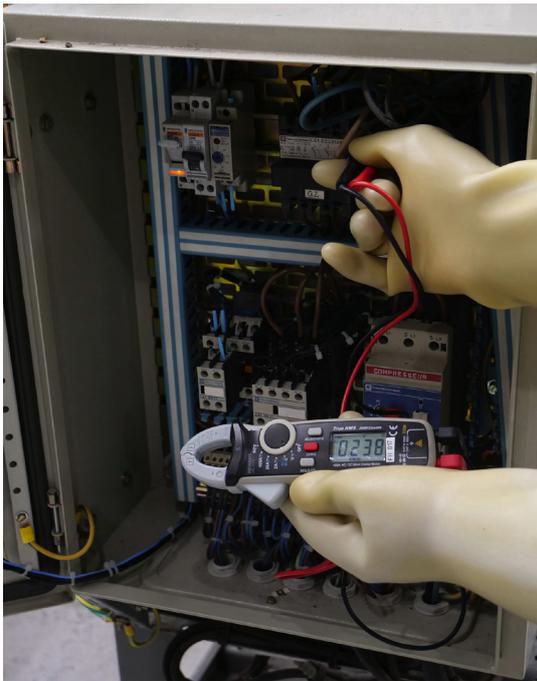
Lors de l'entretien, pour vérifier le bon fonctionnement d'un système air/air, il est essentiel de réaliser différentes mesures électriques sur les unités intérieure et extérieure. Voici une liste détaillée des mesures préconisées, à effectuer pour chaque unité :

**Mesures sur l'unité intérieure :**

- **Tensions électriques statiques** (système thermodynamique **à l'arrêt**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système à l'arrêt pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant.
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.
- **Tensions électriques dynamiques** (système thermodynamique **en fonctionnement**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système en fonctionnement pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.
- **Intensité de fonctionnement** :
  - Mesure de l'intensité absorbée par l'unité intérieure.
  - Valeur typique : Environ 0,5 à 30 A, selon la puissance de l'unité.
- **Mesures sur l'unité extérieure :**
- **Tensions électriques statiques** (système thermodynamique **à l'arrêt**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système à l'arrêt pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant.
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.

- **Tensions électriques dynamiques** (système thermodynamique **en fonctionnement**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système en fonctionnement pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant.
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.
- **Intensité de fonctionnement** :
  - Mesure de l'intensité absorbée par le ventilateur de l'unité extérieure.
  - Valeur typique : Environ 5 à 50A, selon la puissance du compresseur.
- **Intensité de démarrage** :
  - Mesure de l'intensité au démarrage du compresseur.
  - Valeur typique : Peut aller jusqu'à 5 à 7 fois l'intensité de fonctionnement.

**Figure 9 : Exemple de mesures électriques de tension et d'intensité**



## 2

## 2

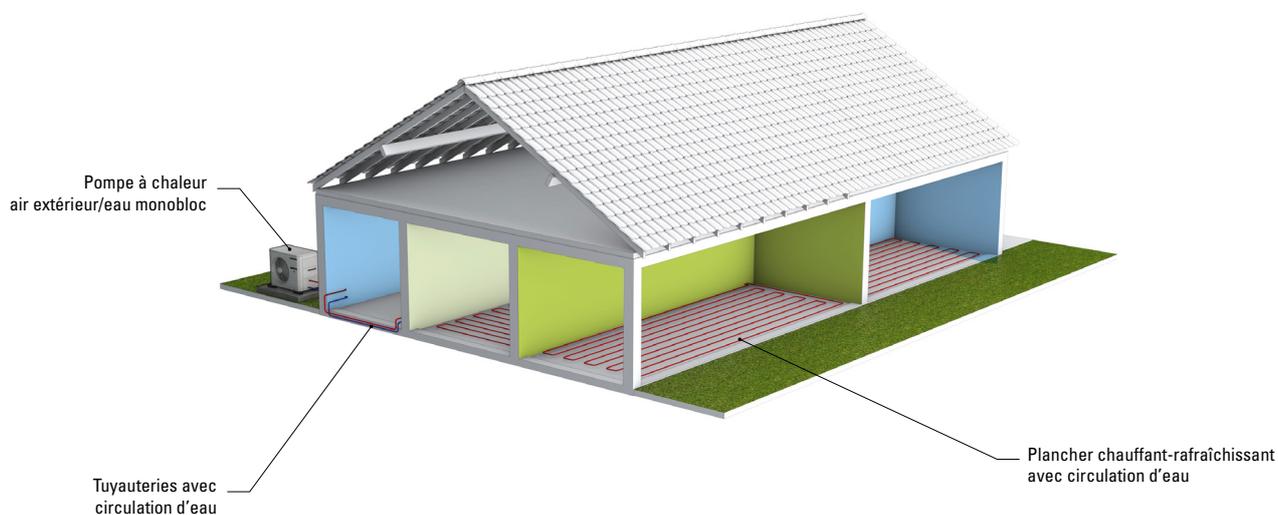
## LES SYSTÈMES AIR/EAU

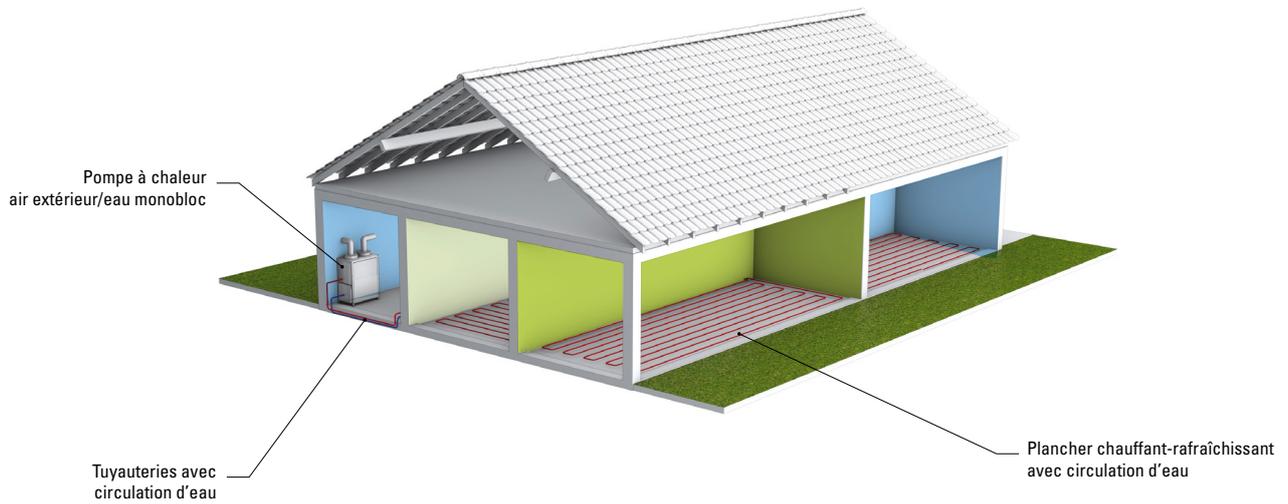
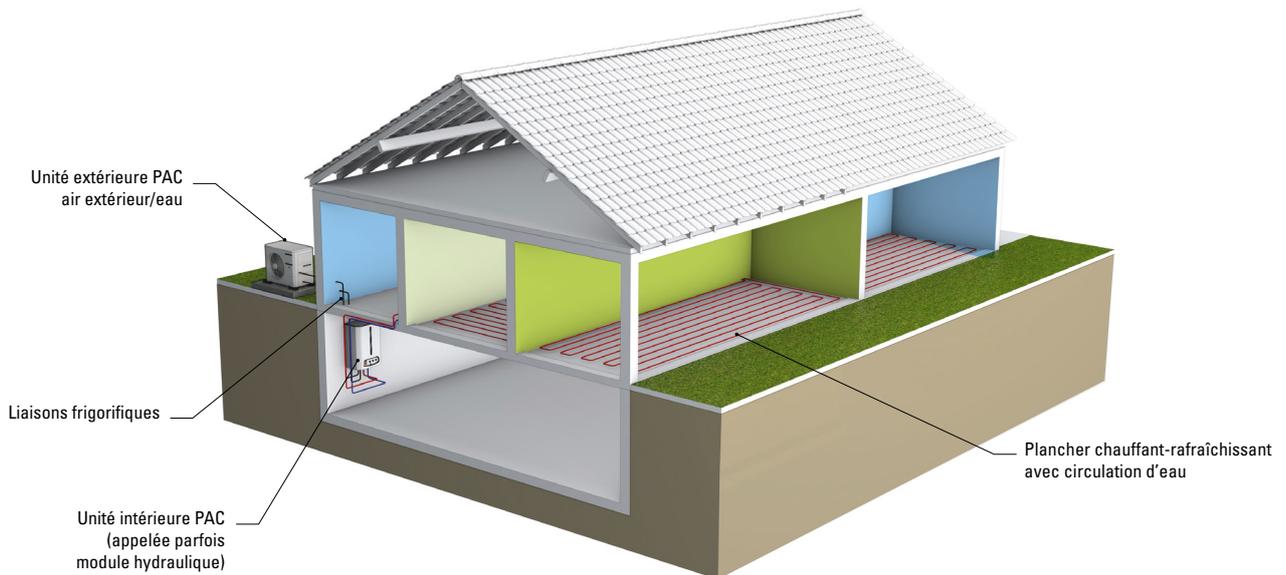
Ce chapitre porte sur les systèmes air extérieur/eau qui regroupent différentes technologies :

- Les systèmes monoblocs qui peuvent être associés à différents types d'émetteurs (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants ou ventilo-convecteurs, ...). Ils sont localisés à l'extérieur voire à l'intérieur.
- Les systèmes à éléments séparés (bi-blocs) split ou hydrosplit qui peuvent être associés à différents types d'émetteurs (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants ou ventilo-convecteurs, ...).
- Les systèmes mixtes qui sont capables de combiner différents types d'émetteurs tels que des radiateurs, des planchers chauffants-rafraîchissants et des ventilo-convecteurs.

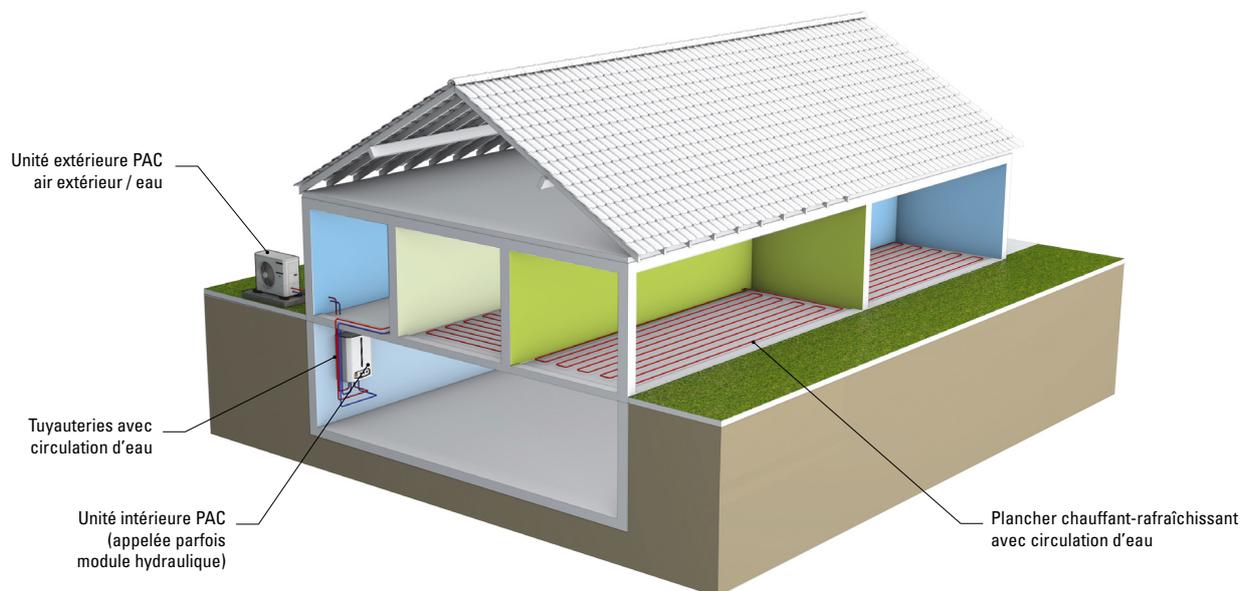
Sur les exemples de schémas de principe de ces différents systèmes ci-après, sont indiqués les principaux éléments qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien détaillées dans les chapitres suivants.

**Figure 10 :** Exemple de système air extérieur/eau monobloc localisé à l'extérieur

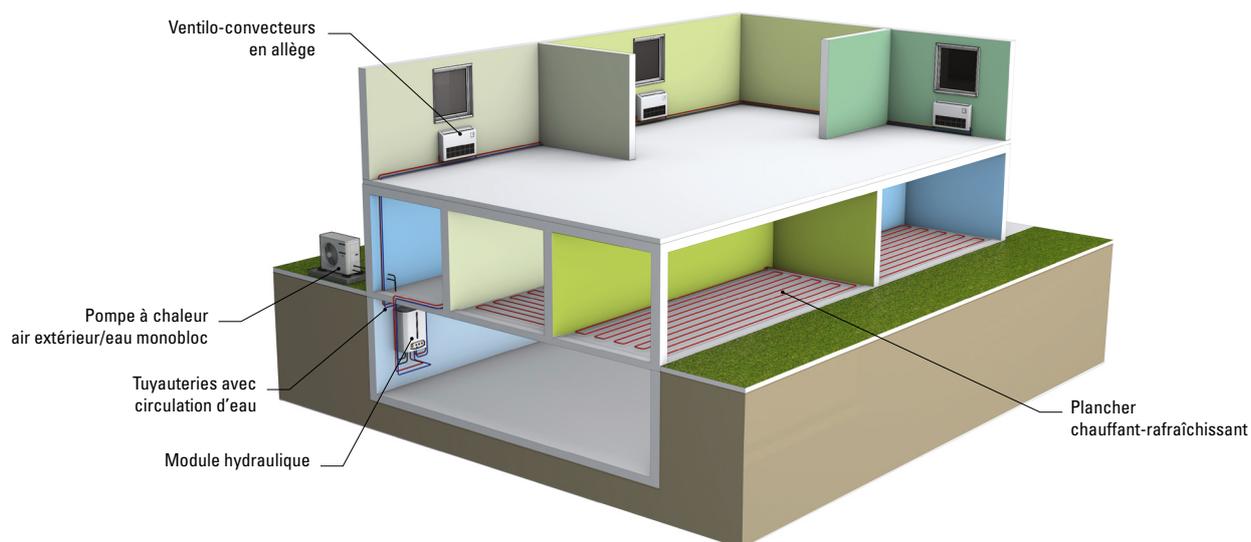


**Figure 11 : Exemple de système air extérieur/eau monobloc localisé à l'intérieur****Figure 12 : Exemple de système air extérieur/eau à éléments séparés bi bloc avec un raccordement frigorifique entre l'unité extérieure et intérieure (split)**

**Figure 13 :** Exemple de système air extérieur/eau à éléments séparés bi bloc avec un raccordement hydraulique entre l'unité extérieure et intérieure (hydrosplit)



**Figure 14 :** Exemple de système air extérieur/eau mixte avec des planchers chauffants-rafraîchissants et ventilo-convecteurs



## 2.2.1 LES NETTOYAGES

### 2.2.1.1 LES UNITÉS EXTÉRIEURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour les systèmes aérothermiques :

*Vérification de l'échangeur de l'unité extérieure et nettoyage si nécessaire »*

Les opérations de contrôles visuels et de nettoyage de l'unité extérieure sont identiques à celles des systèmes air/air (voir chapitre 2.1.1.).

## 2.2.2 LES VÉRIFICATIONS

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :

- ... Vérification du bon fonctionnement...

- Vérification du fonctionnement de l'inversion de cycle lorsque c'est possible.

...

*Système de pilotage :*

*L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation ...*

*- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »*

Pour assurer le bon fonctionnement et la longévité du système thermodynamique, il est essentiel de réaliser différentes opérations de vérification lors de l'entretien. Voici une liste détaillée des étapes à suivre pour **la vérification générale du bon fonctionnement** :

- Contrôler le circuit frigorifique et son étanchéité (voir chapitre 3).
- Contrôler le réseau hydraulique (circulateur, vase d'expansion, qualité de l'eau, isolation ... voir chapitre 5).
- Contrôler la régulation et la programmation (paramétrage, absence de code d'erreur... voir chapitre 4).
- Faire fonctionner le système, durant un cycle complet, dans les différents modes possibles : chauffage et/ou refroidissement.
- Contrôler l'absence de code d'erreur.
- Contrôler le dégivrage, le cas échéant.
- Pour les capteurs de mesure, vérifier que les valeurs affichées ne sont pas aberrantes. Il est recommandé également de vérifier le bon positionnement des éventuelles sondes déportées de température extérieure, températures d'eau et températures ambiantes (voir annexe 10.2).
- Contrôler l'état des plots anti vibratiles et l'absence de bruits anormaux, vibrations... dans l'unité extérieure et/ou intérieure.
- Réaliser des relevés de températures et des mesures électriques en marche puis à l'arrêt (voir chapitre ci-après « Les mesures »).
- Relever le temps de fonctionnement du système thermodynamique (compresseur, ventilateur, ...), le cas échéant.
- Contrôler la consommation énergétique afin de détecter toute anomalie ou surconsommation.

**Pour les systèmes réversibles, la vérification du bon fonctionnement de l'inversion de cycle** est identique à celle des systèmes air/air (voir chapitre 2.1.2.).

## 2.2.3 LES MESURES

### 2.2.3.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...

*Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure »*

Les mesures de températures au niveau de l'unité intérieure et extérieure à réaliser, en mode chauffage et refroidissement, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement	
<b>Système bi bloc</b>	
Unité extérieure	Unité intérieure
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air extérieur</li> <li>- Air rejeté</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Départ d'eau</li> <li>- Retour d'eau</li> </ul>
<b>Système monobloc</b>	
<b>Unité extérieure-intérieure</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air extérieur</li> <li>- Air rejeté</li> <li>- Départ d'eau</li> <li>- Retour d'eau</li> </ul>	

**Tableau 2** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes air/eau pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement).

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque** : Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système coté extérieur, à partir des valeurs ainsi mesurées ou relevées, il est nécessaire de **calculer l'écart de température entre l'entrée et la sortie de l'air de l'unité extérieure** et de le comparer aux valeurs indiquées par le constructeur. L'écart doit être généralement compris :

- En mode chaud, entre 10 et 20 K.
- En mode refroidissement, entre 5 à 10 K.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système coté intérieur, il est nécessaire de **calculer l'écart de température entre le départ et le retour**. Cet écart, au niveau de l'unité intérieure du système air/eau, est à comparer à la valeur indiquée par le constructeur (généralement inférieure à 10 K).

Des écarts anormaux traduisent des dysfonctionnements.

**Une vérification de la loi d'eau** est également à réaliser (voir chapitre 4.1.2).

**Pour la vérification du bon fonctionnement de la vanne d'inversion de cycle**, il est préconisé de réaliser également des mesures de températures sur les conduites d'entrée et de sortie de la vanne afin de vérifier le bon basculement en mode chauffage et refroidissement :

- **En mode chauffage**, la conduite sortant de la vanne vers l'échangeur de chaleur intérieur doit être chaude.
- **En mode refroidissement**, cette même conduite doit être froide.

### 2.2.3.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

Les mesures électriques à réaliser sont identiques à celles des systèmes air/air (voir chapitre 2.1.3.).

2

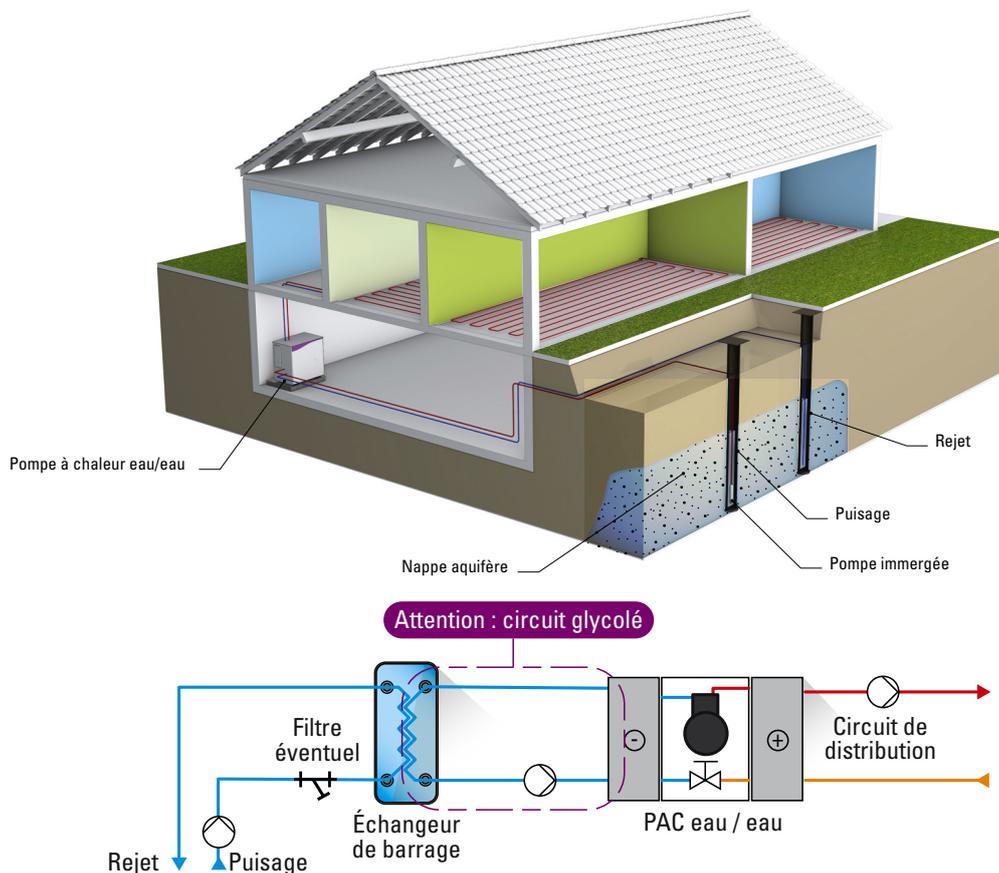
3

## LES SYSTÈMES EAU/EAU

Ce chapitre concerne les systèmes thermodynamiques **sur eau de nappe aquifère**. Ces systèmes peuvent être associés à différents types d'émetteurs (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants, ventilo-convecteurs, ...).

Sur l'exemple de schéma de principe ci-après, sont indiqués les principaux éléments de ces systèmes qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien, détaillées dans les sous-chapitres suivants.

**Figure 15 : Exemple de système eau/eau sur nappe aquifère**



### 2.3.1 LES VÉRIFICATIONS

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :

- ... Vérification du bon fonctionnement. ...

Système de pilotage :

L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »

Pour assurer le bon fonctionnement et la longévité du système thermodynamique, il est essentiel de réaliser différentes opérations de vérification lors de l'entretien. Voici une liste détaillée des étapes à suivre pour **la vérification générale du bon fonctionnement** :

- Contrôler le circuit frigorifique et son étanchéité (voir chapitre 3).
- Contrôler le circuit intermédiaire d'eau glycolée et le réseau hydraulique de distribution desservant les émetteurs (circulateurs, vase d'expansion, qualité de l'eau, glycol, isolation ..., voir chapitre 5).
- Contrôler la régulation et la programmation (paramétrage, absence de code d'erreur..., voir chapitre 4).
- Faire fonctionner le système, durant un cycle complet, dans les différents modes possibles : chauffage et/ou refroidissement.
- Contrôler l'absence de code d'erreur.
- Pour les capteurs de mesure, vérifier que les valeurs affichées ne sont pas aberrantes. Il est recommandé également de vérifier le bon positionnement des éventuelles sondes déportées de températures d'eau et de températures ambiantes (voir annexe 10.2).
- Contrôler l'état des plots anti-vibratiles et l'absence de bruits anormaux, vibrations... du système.
- Réaliser des relevés de températures et des mesures électriques en marche puis à l'arrêt (voir chapitre ci-après « Les mesures »).
- Contrôler la consommation énergétique afin de détecter toute anomalie ou surconsommation.

## 2.3.2 LES MESURES

### 2.3.2.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
 « Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
 Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure »

Les mesures de températures à réaliser, en mode chauffage et refroidissement, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement		
Sur le circuit eau de nappe	Sur le circuit eau glycolé intermédiaire	Sur le circuit de distribution
- Eau de nappe au puisage - Eau rejetée	- Départ eau glycolée - Retour	- Départ d'eau - Retour

**Tableau 3** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes eau/eau pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement).

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque** : Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique, à partir des valeurs ainsi mesurées ou relevées, il est nécessaire de **calculer les écarts de températures entre les départs et les retours**. Ces écarts sont à comparer aux valeurs indiquées par le constructeur (généralement inférieur à 10 K sur le circuit de distribution).

Des écarts anormaux traduisent des dysfonctionnements.

**Une vérification de la loi d'eau** est également à réaliser (voir chapitre 4.1.2).

### 2.3.2.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

Lors de l'entretien, pour vérifier le bon fonctionnement d'un système eau/eau, il est essentiel de réaliser différentes mesures électriques. Voici une liste détaillée des mesures préconisées, à effectuer :

- **Tensions électriques statiques** (système thermodynamique **à l'arrêt**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système à l'arrêt pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant.
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.
- **Tensions électriques dynamiques** (système thermodynamique **en fonctionnement**) :
  - Vérification de la tension d'alimentation générale (TGBT) et également aux bornes du système en fonctionnement pour s'assurer qu'elles correspondent bien aux spécifications du fabricant.
  - Valeurs typiques : 230V ou 400V, selon le système.
- **Intensité de fonctionnement** :
  - Mesure de l'intensité absorbée par le système.
  - Valeur typique : Environ 5 à 50 A, selon la puissance du compresseur
- **Intensité de démarrage** :
  - Mesure de l'intensité au démarrage du compresseur.
  - Valeur typique : Peut aller jusqu'à 5 à 7 fois l'intensité de fonctionnement.

## 2

## 4

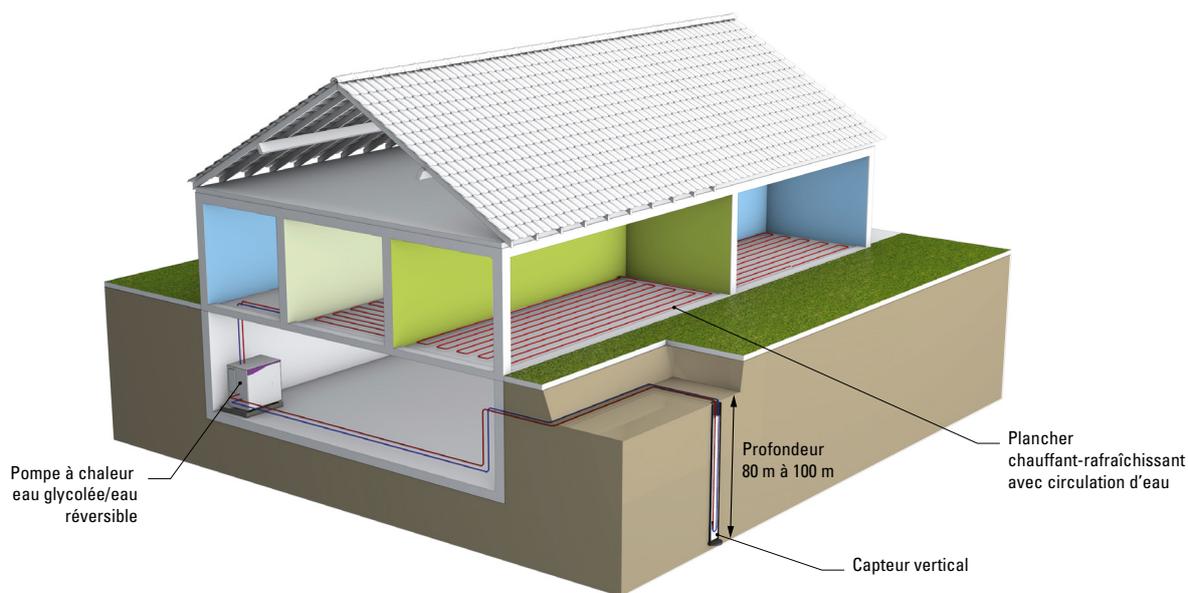
## LES SYSTÈMES EAU GLYCOLÉE /EAU

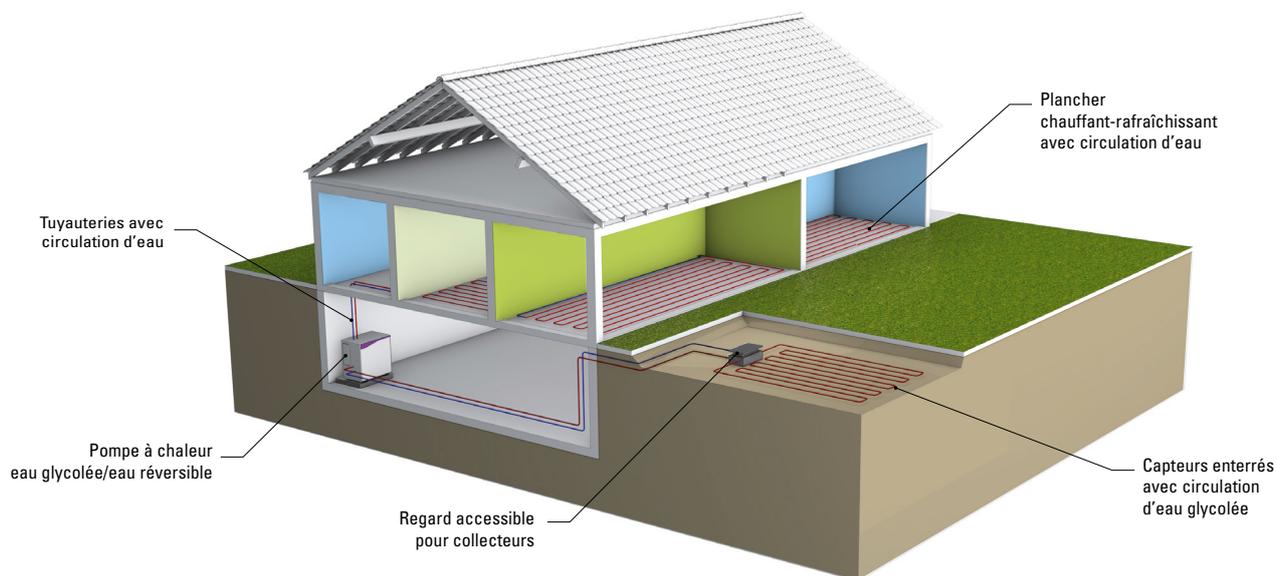
Ce chapitre porte sur les systèmes eau glycolée/eau. Ces systèmes monoblocs peuvent être associés à divers types d'émetteurs (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants, ventilo-convecteurs, ...) ainsi qu'à différents types de capteurs :

- Capteurs enterrés verticaux ou sondes géothermiques verticales.
- Capteurs enterrés horizontaux.

Sur les exemples de schémas de principe de ces différents systèmes ci-après, sont indiqués les principaux éléments qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien détaillées dans les chapitres suivants.

**Figure 16 :** Exemple de système eau glycolée/eau monobloc avec sondes géothermiques verticales.



**Figure 17 : Exemple de système eau glycolée/eau monobloc avec capteurs enterrés horizontaux.**

## 2.4.1 LES VÉRIFICATIONS

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :  
- ... Vérification du bon fonctionnement... »

Système de pilotage :

L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »

Les opérations de vérification du bon fonctionnement sont identiques à celles des systèmes eau/eau (voir chapitre 2.3.1).

## 2.4.2 LES MESURES

### 2.4.2.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ... »

Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure »

**Les mesures de températures**, à réaliser, **en mode chauffage et refroidissement**, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement	
Sur le circuit des capteurs enterrés verticaux ou horizontaux	Sur le circuit de distribution
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eau en sortie des capteurs</li> <li>- Eau en entrée des capteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Départ d'eau</li> <li>- Retour d'eau</li> </ul>

**Tableau 4** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes eau glycolée/eau pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement)

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque** : Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique, à partir des valeurs ainsi mesurées ou relevées, il est nécessaire de **calculer les écarts de températures entre les départs et les retours**. Ces écarts sont à comparer aux valeurs indiquées par le constructeur (généralement inférieur à 10 K sur le circuit de distribution).

Des écarts anormaux traduisent des dysfonctionnements.

**Une vérification de la loi d'eau** est également à réaliser (voir chapitre 4.1.2).

## 2.4.2.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

Les opérations de mesures électriques sont identiques à celles pour les systèmes eau/eau (voir chapitre 2.3.2.).

2

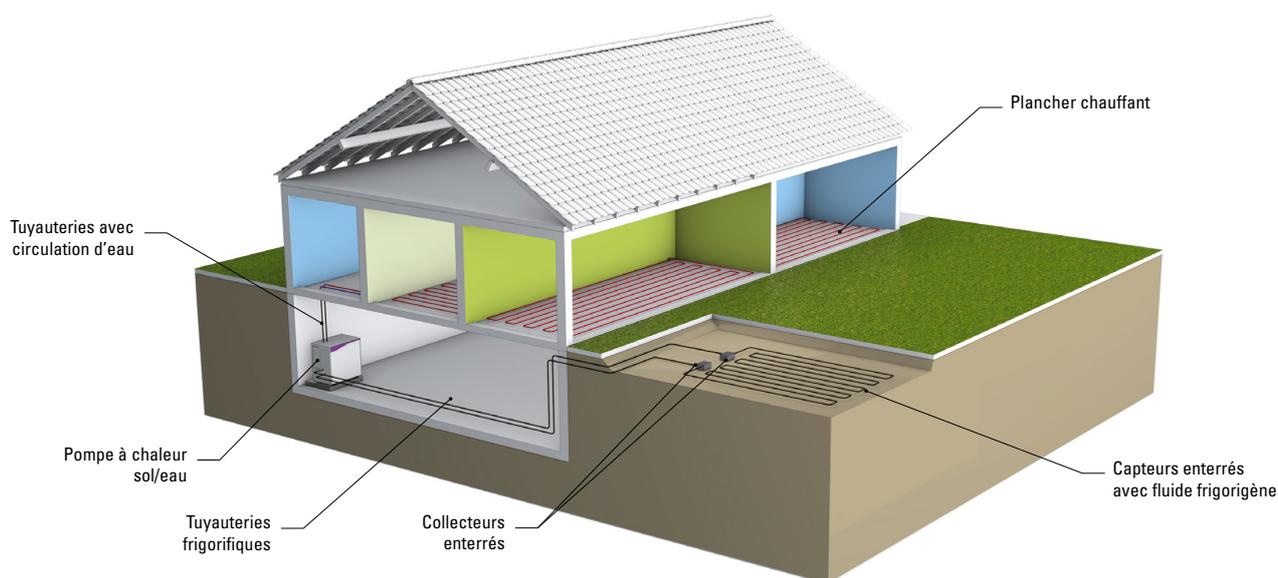
5

## LES SYSTÈMES SOL /EAU

Ce chapitre porte sur les systèmes sol/eau qui comportent des **capteurs enterrés avec du fluide frigorigène**. Ce système peut être associé à différents types d'émetteurs (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants, ventilo-convecteurs, ...).

Sur l'exemple de schéma de principe ci-après, sont indiqués les principaux éléments qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien détaillées dans les chapitres suivants.

**Figure 18** : Exemple de système sol/eau monobloc en décapage avec une distribution hydraulique.



### 2.5.1 LES VÉRIFICATIONS

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :

- .... Vérification du bon fonctionnement...

...

Systeme de pilotage :

L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »

Pour assurer le bon fonctionnement et la longévité du système thermodynamique, il est essentiel de réaliser différentes opérations de vérification lors de l'entretien. Voici une liste détaillée des étapes à suivre pour **la vérification générale du bon fonctionnement** :

- Contrôler le circuit frigorifique et son étanchéité (voir chapitre 3).
- Contrôler le réseau hydraulique (circulateurs, vase d'expansion, qualité de l'eau, isolation ... voir chapitre 5).
- Contrôler la régulation et la programmation (paramétrage, absence de code d'erreur... voir chapitre 4).
- Faire fonctionner le système, durant un cycle complet, dans les différents modes possibles : chauffage et/ou refroidissement.
- Contrôler l'absence de code d'erreur.
- Pour les capteurs de mesure, vérifier que les valeurs affichées ne sont pas aberrantes. Il est recommandé également de vérifier le bon positionnement des éventuelles sondes déportées de températures d'eau et températures ambiantes (voir annexe 10.2).
- Contrôler l'état des plots anti-vibratiles et l'absence de bruits anormaux, vibrations, ...du système
- Réaliser des relevés de températures et des mesures électriques en marche puis à l'arrêt (voir chapitre ci-après « Les mesures »).
- Contrôler la consommation énergétique afin de détecter toute anomalie ou surconsommation.

## 2.5.2 LES MESURES

### 2.5.2.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure* »

Les mesures de températures à réaliser, **en mode chauffage et refroidissement**, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures de températures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement	
Sur le circuit frigorifique	Sur le circuit de distribution
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sortie évaporateur ou entrée compresseur</li> <li>- Sortie condenseur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Départ d'eau</li> <li>- Retour d'eau</li> </ul>

**Tableau 5** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes sol/eau, lors de l'entretien pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement)

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque :** Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique, à partir des valeurs ainsi mesurées ou relevées, il est nécessaire de **calculer l'écart de température entre le départ et le retour d'eau**. Cet écart est à comparer aux valeurs indiquées par le constructeur (généralement inférieur à 10 K sur le circuit de distribution).

Des écarts anormaux traduisent des dysfonctionnements.

**La mesure de la surchauffe et du sous-refroidissement** est également recommandée pour contrôler son bon fonctionnement et son efficacité :

- **Mesure de la surchauffe :**

- La surchauffe est la différence entre la **température du fluide frigorigène à l'entrée du compresseur et la température d'évaporation du fluide frigorigène dans l'évaporateur**. La température d'évaporation peut être déterminée, grâce à un abaque, à partir du relevé de la **pression à la sortie de l'évaporateur**, si le manomètre ne permet pas de lire directement cette température. La mesure de la surchauffe permet de s'assurer que le fluide frigorigène est bien évaporé avant d'entrer dans le compresseur, évitant ainsi les dommages potentiels (voir annexe 10.4).

- **Mesure du sous-refroidissement :**

- Le sous-refroidissement est la différence entre la **température de condensation du fluide frigorigène dans le condenseur et la température du fluide frigorigène liquide à la sortie du condenseur**. La température de condensation peut être déterminée, grâce à un abaque, à partir du relevé de la **pression à l'entrée du condenseur**, si le manomètre ne permet pas de lire directement cette température. La mesure du sous-refroidissement permet de s'assurer que le fluide frigorigène est bien liquéfié avant de passer par le détendeur, ce qui améliore l'efficacité du système et évite également les dommages potentiels (voir annexe 10.4).

**Remarque :**

En l'absence de dispositifs intégrés de mesure des pressions, la détermination des températures d'évaporation et de condensation requière, dans ce cas, l'utilisation d'un **manomètre externe**, ce qui ne peut être réalisé que par un **opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes**.

Mesures de la surchauffe et du sous-refroidissement	
Surchauffe = T° sortie fluide frigorigène de l'évaporateur - T° évaporation	Sous-refroidissement = T° condensation - T° sortie fluide frigorigène du condenseur
<b>Valeurs usuelles : 3 à 8K</b>	

**Tableau 6** Les mesures à réaliser pour vérifier la surchauffe et le sous-refroidissement

Une vérification de la loi d'eau est également à réaliser (voir chapitre 4.1.2).

### 2.5.2.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

Les opérations de mesures électriques sont identiques à celles pour les systèmes eau/eau (voir chapitre 2.3.2.).

## 2

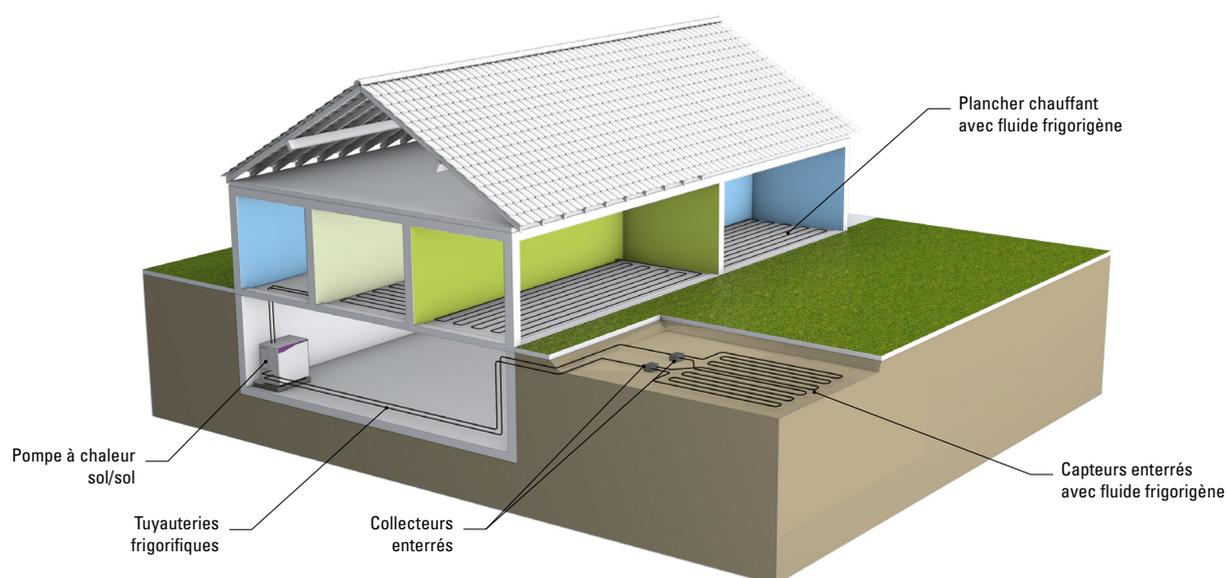
## 6

## LES SYSTEMES SOL /SOL

Ce chapitre porte sur les systèmes sol/sol qui comportent des **capteurs enterrés avec du fluide frigorigène** et sont associés à des **planchers chauffants-rafraîchissants** également parcourus par du **fluide frigorigène**.

Sur l'exemple de schéma de principe ci-après, sont indiqués les principaux éléments qui font l'objet de vérifications lors de l'entretien détaillées dans les chapitres suivants.

**Figure 19 :** Exemple de système sol/sol monobloc en décapage avec une distribution fluide.



## 2.6.1 LES VÉRIFICATIONS

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour tous les systèmes thermodynamiques :

– .... Vérification du bon fonctionnement...

...

Systeme de pilotage :

L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

– vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant »

Pour assurer le bon fonctionnement et la longévité du système thermodynamique, il est essentiel de réaliser différentes opérations de vérification lors de l'entretien. Voici une liste détaillée des étapes à suivre pour **la vérification générale du bon fonctionnement** :

- Contrôler le circuit frigorifique et son étanchéité (voir chapitre 3).
- Contrôler la régulation et la programmation (paramétrage, absence de code d'erreur... voir chapitre 4).
- Faire fonctionner le système, durant un cycle complet, dans les différents modes possibles : chauffage et/ou refroidissement.
- Contrôler l'absence de code d'erreur.
- Pour les capteurs de mesure, vérifier que les valeurs affichées ne sont pas aberrantes. Il est recommandé également de vérifier le bon positionnement des éventuelles sondes déportées de températures ambiantes (voir annexe 10.2).
- Contrôler l'état des plots anti-vibratiles et l'absence de bruits anormaux, vibrations, ...du système.
- Réaliser des relevés de températures et des mesures électriques en marche puis à l'arrêt (voir chapitre ci-après « Les mesures »).
- Contrôler la consommation énergétique afin de détecter toute anomalie ou surconsommation.

## 2.6.2 LES MESURES

### 2.6.2.1 LES MESURES DE TEMPÉRATURES

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
 « Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
 Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure »

**Les mesures de températures** au niveau de l'unité à réaliser, **en mode chauffage et refroidissement**, lors de l'entretien, ont pour but de vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique et de détecter d'éventuels dysfonctionnements.

Les mesures préconisées, à effectuer, sont indiquées dans le tableau ci-après.

Mesures de températures à réaliser en mode chauffage et refroidissement	
Évaporateur	Condenseur
- Sortie évaporateur ou entrée compresseur	- Sortie condenseur

**Tableau 7** Les mesures de températures préconisées, à effectuer, lors de l'entretien des systèmes sol-sol, pour les différents modes de fonctionnement possibles (chauffage et/ou refroidissement).

Pour la réalisation de ces mesures, il est préconisé :

- D'utiliser des thermocouples ou des sondes de température **précis** et **adaptés** aux différentes parties du système.
- De **placer les sondes** de température pour obtenir des mesures représentatives et sans interférer avec le fonctionnement normal de l'unité.
- De prendre des mesures à des intervalles de temps réguliers pour vérifier la **stabilité** des températures.
- De s'assurer que le système fonctionne dans des **conditions normales** lors de la prise des mesures pour obtenir des données pertinentes.

**Remarque** : Au lieu de réaliser des mesures, il est possible également de **relever les valeurs affichées** par le dispositif de contrôle du système.

Pour vérifier le bon fonctionnement du système thermodynamique, les **valeurs mesurées** (températures de sortie évaporateur ou entrée compresseur et de sortie condenseur) ainsi qu'éventuellement les **températures ambiantes** sont à **comparer aux valeurs indiquées** par le constructeur et **aux températures de consigne programmées**.

La **mesure de la surchauffe et du sous-refroidissement** est également essentielle pour contrôler son bon fonctionnement et son efficacité :

- **Mesure de la surchauffe :**

- La surchauffe est la différence entre la **température du fluide frigorigène à l'entrée du compresseur et la température d'évaporation du fluide frigorigène dans l'évaporateur**. La température d'évaporation peut être déterminée, grâce à un abaque, à partir du relevé de **la pression à la sortie de l'évaporateur**, si le manomètre ne permet pas de lire directement cette température. La mesure de la surchauffe permet de s'assurer que le fluide frigorigène est bien évaporé avant d'entrer dans le compresseur, évitant ainsi les dommages potentiels (voir annexe 10.4).

- **Mesure du sous-refroidissement :**

- Le sous-refroidissement est la différence entre **la température de condensation du fluide frigorigène dans le condenseur et la température du fluide frigorigène liquide à la sortie du condenseur**. La température de condensation peut être déterminée, grâce à un abaque, à partir du relevé de **la pression à l'entrée du condenseur**, si le manomètre ne permet pas de lire directement cette température. La mesure du sous-refroidissement permet de s'assurer que le fluide frigorigène est bien liquéfié avant de passer par le détendeur, ce qui améliore l'efficacité du système et évite également les dommages potentiels (voir annexe 10.4).

**Remarque :**

En l'absence de dispositifs intégrés de mesure des pressions, la détermination des températures d'évaporation et de condensation requière, dans ce cas, l'utilisation d'un **manomètre externe**, ce qui ne peut être réalisé que par un **opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes**.

Mesures de la surchauffe et du sous-refroidissement	
Surchauffe = T° sortie fluide frigorigène de l'évaporateur – T° évaporation	Sous-refroidissement = T° condensation – T° sortie fluide frigorigène du condenseur
<b>Valeurs usuelles : 3 à 8K</b>	

**Tableau 8** Les mesures à réaliser pour vérifier la surchauffe et le sous-refroidissement

## 2.6.2.2 LES MESURES ÉLECTRIQUES

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
« Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
*Mesure des tensions électriques statiques et dynamiques.* »

Les opérations de mesures électriques sont identiques à celles pour les systèmes eau/eau (voir chapitre 2.3.2.).

# 3

## LE CONTRÔLE DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE

Le contrôle du circuit frigorifique est essentiel pour assurer le bon fonctionnement et l'efficacité énergétique des systèmes thermodynamiques, garantissant ainsi la sécurité, la durabilité et la performance optimale des équipements.

3

1

### LA VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DU CIRCUIT

Il est recommandé de **contrôler visuellement l'état** des circuits frigorifiques, notamment les circuits transitant à l'extérieur. Si le calorifuge et son revêtement éventuel sont absents ou dégradés, leur remplacement devra être préconisé (voir chapitre 7.2. sur les conseils).

La NF DTU 65-16 P1-2 de juin 2017 sur les installations de pompes à chaleur impose une isolation a minima de **classe 2** (telle que définie dans la norme NF EN 12 828).

**Remarque** : La dégradation du calorifuge peut être un **signe éventuel de fuites de fluide** frigorigène.

**Figure 20** : Lors de l'entretien, une vérification visuelle de l'état des circuits frigorifiques et de leur calorifugeage est à réaliser.



3

2

## LE CONTRÔLE DE L'ÉTANCHEITÉ DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE

Le contrôle de l'étanchéité du circuit frigorifique est une procédure essentielle visant à détecter les fuites éventuelles de fluide frigorigène qui peuvent entraîner des pertes de performances, des risques pour la sécurité et avoir des impacts environnementaux.

Pour un système thermodynamique d'une puissance utile entre 4 et 70 kW, il est obligatoire de réaliser une vérification visuelle ou bien un contrôle d'étanchéité du circuit frigorifique soumis à une qualification spécifique, selon la charge ou le tonnage équivalent CO<sub>2</sub> du fluide frigorigène.

### 3.2.1 LA VÉRIFICATION VISUELLE DE L'ÉTANCHEITÉ

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :

« *Le contrôle d'étanchéité prévu par l'article R. 224-44-2 du code de l'environnement comporte :*

- *La vérification du voyant de fluide frigorigène, le cas échéant*
- *Un relevé des pressions à l'entrée et à la sortie du compresseur sur les manomètres, le cas échéant. »*

Pour les systèmes thermodynamiques de 4 à 70 kW, une vérification visuelle peut être réalisée jusqu'aux valeurs de charge de fluide ou de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent indiquées dans le tableau ci-après.

Cette vérification visuelle peut être effectuée par un **technicien de maintenance, non détenteur d'une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes**, à condition qu'il n'intervienne pas sur le circuit frigorifique. Lors de l'entretien, le technicien de maintenance sera donc chargé, a minima, de réaliser les opérations spécifiées dans l'article 2 de l'arrêté du 24 juillet 2020, citées ci-avant, soit :

- La vérification du voyant de fluide frigorigène, le cas échéant.
- Un relevé des pressions à l'entrée et à la sortie du compresseur sur les manomètres, le cas échéant.

En cas d'absence de manomètres ou de voyant de présence de fluide sur le système thermodynamique, la vérification est sans objet.

Lors de la vérification visuelle, il est recommandé en complément de regarder l'absence de signe de fuite de fluide frigorigène sur le circuit frigorifique (trace d'huile, dégradation du calorifuge ...).

À l'issue de la vérification visuelle d'étanchéité, si une fuite de fluide frigorigène est suspectée, **seul un technicien titulaire de l'attestation d'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes sera habilité à intervenir.**

Valeurs limites de charge de fluide en-deçà desquelles un contrôle d'étanchéité soumis à une qualification spécifique n'est pas imposé		
Type de fluide frigorigène	Systèmes non hermétiquement scellés	Systèmes hermétiquement scellés
HCFC	< 2 kg de charge	
HFC HFC/HFO	< 5 t.éq.CO <sub>2</sub>	< 10 t.éq.CO <sub>2</sub>
HFO	< 1 kg de charge	< 2 kg de charge
Tous types de fluides non naturels		Système thermodynamique hermétiquement scellés contenant moins de 3 kg de gaz à effet de serre fluorés
		Système thermodynamique hermétiquement scellés étiquetés en conséquence et contenant moins de 6 kg de gaz à effet de serre fluorés
Fluides naturels (HC, inorganiques...)	Pas de contrôle d'étanchéité imposé quelle que soit la charge	

**Tableau 9** Les valeurs limites en deçà desquelles un contrôle visuel est à réaliser lors de l'entretien des systèmes thermodynamiques de 4 à 70 kW. Aucun contrôle d'étanchéité par un technicien de maintenance détenteur d'une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes n'est pas imposé en dessous de ces valeurs spécifiées par le règlement F-Gas.

#### NOTE



Pour les systèmes thermodynamiques d'une puissance utile inférieure à 4kW, aucune vérification et contrôle d'étanchéité n'est à réaliser.

### 3.2.2 LE CONTRÔLE DE L'ÉTANCHEITÉ SOUMIS À UNE QUALIFICATION

Pour les charges de fluide ou de tonnes équivalent CO<sub>2</sub> indiquées dans le tableau ci-après, pour les systèmes non hermétiquement scellés de 4 à 70 kW, un **contrôle d'étanchéité par un opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes** est obligatoire. Pour les systèmes hermétiquement scellés de 4 à 70 kW, ce contrôle est imposé pour des valeurs limites de charge plus élevées précisées dans le tableau ci-avant.

Ce contrôle est à réaliser **tel que décrit dans l'arrêté du 29 février 2016** modifié relatif à certains fluides frigorigènes et aux gaz à effet de serre fluorés. Il fait l'objet d'une fiche d'intervention spécifique (Cerfa n°15497\*04).

Ce contrôle repose sur différentes techniques visant à détecter et localiser les fuites, permettant ainsi une intervention rapide pour les réparer. Parmi les techniques couramment utilisées, on retrouve les détecteurs électroniques de fuite, la méthode de la mousse savonneuse, ainsi que des techniques plus avancées. Le contrôle d'étanchéité permet de réduire les pertes de fluide et ainsi de limiter leur impact environnemental et assurer le respect des réglementations internationales telles que le règlement européen F-Gas.

Systèmes thermodynamiques de 4 à 70kW non hermétiquement scellés			
Type de fluide frigorigène	Valeurs de charge de fluide pour lesquelles un contrôle d'étanchéité requérant une qualification spécifique est imposé	Périodicité des contrôles en l'absence de dispositif de détection de fuite	Périodicité des contrôles en présence d'un dispositif de détection de fuite
HCFC	2 kg ≤ charge < 30 kg	12 mois	
	30 kg ≤ charge < 300 kg	6 mois	
	300 kg ≤ charge	3 mois	
HFC HFC/HFO	5 t.équ.CO <sub>2</sub> ≤ charge < 50 t.équ.CO <sub>2</sub>	12 mois	24 mois
	50 t.équ.CO <sub>2</sub> ≤ charge < 500 t.équ.CO <sub>2</sub>	6 mois	12 mois
	500 t.équ.CO <sub>2</sub> ≤ charge	3 mois *	6 mois
HFO	1 kg ≤ charge < 10 kg	12 mois	24 mois
	10 kg ≤ charge < 100 kg	6 mois	12 mois
	100 kg ≤ charge	3 mois *	6 mois
Fluides naturels (HC, inorganiques...)	Aucun contrôle d'étanchéité, selon le règlement européen F-GAS		

\* Système de détection de fuite avec alerte obligatoire et contrôlé tous les 12 mois

**Tableau 10** Les valeurs pour lesquelles un contrôle d'étanchéité tel que défini par l'arrêté du 29 février 2016, est à réaliser pour les systèmes thermodynamiques de 4 à 70 kW, non hermétiquement scellés.

## 3

## 3

## LE CONTRÔLE DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ FLUIDIQUE

Le contrôle des dispositifs de sécurité fluidique des systèmes thermodynamiques est essentiel pour garantir le bon fonctionnement, la durabilité et la sécurité de l'installation. Les dispositifs de sécurité jouent un rôle crucial en protégeant le système contre les anomalies qui pourraient entraîner des dommages matériels ou des risques pour la sécurité des utilisateurs. Les opérations de contrôle doivent porter à la fois sur les dispositifs de protections frigorifiques et électriques du système indiqués ci-après.

### 3.3.1 LES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ FRIGORIFIQUE

Lors de l'entretien, il est préconisé de procéder à un nettoyage, si nécessaire, des différents dispositifs de sécurité frigorifique et à un contrôle visuel. Ce contrôle visuel consiste à vérifier l'absence de code d'erreur et de dommages sur ces dispositifs de sécurité frigorifique de pression et de température.

Les dispositifs de sécurité frigorifique de pression correspondent soit à des capteurs de pression (transducteur) soit à des pressostats :

- **Le Pressostat Haute Pression (PHP)** : Il coupe le compresseur en cas de pression excessive dans le circuit, prévenant ainsi des risques d'explosion ou de rupture des composants. Le PHP doit être réglé pour couper juste en dessous de la pression maximale tolérée par le système thermodynamique.
- **Le Pressostat Basse Pression (PBP)** : Il arrête le compresseur si la pression dans le circuit chute en dessous d'un seuil critique (environ 0.2 bar), indiquant un problème tel qu'une fuite de fluide frigorigène ou une obstruction. Le PBP protège ainsi le compresseur contre un fonctionnement à vide qui pourrait causer sa surchauffe et sa détérioration.

**Le contrôle des pressostats de sécurité PHP et PBP** est imposé par la directive 2014/68/UE relative aux équipements sous pression (DESP).

**Les capteurs de température** permettent de surveiller les températures des différents composants du circuit frigorifique. Ils aident à détecter des anomalies comme une surchauffe ou un sous-refroidissement. Des températures anormales peuvent indiquer des problèmes de circulation du fluide frigorigène ou un mauvais fonctionnement des autres composants du système.

### 3.3.2 LES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE

Les dispositifs de sécurité électrique doivent être régulièrement inspectés et maintenus pour prévenir les anomalies et les pannes :

- Les fusibles et disjoncteurs
  - Les fusibles et disjoncteurs protègent le système contre les courts-circuits et les surintensités. Ils doivent être régulièrement inspectés et remplacés si nécessaire pour garantir une protection efficace. Les disjoncteurs, en particulier, doivent être testés pour vérifier leur bon fonctionnement.
- La mise à la terre
  - Une mise à la terre adéquate est essentielle pour la sécurité électrique des systèmes thermodynamiques. Elle protège contre les chocs électriques en cas de défaut d'isolement. Le système de mise à la terre doit être vérifié pour s'assurer qu'il est en bon état et conforme aux normes de sécurité.

#### NOTE



Il est recommandé également de procéder, de manière générale, à une vérification de l'ensemble des connexions électriques (vérification de l'état des câbles, nettoyage des borniers, resserrages, ...).

# 4

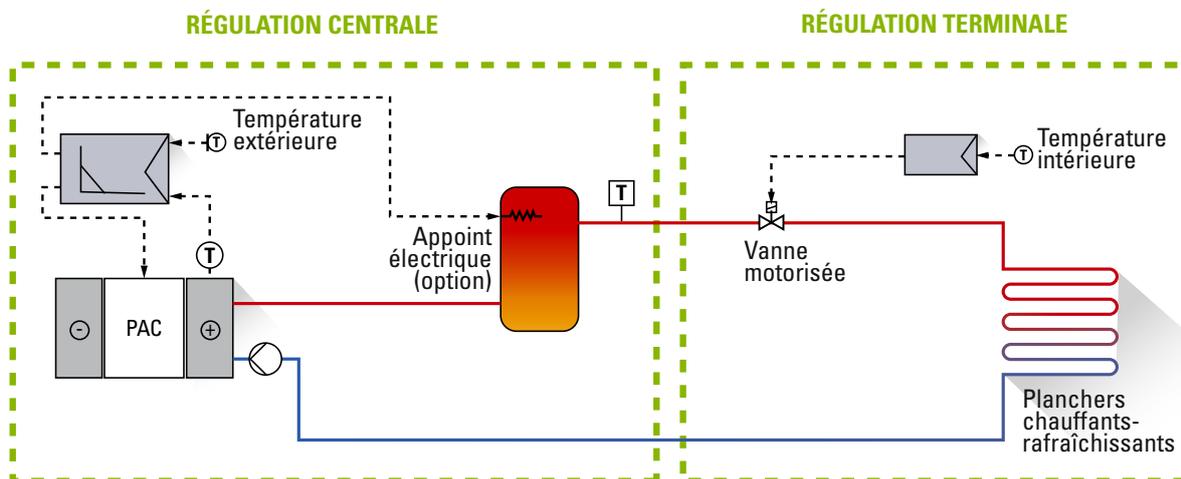
## LE CONTRÔLE DE LA REGULATION ET DE LA PROGRAMMATION DE L'INSTALLATION

Le bon fonctionnement de la régulation et de la programmation d'une installation thermodynamique, ainsi que le bon réglage de celles-ci, jouent un rôle crucial vis-à-vis de la maîtrise des consommations d'énergie, c'est pourquoi il est important lors de l'entretien de les contrôler.

Ci-après sont présentées les différentes vérifications qui doivent être réalisées sur :

- La régulation centrale du chauffage et du refroidissement.
- La régulation terminale des circuits hydrauliques ou aérauliques.
- La programmation du chauffage et du refroidissement.

**Figure 21 :** Exemple de systèmes de régulation centrale et terminale d'une installation thermodynamique.



## 4

## 1

## LA RÉGULATION CENTRALE

## 4.1.1 LA VÉRIFICATION DE LA PRÉSENCE D'UNE RÉGULATION ET DE LA CLASSE DU RÉGULATEUR

OBLIGATIONS  
RÉGLEMENTAIRES

EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« *SYSTÈME DE PILOTAGE...*

*Dans les parties accessibles du bâtiment, l'entretien doit comporter la vérification de la présence ou non d'un système de régulation automatique de la température de chauffage ou de refroidissement, c'est-à-dire l'équipement ou la combinaison des équipements agissant sur le système de chauffage ou de refroidissement et permettant :*

...

*- la régulation de la production de chaleur ou de froid afin de répondre aux points précédents. Les systèmes de chauffage central à eau, sauf incompatibilité technique entre ce système de chauffage et le régulateur, sont équipés pour ce faire d'un régulateur relevant de l'une des classes IV, V, VI, VII ou VIII telles que définies au paragraphe 6.1 de la communication de la Commission 2014/ C 207/02 dans le cadre du règlement (UE) n° 813/2013. »*

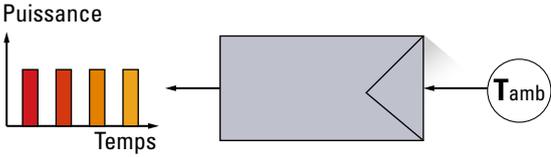
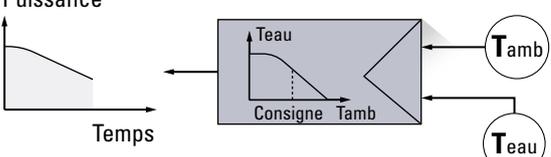
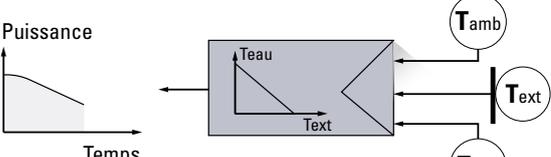
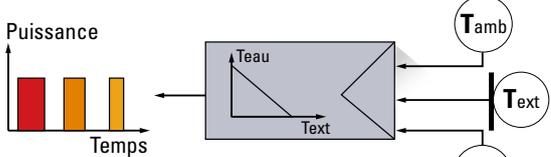
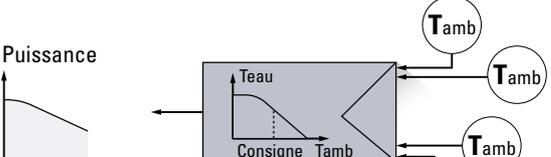
Lors de l'entretien, la **vérification de la présence ou non** d'une régulation de la production de chaleur et/ou de froid est imposée.

Pour les **systèmes de chauffage à eau chaude**, une vérification de la présence d'un **régulateur de classe IV, V, VI, VII ou VIII**, telle qu'explicitée dans le tableau ci-après, doit être également réalisée.

Si une telle régulation n'est pas présente, il est **recommandé de vérifier la possibilité** ou non de remplacer la régulation existante par une régulation de ce type afin de limiter les consommations énergétiques.

**A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2027**, le décret du 7 juin et l'arrêté du 8 juin 2023 relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement imposent que les bâtiments d'habitation et tertiaires, neufs et existants, soient équipés, si ce n'est pas déjà le cas, d'une régulation de la production de chaleur **a minima de classe IV**, sauf incompatibilité technique.

**Les systèmes d'automatisation** et de contrôle des bâtiments (BACS) tels que définis à l'article R175-1 du code de la construction permettent également de satisfaire ces exigences.

Classe	Définition des classes des régulateurs dans le cadre des règlements (UE) sur l'écoconception et l'étiquetage (*)	Illustration
IV	<b>Thermostat d'ambiance PID, pour une utilisation avec les dispositifs de chauffage tout ou rien</b> : thermostat d'ambiance électronique qui régule à la fois le temps de cycle du thermostat et le ratio entre les périodes marche et arrêt au cours d'un même cycle du dispositif de chauffage, en fonction de la température d'ambiance. La régulation PID permet de réduire la température moyenne de l'eau, d'améliorer la précision de la régulation de la température ambiante et d'augmenter le rendement du système.	<b>Thermostat d'ambiance chrono-proportionnel couplé à des générateurs non modulants</b> 
V	<b>Thermostat d'ambiance modulant, pour une utilisation avec les dispositifs de chauffage modulants</b> : thermostat d'ambiance électronique qui fait varier la température de départ de l'eau qui quitte le dispositif de chauffage en fonction de l'écart de la température ambiante mesurée par rapport à la valeur de consigne du thermostat d'ambiance. La régulation se fait par <b>modulation de la puissance</b> du dispositif de chauffage.	<b>Thermostat d'ambiance modulant couplé à des générateurs modulants</b> 
VI	<b>Régulation climatique et capteur d'ambiance, pour une utilisation avec les dispositifs de chauffage modulants</b> : régulateur qui fait varier la température de départ de l'eau qui quitte le dispositif de chauffage en fonction de la température extérieure et de la courbe de chauffe sélectionnée. Un capteur d'ambiance contrôle la température de la pièce et ajuste la courbe de chauffe par déplacement parallèle afin d'améliorer le confort de la pièce. La régulation se fait par <b>modulation de la puissance</b> du dispositif de chauffage.	<b>Régulateur en fonction de la température extérieure avec une compensation d'ambiance, couplé à des générateurs modulants</b> 
VII	<b>Régulation climatique et capteur d'ambiance, pour une utilisation avec les dispositifs de chauffage tout ou rien</b> : régulateur qui fait varier la température de départ de l'eau qui quitte le dispositif de chauffage en fonction de la température extérieure et de la courbe de chauffe sélectionnée. Un capteur d'ambiance contrôle la température de la pièce et ajuste la courbe de chauffe par déplacement parallèle afin d'améliorer le confort de la pièce. La température de départ est modulée par régulation de la mise en marche et de l'arrêt du dispositif de chauffage.	<b>Régulateur en fonction de la température extérieure avec une compensation d'ambiance, couplé à des générateurs non modulants</b> 
VIII	<b>Régulateur de température d'ambiance multi-capteurs, pour une utilisation avec les dispositifs de chauffage modulants</b> : régulateur électronique, muni de <b>3 capteurs d'ambiance ou plus, qui fait varier la température de départ de l'eau</b> qui quitte le dispositif de chauffage en fonction de l'écart cumulé de la température ambiante mesurée par rapport aux points de consigne des capteurs d'ambiance. La régulation se fait par <b>modulation de la puissance</b> du dispositif de chauffage.	<b>Régulateur de température ambiante multi-zones couplé à des générateurs modulants</b> 

\* Paragraphe 6.1 de la communication de la Commission 2014/ C 207/02 dans le cadre du règlement (UE) n° 813/2013 et n°811/2013

\*\* Sources schémas : COSTIC

**Tableau 11** Définition des classes des régulateurs de température couplés à des générateurs de chauffage à eau chaude

## NOTE



Les classes des régulateurs ont été définies dans le cadre des règlements européens sur l'Econception et l'étiquetage énergétique des appareils de chauffage (n° 813/2013 et n°811/2013) afin de prendre en compte la performance de la régulation. Les classes vont de I à VIII. Globalement, plus la classe est élevée, plus les régulateurs sont considérés générer d'économies d'énergie. Par exemple, pour une régulation de classe IV (un thermostat d'ambiance chrono-proportionnel), le nombre de points ajoutés au rendement du générateur considéré pour l'étiquetage est de 2 et de 4 pour une régulation de classe VI (régulateur en fonction de la température extérieure avec une compensation d'ambiance, couplé à un générateur modulant).

## 4.1.2 LA VÉRIFICATION DES SONDÉS ET DES TEMPÉRATURES

## OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« *SYSTÈME DE PILOTAGE...*

*L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation :*

- *vérification de la température de départ d'eau via un équipement d'affichage ou de mesure présent sur l'installation, le cas échéant ;*
- *vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant ;*
- *vérification de la cohérence de la température de départ d'eau selon les modes disponibles, le cas échéant. »*

Lors de l'entretien, une vérification du **bon fonctionnement des sondes de température de régulation** est imposée. **A minima**, il est nécessaire de contrôler, au niveau des équipements de régulation qu'**aucun message d'erreur** ne signale un dysfonctionnement des différentes sondes raccordées (sondes de température extérieure, de départ, de retour, de soufflage, d'ambiance...) et que les valeurs de températures affichées ne sont **pas aberrantes**. Il est recommandé par ailleurs, de vérifier le **bon positionnement des sondes** de température déportées (voir annexe 10.2).

Si des thermomètres sont présents sur l'installation, par exemple sur le départ d'eau, les valeurs de températures affichées par les dispositifs de régulation peuvent être comparées aux valeurs indiquées par ceux-ci.

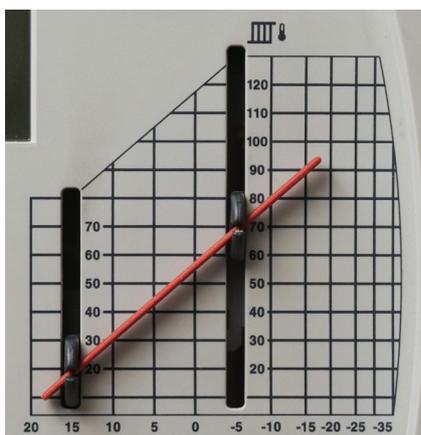
Des **mesures de températures** peuvent être également effectuées afin de contrôler la « validité » des valeurs mesurées par les sondes de température et les thermomètres éventuellement présents sur l'installation.

En outre, une **vérification des températures de départ d'eau et de leur cohérence** selon le mode de régulation est également imposée lors de l'entretien. En plus, des vérifications indiquées précédemment, si l'entretien est réalisé durant la période de fonctionnement du système, les valeurs de **températures d'eau relevées pour les différents départs** éventuels (par exemple départs radiateurs, départ planchers chauffants-rafraîchissants, ...) peuvent être **comparées aux valeurs de consigne**, afin de déceler d'éventuels dysfonctionnements de la régulation.

Par exemple, pour une installation thermodynamique de chauffage avec des radiateurs, si l'entretien est effectué durant la saison de chauffe, cela peut consister à vérifier si la valeur de température de départ du circuit des émetteurs relevée est proche de celle qui devrait théoriquement être obtenue, d'après la loi d'eau réglée et la température extérieure affichée.

Autre exemple, pour une installation assurant un refroidissement avec des ventilo-convecteurs, si l'entretien est réalisé durant la période de marche du système thermodynamique, une comparaison entre la température de départ d'eau glacée relevée et la température de consigne peut être réalisée.

**Figure 22 :** Pour une installation thermodynamique de chauffage à eau chaude, la comparaison, en période de chauffage, entre les valeurs de températures de chaque départ affichées (départ radiateurs, départ planchers chauffants-rafraîchissants, ...) et celles qui doivent théoriquement être obtenues, d'après les lois d'eau réglées et la température extérieure affichée, peut permettre de vérifier la cohérence ou non des températures de départ.



Source : photo COSTIC

## RECOMMANDATION



Si aucun ajustement des lois d'eau n'a été effectué initialement ou si des changements d'émetteurs (installation de radiateurs basses températures, ...) ou des travaux d'isolation du bâti ont été réalisés depuis, un réglage des lois d'eau doit être préconisé (voir chapitre 7. 2. Les conseils sur les améliorations possibles).  
Des températures de départ trop élevées conduisent à des surconsommations importantes.

## 4.1.3 LA VÉRIFICATION DES APPOINTS

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW :  
« 1. Pour tous les systèmes thermodynamiques : ...  
3. Vérification de l'enclenchement des appoints. »

Les systèmes thermodynamiques peuvent être équipés de différents types d'appoint et/ou de secours, selon les systèmes, tels que décrits ci-après.

### Systemes électriques

- Appoint électrique

- Résistances électriques : Elles sont utilisées en appoint et/ou secours pour produire de la chaleur lorsque le système thermodynamique ne suffit pas à lui seul. C'est une solution courante dans l'habitat individuel, mais qui peut être coûteuse en termes de consommation d'énergie, si l'enclenchement de cet appoint est mal géré.

- **Systemes hybrides**

- Appoint Gaz

- Chaudière gaz : Le système thermodynamique peut intégrer ou être associé à une chaudière gaz qui assure un appoint ou secours. Le gaz naturel ou le propane peut être utilisé pour chauffer l'air ou l'eau.

- Brûleur gaz intégré : certains systèmes thermodynamiques peuvent avoir un brûleur gaz intégré, permettant d'utiliser le gaz comme source d'appoint directement dans le système.

- Fioul

- Chaudière fioul : Elle peut être utilisée en combinaison avec un système thermodynamique pour fournir un appoint ou secours, si besoin. C'est souvent une solution en zone rurale où le gaz naturel n'est pas disponible.

- Bois

- Poêle à bois ou à granulés : En complément d'un système thermodynamique, un poêle à bois ou à granulés peut être utilisé pour fournir un appoint ou un secours.

- Chaudière à bois : Elle peut être intégrée ou associée au système thermodynamique pour offrir un appoint ou secours.

- Solaire

- Panneaux solaires thermiques : Ils peuvent être utilisés pour préchauffer l'eau, réduisant ainsi la demande sur le système thermodynamique.

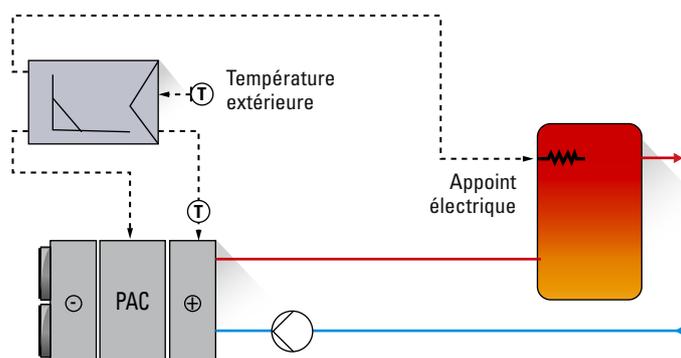
- Réseaux urbains de chaleur

- Raccordement à un réseau de chauffage urbain : Dans certaines zones, les installations thermodynamiques peuvent être connectées à un réseau de chauffage urbain qui fournit de la chaleur en appoint, lorsque nécessaire.

- Hybrides

- Système hybrides ou hybridation : Des systèmes combinés peuvent utiliser plusieurs sources d'énergies d'appoint, comme des résistances électriques et une chaudière gaz, permettant une flexibilité et une efficacité maximales, à condition que leur enclenchement soit bien géré.

**Figure 23 :** Lors de l'entretien, il est imposé de contrôler la vérification de l'enclenchement des appoints.



La vérification de l'enclenchement des appoints d'un système thermodynamique dépend des spécificités du système et du type de régulation mis en œuvre. Il doit être réalisé selon les recommandations spécifiques du fabricant. Ci-après, un exemple de procédure est décrit pour une PAC air/eau individuelle avec un appoint électrique qui peut être enclenché manuellement :

- Commencer par contrôler le paramétrage de l'enclenchement de l'appoint réalisé et l'absence de code d'erreur concernant l'appoint.
- Enclencher l'appoint électrique en mode manuel, selon les spécifications du fabricant.
- Vérifier sur l'écran de contrôle du système, l'enclenchement de l'appoint.
- Réaliser éventuellement une mesure de tension et d'intensité sur le circuit d'appoint, à l'aide d'un multimètre. Comparer les valeurs mesurées aux spécifications techniques fournies par le fabricant afin de vérifier son bon fonctionnement.
- Remettre l'enclenchement de l'appoint en mode automatique et modifier, si nécessaire, le paramétrage du fonctionnement de cet appoint.

## NOTE



La procédure varie en fonction des modèles et des fabricants. Il est essentiel de **se référer aux manuels d'utilisation et d'entretien** spécifiques pour des instructions précises et afin de s'assurer que toutes les consignes de sécurité sont suivies lors de la vérification et de l'entretien des appoints.

4

2

## LA RÉGULATION TERMINALE DES CIRCUITS HYDRAULIQUES

### 4.2.1 LA VÉRIFICATION DE LA PRÉSENCE D'ÉQUIPEMENTS DE RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« *SYSTÈME DE PILOTAGE...*

*Dans les parties accessibles du bâtiment, l'entretien doit comporter la vérification de la présence ou non d'un système de régulation automatique de la température de chauffage ou de refroidissement, c'est-à-dire l'équipement ou la combinaison des équipements agissant sur le système de chauffage ou de refroidissement et permettant :*

- *la régulation automatique par pièce ou, si cela est justifié, par zone de chauffage ou de refroidissement de la température intérieure de consigne. »*

« *L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...*

- *vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant ; »*

Dans les parties accessibles du bâtiment, il est imposé, lors de l'entretien, de vérifier **la présence ou non de dispositifs de régulation terminale** ; par exemple :

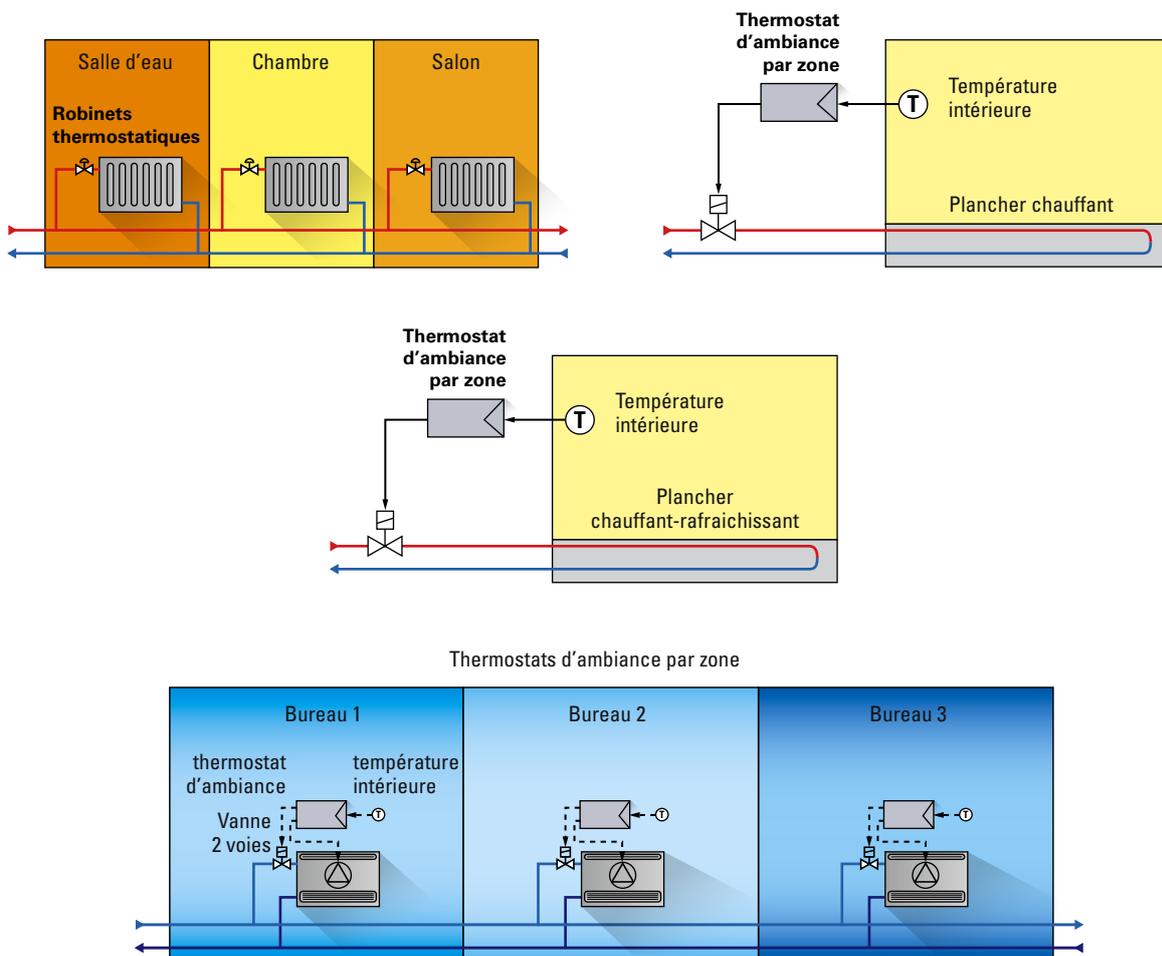
- Des robinets thermostatiques sur les radiateurs.
- Des thermostats d'ambiance pour les ventilo-convecteurs qui agissent sur des vannes à trois voies ou à deux voies et sur les ventilateurs de ces émetteurs.
- Des thermostats d'ambiance commandant des vannes deux voies qui permettent de réguler, par zone, les circuits de planchers chauffants-rafraîchissants.

Il est imposé également, lors de l'entretien, de **vérifier le fonctionnement des sondes de température** éventuelles utilisées pour la régulation, comme décrit précédemment (voir chapitre 4.1.2).

#### Remarque :

Depuis la réglementation thermique de 1988, l'installation dans les bâtiments neufs d'un dispositif d'arrêt et de réglage automatique en fonction de la température ambiante du local est obligatoire. Lorsque le chauffage et/ou le rafraîchissement sont assurés par des planchers chauffants et/ou rafraîchissants, ce dispositif peut être commun à des locaux d'une surface habitable maximum de 150 m<sup>2</sup> (valeur abaissée à 100 m<sup>2</sup> depuis la RT2012).

**Figure 24 :** Lors de l'entretien, il est imposé de contrôler, dans les parties accessibles du bâtiment, la présence de dispositifs de régulation terminale en fonction de la température ambiante (robinets thermostatiques, thermostats d'ambiance, ...).



## NOTE



La régulation terminale joue un rôle très important :

- Elle complète la régulation centrale.
- Elle permet, pour les systèmes qui assurent le chauffage des locaux, de limiter les surchauffes et de profiter des apports internes et externes.
- Elle offre la possibilité de différencier les températures ambiantes en fonction de l'usage des locaux, notamment d'arrêter le refroidissement des locaux dans les zones inoccupées. Vis-à-vis de la sobriété énergétique, il est essentiel que les utilisateurs disposent d'équipements leur permettant de régler leurs systèmes de chauffage ou de refroidissement.

Lors de l'entretien, outre la vérification de la présence des équipements de régulation terminale (de robinets thermostatiques, de vannes 2 voies électrothermiques, de thermostats, ...), il est important également de contrôler leur bon fonctionnement afin qu'ils assurent pleinement leur rôle. Il est recommandé, a minima, un contrôle visuel et d'interroger les occupants sur les dysfonctionnements et les inconforts (températures insuffisantes ou trop élevées) éventuellement constatés.

**Figure 25 :** Un contrôle du bon fonctionnement des équipements de régulation terminale est également recommandé lors de l'entretien, par exemple comme sur cette photo, de la vanne à trois voies et du thermostat d'ambiance qui assure la régulation d'un ventilo-convecteur.



Source : photos COSTIC

## 4.2.2 LA VÉRIFICATION DES ROBINETS THERMOSTATIQUES

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« SYSTÈME DE PILOTAGE...

L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation :

- vérification du positionnement et du fonctionnement des robinets thermostatiques, le cas échéant. »

L'objectif des vérifications sur les robinets thermostatiques imposées lors de l'entretien est de contrôler qu'ils peuvent bien assurer leur fonction. Leur rôle est, en effet, essentiel pour limiter les consommations et assurer le confort des occupants.

La vérification du **positionnement des robinets thermostatiques** permet de contrôler qu'ils sont bien installés. Ainsi, il est recommandé de vérifier :

- **La localisation des robinets** thermostatiques. S'ils sont placés **dans le même local qu'une sonde d'ambiance** éventuelle utilisée pour réguler le générateur de chauffage, ils doivent être ouverts en grand de manière à éviter de perturber la régulation du générateur.
- **L'emplacement de l'élément sensible.** Pour que le robinet thermostatique assure correctement sa fonction, la température mesurée par l'élément sensible (le bulbe) doit être représentative de la température ambiante. Pour cela :
  - **L'air du local doit balayer librement le bulbe.** Si ce n'est pas le cas, par exemple si les radiateurs font l'objet d'un habillage (tablette, niche, parement, ...) ou sont placés derrière un rideau, dans une encoignure, ... la mesure de températures par le bulbe incorporé dans le robinet thermostatique est faussée. Si cette configuration ne peut être modifiée, le robinet thermostatique doit disposer d'un élément de mesure à distance.
  - Le robinet thermostatique à **bulbe incorporé** doit être **placé horizontalement** pour éviter que le bulbe ne soit soumis au courant ascendant de convection des tuyauteries ou sinon l'élément sensible doit être déporté.
- **L'accessibilité pour le réglage.** Si le robinet est difficilement accessible (émetteur en partie basse, ...), l'organe de réglage doit être déporté.
- **Le sens de circulation** de l'eau dans le robinet thermostatique doit toujours tendre à lever le clapet. Si les robinets sont montés à l'envers, ils risquent de générer des bruits de claquement.

**Figure 26 :** Lors de l'entretien, le positionnement des robinets thermostatiques doit être vérifié. Le robinet thermostatique à bulbe incorporé doit être placé horizontalement et le sens de circulation dans le corps du robinet doit être respecté (exemple illustration à gauche). Si un élément (rideau, ...) empêche la libre circulation de l'air autour du bulbe, celui-ci doit être situé à distance (exemple au centre). Si l'émetteur est placé dans un coffre ne pouvant être retiré, l'organe de réglage et le bulbe du robinet thermostatique doivent être déportés sur le coffre ou à côté afin d'assurer une représentativité de la mesure de température ambiante et une accessibilité pour son réglage (exemple à droite).



Source : photo COSTIC (à gauche)

## NOTE



L'habillage des émetteurs diminue leur émission de chaleur surtout si les distances entre le parement et la tablette et entre le parement et le sol sont faibles. Une distance de 10 cm réduit d'environ 10 % l'émission. Un habillage avec de plus faibles distances encore, mal étudié, peut réduire l'émission jusqu'à 30 %.

Une vérification du fonctionnement des robinets thermostatiques est également exigée lors de l'entretien. En période de chauffe, cette vérification peut consister, simplement, à les régler au maximum si le radiateur est froid ou à les fermer s'il est chaud de

manière à vérifier que cela engendre bien un réchauffement ou un refroidissement du radiateur, en n'oubliant pas de noter la position initiale afin de revenir à celle-ci. Sur les modèles connectés, ces réglages peuvent être faits par l'intermédiaire de l'application dédiée de manière à vérifier également le bon fonctionnement de la communication avec ces robinets.

En dehors de la période de chauffe, un contrôle visuel peut être réalisé afin de vérifier l'intégrité des robinets thermostatiques (pas de têtes démontées, ...) et également, sur les modèles connectés, l'état des batteries et l'absence de code d'erreur.

Il est recommandé également d'**interroger les occupants sur les dysfonctionnements éventuels** des robinets thermostatiques (robinets bloqués, problèmes de communication sur les modèles connectés, ...) et sur les inconforts (températures insuffisantes ou surchauffes) éventuellement constatés.

**Figure 27 :** Lors de l'entretien, le bon fonctionnement des robinets thermostatiques doit être vérifié. Sur les modèles connectés, outre l'intégrité des robinets, il est conseillé de contrôler également, a minima, l'absence de code d'erreur et l'état des batteries.



Source : photo COSTIC

4

3

## LA RÉGULATION TERMINALE DES CIRCUITS AÉRAULIQUES

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« SYSTÈME DE PILOTAGE...

*Dans les parties accessibles du bâtiment, l'entretien doit comporter la vérification de la présence ou non d'un système de régulation automatique de la température de chauffage ou de refroidissement, c'est-à-dire l'équipement ou la combinaison des équipements agissant sur le système de chauffage ou de refroidissement et permettant :*

- la régulation automatique par pièce ou, si cela est justifié, par zone de chauffage ou de refroidissement de la température intérieure de consigne »

« L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...

- vérification du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant ; »

Dans les parties accessibles du bâtiment, il est imposé, lors de l'entretien, de **vérifier la présence d'une régulation automatique par pièce ou par zone de chauffage ou de refroidissement** ; par exemple des régulateurs qui modulent les débits d'air soufflé, par zone, en fonction des besoins thermiques, en agissant sur des registres motorisés.

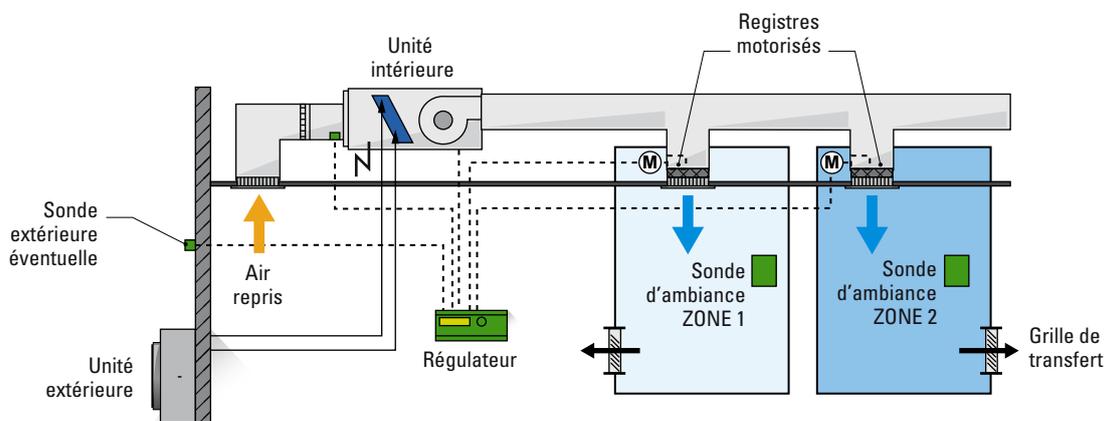
**Une vérification du fonctionnement des sondes de température** utilisées pour la régulation est également imposée, lors de l'entretien.

Outre la vérification des sondes, un **contrôle du bon fonctionnement de la régulation par pièce ou par zone**, dans son ensemble, est recommandé afin qu'elle assure pleinement son rôle :

- Vérifier l'absence de code d'erreur et de valeurs de températures ambiantes aberrantes sur les dispositifs de régulation (sur les thermostats d'ambiance, le régulateur du système, ... selon le type de régulation mis en œuvre) ainsi que leur état général.
- Vérifier le bon positionnement des sondes d'ambiance, si accessibles (voir annexe 10.2).
- Vérifier l'état général des registres (absence de dommages, corrosion, encrassement, lames bloquées ou déformées), si possible.
- Vérifier l'ouverture et la fermeture des registres et le bon fonctionnement des moteurs, si possible.
- Vérifier l'étanchéité des joints des registres permettant d'éviter les fuites d'air, si possible.
- Comparer les températures ambiantes relevées lors des mesures de température imposées (voir chapitre 2.1.3.) aux températures de consigne.

Il est recommandé également d'**interroger les occupants sur les dysfonctionnements éventuels** de ces dispositifs de régulation et sur les inconforts (températures insuffisantes ou trop élevées) éventuellement constatés.

**Figure 28 :** Exemple de régulation d'une installation avec un PAC individuelle air extérieur/air intérieur à éléments séparés bi-bloc.  
La régulation d'ambiance est réalisée via des registres motorisés.



## NOTE



La régulation terminale joue un rôle très important vis-à-vis du confort et de la limitation des consommations énergétiques :

- Elle **complète la régulation centrale**.
- Elle permet, pour les systèmes qui assurent le chauffage des locaux, de **limiter les surchauffes et de profiter des apports internes et externes**.
- Elle offre la possibilité de **différencier les températures ambiantes en fonction de l'usage des locaux**, notamment d'arrêter le refroidissement des locaux dans les zones inoccupées. Vis-à-vis de la sobriété énergétique, il est essentiel que les utilisateurs disposent d'équipements leur permettant de régler leurs systèmes de chauffage ou de refroidissement.

## 4

## 4

## LA PROGRAMMATION

OBLIGATIONS  
RÉGLEMENTAIRES

EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« *SYSTÈME DE PILOTAGE...*

*Dans les parties accessibles du bâtiment, l'entretien doit comporter la vérification de la présence ou non d'un système de régulation automatique de la température de chauffage ou de refroidissement, c'est-à-dire l'équipement ou la combinaison des équipements agissant sur le système de chauffage ou de refroidissement et permettant : ...*

*- la commande manuelle et la programmation de la température intérieure de consigne selon a minima les allures suivantes : confort, réduit, avec une commutation automatique entre ces deux allures et hors gel (pour les systèmes de chauffage uniquement) et arrêt, avec une commutation automatique ou manuelle entre l'ensemble des allures. La programmation se fait a minima à un pas de temps horaire ;*

*L'entretien doit comporter la vérification du bon fonctionnement du système de régulation : ...*

*- vérification de la mise en place d'une programmation horaire cohérente selon les modes disponibles et en adéquation avec les usages du bâtiment, le cas échéant. »*

Lors de l'entretien, il est imposé de vérifier, dans les parties accessibles du bâtiment, la présence de dispositifs permettant de réaliser une programmation du chauffage ou de refroidissement a minima à un pas de temps horaire.

Un contrôle de l'adéquation de la programmation avec les usages du bâtiment est également à effectuer.

Par exemple, dans un bâtiment de bureaux, il est important de vérifier que la programmation du chauffage ou du refroidissement réalisé prend bien en compte l'inoccupation du bâtiment la nuit ainsi que durant le week-end et que l'installation n'est pas équipée seulement d'une horloge journalière ne permettant pas de réaliser un ralenti du chauffage ou un arrêt du refroidissement durant le week-end.

Il est recommandé, par ailleurs, d'**interroger les occupants sur les usages** du bâtiment et sur la programmation horaire qu'ils souhaitent. Ainsi, dans une école, si les locaux sont utilisés par le service périscolaire durant les mercredis et les vacances, une programmation hebdomadaire est suffisante. Au contraire, si l'école est inoccupée en dehors des heures de cours, une programmation annuelle prenant en compte notamment les vacances scolaires est requise.

## RECOMMANDATION

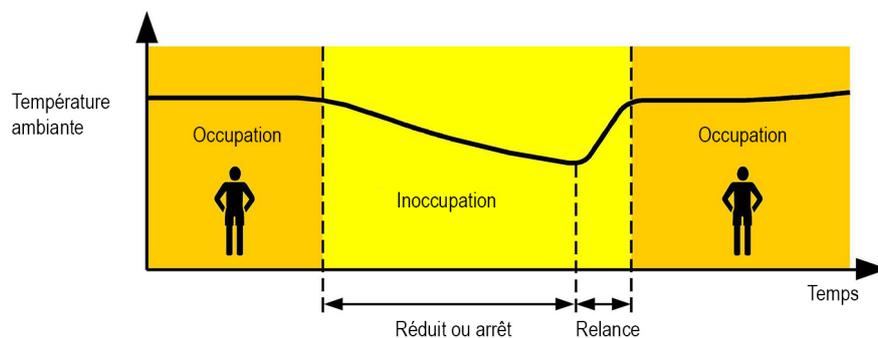


La programmation est un levier très important pour économiser l'énergie. Si l'installation n'est pas équipée de dispositifs permettant de réaliser une programmation en adéquation avec les usages du bâtiment, il est important de **conseiller l'installation de ces équipements** et la réalisation des travaux nécessaires le cas échéant, pour pouvoir réaliser, par exemple une programmation par zone si le bâtiment présente des locaux avec des horaires d'occupation différents (voir chapitre 7 : Les conseils).

A noter que le décret du 7 juin et l'arrêté du 8 juin 2023 relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement imposent, à partir du **1<sup>er</sup> janvier 2027**, que les bâtiments **d'habitation et tertiaires neufs et existants** soient équipés, si ce n'est pas déjà le cas, de systèmes permettant de **réguler et programmer la température intérieure par pièce ou si justifié, par zone**, a minima à un pas **horaire**. Cette obligation n'est pas imposée si une étude montre que le temps de retour sur investissement pour ce système est supérieur à **10 ans**.

Dans les bâtiments neufs à occupation discontinue, depuis la réglementation thermique de 1988, l'installation d'un dispositif de programmation automatique du chauffage est obligatoire mais pas dans les autres bâtiments, notamment pas en habitat.

**Figure 29 : Exemple de programmation du chauffage.** Lors de l'entretien, il est imposé de contrôler, dans les parties accessibles du bâtiment, la présence de dispositifs de programmation de la température ambiante et l'adéquation de la programmation réalisée avec les usages du bâtiment.



Source : COSTIC

## NOTE



Réglementairement (articles R 241-25 à R. 241-29-1 du code de l'énergie), les températures de chauffage (à l'exception de locaux ou établissements spécifiques tels que les EHPAD, établissements hospitaliers...)  
 – Ne doivent pas dépasser 19°C pendant les périodes d'occupation.  
 – Être a minima de 16°C pendant une inoccupation de 24 à 48 h, et de 8°C pour une inoccupation de plus de 48h.

Selon le code de l'énergie (article R. 241-30), les systèmes de refroidissement ne doivent pas fonctionner lorsque la température intérieure des locaux ne dépasse pas 26 ° C (excepté dans des établissements spécifiques tels que des EHPAD, hôpitaux, ...).

# 5

## LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Le contrôle du réseau et des équipements hydrauliques est essentiel pour un fonctionnement optimal et durable des installations thermodynamiques avec une distribution hydraulique. Cette vérification porte sur les circulateurs, les dispositifs antigel, l'isolation thermique ainsi que sur tous les éléments qui concourent la prévention de l'embouage.

5

1

### LE CONTRÔLE DES CIRCULATEURS ET DES DÉBITS

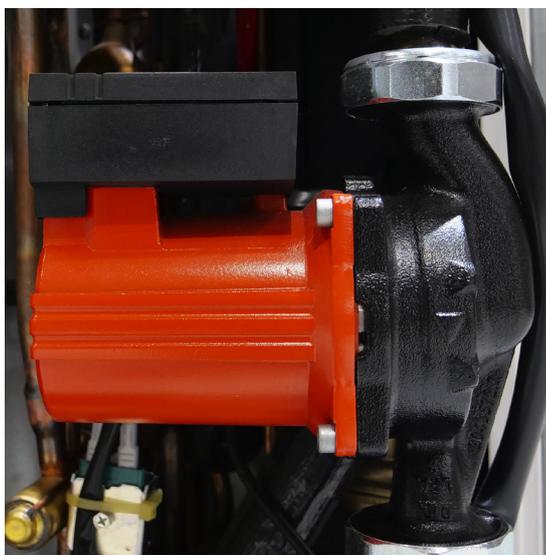
#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour les systèmes de distribution par boucle d'eau ...  
- Vérification du fonctionnement des circulateurs »

**Figure 30 :** Une vérification du fonctionnement des circulateurs est exigée lors de l'entretien.



Lors de l'entretien, une vérification du fonctionnement des circulateurs est imposée.

Il s'agit pour cela de vérifier, système thermodynamique en marche, l'**absence** :

- de **bruits anormaux ou de vibrations** excessives qui pourraient indiquer un problème mécanique ou un déséquilibre.
- de **fuites**.
- de **code d'erreur** sur le boîtier de contrôle du circulateur ou du système thermodynamique

Une vérification des diverses **sécurités électriques et hydrauliques** des circulateurs est également à effectuer.

Selon les anomalies détectées, différentes opérations peuvent s'avérer nécessaires : un dégommage des circulateurs, un nettoyage des filtres, la purge d'air des circuits ou encore la vérification de l'état des roulements et des garnitures mécaniques des circulateurs...

## NOTE



Le relevé des températures à l'entrée/sortie du système thermodynamique imposé (voir chapitre 2) permet indirectement de contrôler les débits. Des écarts de températures trop faibles ou trop élevés peuvent traduire des débits excessifs ou insuffisants. Si de tels écarts sont observés alors la vérification, par rapport aux préconisations du constructeur, de la valeur de débit affichée sur le boîtier de contrôle du circulateur ou du système thermodynamique (ou la mesure du débit) permettra d'infirmer ou non cette anomalie.

# 5

# 2

## LA VÉRIFICATION DES DISPOSITIFS ANTIGEL

### 5.2.1 LE CONTRÔLE DU GLYCOL

Le contrôle du glycol dans un système thermodynamique disposant d'un réseau hydraulique extérieur glycolé est une étape essentielle pour assurer une protection optimale contre le gel, le maintien de la performance énergétique et une longévité du système. Le glycol est ajouté au fluide caloporteur, comme antigel, pour abaisser son point de congélation, ce qui est particulièrement crucial dans les régions où les températures hivernales peuvent descendre en dessous de 0°C.

Les fabricants préconisent un contrôle du glycol **au moins une fois par an**, idéalement avant le début de la saison hivernale. Des contrôles plus fréquents peuvent être nécessaires dans des environnements particulièrement rigoureux ou si des problèmes de performances sont détectés.

Les étapes de contrôle du glycol à réaliser sont les suivantes :

- **Prélever un échantillon de fluide caloporteur** du circuit du système thermodynamique. Cela peut être effectué grâce à une vanne de vidange ou un robinet de prélèvement spécifique prévu à cet effet.
- **Mesurer et ajuster la concentration en glycol** :
  - Utiliser un réfractomètre ou un densimètre pour vérifier la concentration en glycol dans le fluide caloporteur et/ou le point de congélation. La concentration typique doit se situer entre 15 et 50%, en fonction des spécifications du fabricant et des conditions climatiques locales.
  - Ajuster la concentration si nécessaire : ajouter du glycol pour augmenter la concentration ou diluer avec de l'eau déminéralisée pour la réduire.

• **Procéder à un contrôle visuel :**

- Examiner visuellement l'échantillon du fluide caloporteur pour détecter toute contamination par des particules, de la corrosion ou une décoloration anormale qui pourraient indiquer des problèmes internes du système thermodynamique. Si des anomalies sont observées des investigations (analyses physico-chimiques, ...) seront nécessaires afin d'en déterminer la source.

**ATTENTION**



Le contrôle du glycol est une opération très importante lors de l'entretien pour garantir le bon fonctionnement du système dans les conditions les plus extrêmes. Il est recommandé d'utiliser uniquement des **glycols approuvés par le fabricant** du système thermodynamique pour éviter toute incompatibilité chimique. Une **traçabilité des tests de glycol et ajustements effectués** est également à assurer.

**Figure 31 :** Exemple d'appareil de contrôle de la concentration en glycol.



Source : photo COSTIC

**NOTE**



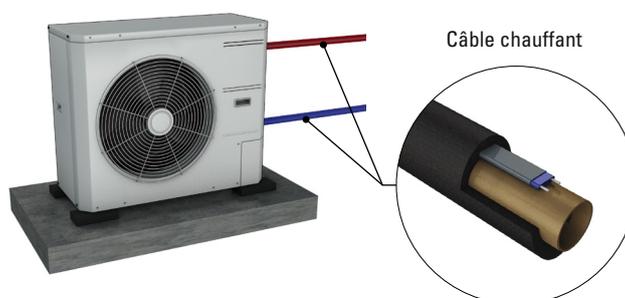
L'absence de contrôle du glycol ou un mauvais contrôle auront comme conséquences :

- **Un risque de gel :** une concentration de glycol insuffisante peut conduire à la formation de glace endommageant les composants du système et entraînant des réparations coûteuses.
- **Des corrosions et dépôts :** un fluide présentant une mauvaise concentration d'antigel peut favoriser la corrosion interne et la formation de dépôts, réduisant l'efficacité thermique et augmentant les coûts d'exploitation.
- **Des problèmes de performances :** une concentration de glycol trop élevée affecte la capacité de transfert de la chaleur, entraînant une performance amoindrie du système thermodynamique.

## 5.2.2 LE CONTRÔLE DU TRAÇAGE

Si la protection contre le gel des canalisations extérieures est assurée par un traçage électrique, il est recommandé de contrôler le bon fonctionnement de ce système lors de l'entretien.

Ce système de traçage électrique est constitué de câbles chauffants (autorégulant ou à puissance constante) placés le long des tuyauteries, d'une isolation thermique et d'un système de contrôle des températures.

**Figure 32 : Exemple de traçage électrique des tuyauteries extérieures.**

Les étapes du contrôle du traçage électrique à réaliser sont les suivantes :

- Procéder à une inspection visuelle des câbles chauffants et du calorifuge :
  - Inspecter les câbles pour vérifier qu'ils sont correctement fixés et en bon état, sans signes d'usure, de coupure ou de dommage.
  - Vérifier l'état du calorifuge entourant les câbles et les tuyauteries. L'isolant doit être intact, sans dégradation ni zone découverte.
- Contrôler les dispositifs de sécurité selon les spécifications du fabricant.
- Mesurer la résistance et la continuité.
  - Utiliser un multimètre pour mesurer la résistance des câbles chauffants. Comparer les valeurs mesurées avec les spécifications du fabricant afin de détecter toute anomalie.
  - Tester la continuité des câbles afin de vérifier l'absence de coupure ou de défaut du circuit.
- Contrôler le système de régulation
  - Vérifier les paramètres de consigne et ajuster les, si nécessaire, en fonction des conditions de fonctionnement souhaitées et des recommandations du fabricant.
- Procéder à un essai de fonctionnement, si possible :
  - Activer le système de traçage électrique et observer son fonctionnement pendant quelques minutes.
  - Mesurer la température des tuyauteries à différents points pour vérifier l'uniformité du chauffage.
  - Comparer les températures mesurées avec les valeurs de consigne afin de s'assurer que le système maintient correctement la température souhaitée.
  - Noter toute déviation significative et en rechercher la cause afin d'y parer.

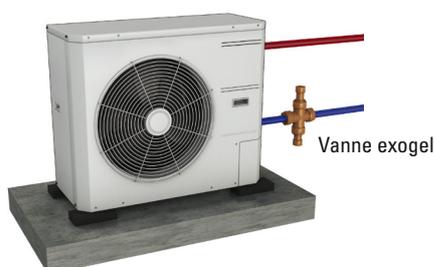
Le contrôle régulier du traçage électrique des canalisations d'un système thermodynamique est essentiel pour assurer une protection efficace contre le gel et maintenir des performances optimales. Ces opérations de vérification permettent de détecter et de corriger les défaillances éventuelles, garantissant ainsi la fiabilité et l'efficacité du système.

### 5.2.3 LE CONTRÔLE DE LA VANNE THERMOSTATIQUE ANTIGEL

Si la protection contre le gel est assurée par un vanne thermostatique antigel (« Exogel<sup>®</sup> »), un **contrôle visuel** de cette vanne doit être réalisé, lors de l'entretien, afin de vérifier qu'elle ne présente pas de signes visibles de dommages, de corrosion ou de fuites.

Il est possible également d'**interroger les occupants** afin de savoir si elle s'est déjà déclenchée et a nécessité une intervention pour remplir à nouveau le circuit hydraulique.

**Figure 33 :** Exemple de vanne thermostatique antigel Exogel<sup>®</sup> montée sur un té



## NOTE



La vanne thermostatique antigel (« Exogel<sup>®</sup> ») qui peut être installée notamment sur des systèmes thermodynamiques air/eau et sol/eau permet de protéger le circuit hydraulique contre le gel en cas de défaillance du système ou lors d'une période prolongée de non-fonctionnement. Elle s'ouvre automatiquement afin de vidanger le circuit hydraulique lorsqu'elle détecte une température critique (environ 1°C) évitant ainsi la formation de glace qui pourrait endommager le système.

Il est donc nécessaire ensuite d'intervenir pour venir remplir à nouveau le circuit hydraulique, en veillant à la qualité de l'eau introduite (voir chapitre 5.3. ci-après sur la prévention de l'embouage).

Cette vanne thermostatique antigel est installée au plus près de l'unité extérieure, au point le plus bas, sur la canalisation de retour du circuit hydraulique.

# 5

# 3

## LES CONTRÔLES LIÉS À LA PRÉVENTION DE L'EMBOUAGE

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour les systèmes de distribution par boucle d'eau ...

1. Contrôle de l'embouement lié au phénomène d'hydrolyse ;
2. Purge des bulles d'air du circuit lorsque le purgeur est fonctionnel et accessible ;
3. Contrôle de la pression ;
4. Vérification du fonctionnement des circulateurs ;
5. Vérification et nettoyage du filtre sur la boucle d'eau si nécessaire ;
6. Contrôle de la pression de gonflage des vases d'expansion avec regonflage si nécessaire ; »

La prévention de l'embouage joue un rôle essentiel pour le maintien des performances d'une installation de **chauffage ou de refroidissement**. Pour cela, différents contrôles sont imposés lors de l'entretien.

Un **contrôle de l'embouage** est à réaliser :

- Sur **les installations individuelles**, il est recommandé, pour contrôler cet embouage de prélever de l'eau du circuit hydraulique sur le retour général et de réaliser un test de « turbidité » (voir figure ci-après). Une mesure du pH de cette eau est également

recommandée. Il est conseillé, par ailleurs, de poser des questions aux usagers afin de savoir si des désordres pouvant être causés par un embouage éventuel ont été observés : radiateurs froids en partie basse, déséquilibre thermique, ... et si des ajouts d'eau ont été réalisés et pourquoi. Il est souhaitable également de contrôler l'absence de fuites (ou micro-fuites) ou d'autres signes éventuels de désordres (bruits anormaux, ...).

- **Sur les installations collectives**, il est recommandé, pour contrôler l'embouage, de réaliser des prélèvements d'eau pour analyses sur le retour général ainsi que sur le retour d'une nourrice d'un appartement ou d'un ensemble de locaux. L'analyse des paramètres physico-chimiques suivants est préconisée :

- pH
- Matières en suspension (MES)
- Fer
- TH
- TA
- TAC
- Conductivité
- Sulfates
- Chlorures en présence d'un adoucisseur
- Bactéries sulfato-réductrices en présence d'émetteurs à très basse-température (planchers chauffants, ...).

Il est recommandé également de vérifier l'absence de désordres pouvant être causés par un embouage éventuel : fuites générant des appoints d'eau anormaux, déséquilibre thermique, ... Il est souhaitable également, si possible, de poser des questions aux occupants à ce sujet.

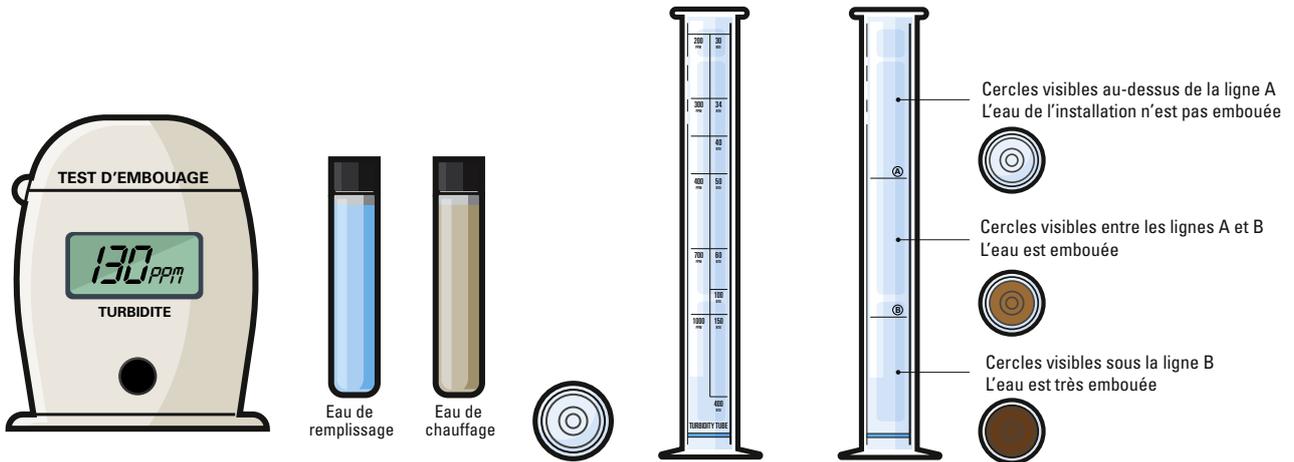
**Le contrôle de l'état d'encrassement des filtres, pot à boue** et/ou point bas des bouteilles de découplage, si l'installation en dispose, est un élément d'information complémentaire qui permet également d'apprécier l'état d'embouage du circuit. Le contrôle de ces équipements ainsi que leur nettoyage, le cas échéant, font partie des opérations à réaliser lors de l'entretien, vis-à-vis du risque d'embouage.

Il est important également d'ajouter, si nécessaire, du produit de **traitement d'eau** pour prévenir l'embouage. Si le produit ajouté est non compatible avec le produit de traitement éventuel utilisé précédemment, il sera nécessaire de vider et remplir l'installation.

**Figure 34 :** Exemple de signes de corrosion sur un radiateur (photo de gauche) et exemple de prélèvement d'eau réalisé sur le retour d'un circuit de chauffage emboué, après avoir laissé couler l'eau pendant 15 secondes avant le prélèvement, sur l'installation en fonctionnement (avec une circulation d'eau depuis plus de 15 minutes).



**Figure 35 :** Exemple de tests de « turbidité » permettant de réaliser un contrôle sur site de l'embouage du réseau hydraulique. Avec les éprouvettes, le principe consiste après avoir rempli le tube avec l'eau du circuit, à le vider jusqu'à ce que les cercles noirs au fond de l'éprouvette apparaissent. Il suffit ensuite de lire la graduation correspondant à la hauteur d'eau.



Sources : d'après doc. Coroxyl (gauche), Water Kits Supply (centre), Sentinel (droite)

**Figure 36 :** Exemple de bandelettes et de pHmètre permettant de contrôler le pH du réseau hydraulique.



Source : photos COSTIC

## RECOMMANDATIONS



Si les prélèvements montrent que l'installation est embouée, un diagnostic est à préconiser avant un désembouage (voir chapitre 7. Les conseils). Ce diagnostic doit permettre de déterminer :

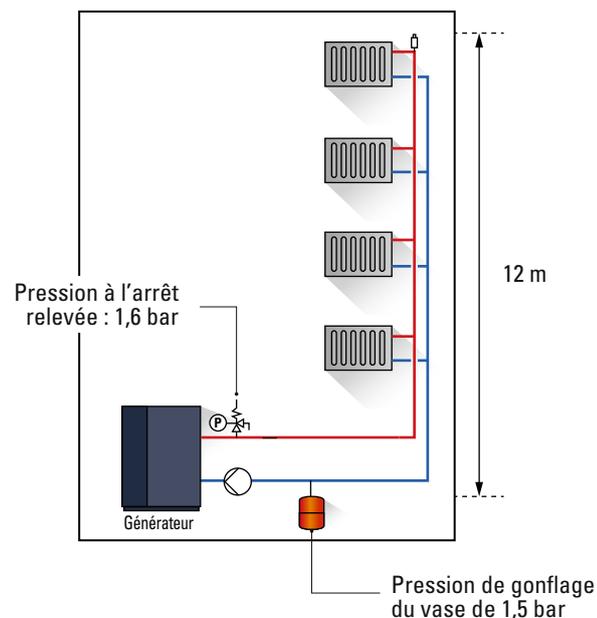
- Les causes de l'embouage. Le désembouage n'aura qu'un effet limité dans le temps si les facteurs responsables de l'embouage ne sont pas éliminés.
- L'intérêt et la faisabilité d'un désembouage. Cette question se pose tout particulièrement si les canalisations sont très dégradées.
- La méthode de désembouage adaptée. Le nettoyage chimique est une opération dont la complexité est liée, en particulier, à l'état du réseau et à la nature du dépôt à éliminer.
- Les équipements éventuels à ajouter pour le désembouage et la remise à niveau de l'installation : vannes de chasse, vannes d'isolement, dispositif de captage des boues, équipements de dégazage ...

Pour plus d'informations, sur la qualité de l'eau et le désembouage, voir le guide AFPAC « Pompe à chaleur et qualité de l'eau » ainsi que les guides SYPRODEAU sur la « qualité de l'eau » et le « traitement des eaux. »

**Le contrôle de la pression du circuit hydraulique** est également un des points de vérification imposé lors de l'entretien réglementaire. Une pression inférieure à la pression initiale de remplissage peut être révélatrice d'un dysfonctionnement : un vase d'expansion dégonflé ou percé, des fuites d'eau, ...

Il convient d'en rechercher l'origine, afin de parer à un dysfonctionnement éventuel conduisant notamment à des apports d'oxygène, source de corrosion, comme indiqué ci-après.

**Figure 37 :** Exemple de pression à l'arrêt d'une installation de chauffage. La pression doit être supérieure à la pression statique de l'installation de manière à éviter des zones en dépression en parties hautes, engendrant des entrées d'air, génératrices de corrosion.



## RECOMMANDATIONS



Vis-à-vis de la prévention de l'embouage, lors de l'entretien des installations collectives, il est très important également de **contrôler les appoints d'eau**. Si l'installation ne dispose pas de compteur d'eau permettant de les comptabiliser, son installation doit être préconisée (voir chapitre 7 : Les conseils).

Les appoints d'eau sont très souvent révélateurs de désordres : fuites d'eau générées par des corrosions, défaillance du vase d'expansion, ...

C'est aussi une des premières causes de l'embouage par l'apport d'oxygène, de sels dissous ainsi que par la modification du pH qu'ils entraînent.

Il est indispensable de rechercher la cause des appoints d'eau anormaux (de plus de 5% par an du volume total du circuit notamment) afin de les supprimer.

**Le contrôle de la pression de gonflage des vases d'expansion** avec regonflage si nécessaire fait partie des opérations obligatoires lors de l'entretien, vis-à-vis de la prévention d'embouage. Si le vase d'expansion est dégonflé à cause d'une porosité importante de sa membrane ou si sa membrane est percée, il ne joue plus son rôle. Cela engendre des zones en dépression en points hauts, générant des entrées d'air, sources de corrosions. Cela conduit également à réaliser des appoints d'eau, sachant que les appoints d'eau sont une des principales causes d'embouage compte tenu notamment des entrées d'oxygène qu'ils génèrent.

**Figure 38 :** Lors de l'entretien obligatoire, un contrôle de la pression de gonflage des vases d'expansion est imposé.



Source : Photo COSTIC

## RECOMMANDATIONS



Si le contrôle de la pression de gonflage du vase montre une **perte de pression importante par rapport à la valeur initiale**, il est recommandé de **préconiser son remplacement** par un vase avec une membrane présentant une bonne étanchéité (voir chapitre 7. Les conseils). Si la pression mesurée est nulle, la membrane n'est plus étanche et le vase doit être remplacé.

**La purge des bulles d'air du circuit est indispensable** au bon fonctionnement de l'installation. Si les purgeurs fonctionnent bien et qu'il n'y a pas d'apports d'air anormaux liés par exemple à un dégonflage du vase d'expansion, une absence de gaz en points hauts doit être constatée. Des bruits d'air au niveau du générateur ou des émetteurs sont également des indicateurs de présence anormale d'air dans les réseaux.

**Figure 39 :** Lors de l'entretien, il est important de contrôler la présence et le bon fonctionnement des dispositifs de dégazage.



Source : photo COSTIC

## RECOMMANDATIONS



Il est important que l'installation soit équipée de dispositifs de dégazage (purgeurs d'air, séparateurs d'air) en bon état de fonctionnement afin d'éliminer les gaz présents et de limiter ainsi le risque de corrosion  
Si ce n'est pas le cas, cela doit faire l'objet de préconisations (voir chapitre 7 : Les conseils).

**La vérification du fonctionnement du circulateur** est un des points de contrôle également obligatoire lors de l'entretien (voir chapitre 5.1.). Un dysfonctionnement du circulateur peut être aussi un signe d'embouage de l'installation.

## NOTE



Si l'installation de chauffage ou de refroidissement dispose d'un **disconnecteur à zone de pression réduite contrôlable (BA)** sur l'appoint d'eau, il doit obligatoirement faire l'objet d'un **contrôle annuel** par un opérateur qualifié, conformément à l'article 16.3 du RSDT. Pour les réseaux mis en place ou rénovés totalement après le 1<sup>er</sup> janvier 2023, un entretien par un opérateur compétent de l'**ensemble des disconnecteurs** est imposé, a minima annuellement, par l'arrêté du 10 septembre 2021, excepté dans les parties privatives des bâtiments d'habitation collective et dans les maisons individuelles.

En l'absence d'**ensemble de disconnexion adapté (BA en présence d'un fluide très toxique de catégorie 4 ou CA, a minima, pour un fluide toxique de catégorie 3, selon la NF EN 1717)** ou de **contrôle annuel** de ce dispositif, cela doit être **signalé par écrit**, à travers par exemple, la rubrique conseils et recommandations de l'attestation d'entretien. A noter que dans le cas d'une production d'ECS assurée par un échangeur simple paroi (intégré ou non au ballon), le fluide du circuit primaire de cet échangeur avec ses additifs (traitement d'eau, antigel éventuel, ...) ne peut être que de catégorie 3, un ensemble de disconnexion CA (disconnecteur à zone de pressions différentes non contrôlables) peut donc suffire.

**Figure 40 :** Les disconnecteurs à zone de pression réduite contrôlable (BA) sur l'appoint d'eau de chauffage doivent obligatoirement faire l'objet d'un contrôle annuel par un opérateur qualifié.



Source : photo COSTIC

5

4

## LA VÉRIFICATION DU CALORIFUGEAGE DU RÉSEAU

### 5.4.1 LES CONTRÔLES OBLIGATOIRES EN HABITAT COLLECTIF ET EN TERTIAIRE

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 21 NOVEMBRE 2022 MODIFIANT L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour les systèmes de distribution par boucle d'eau ...

*Dans les parties accessibles d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment d'habitation collectif ou d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment dans lequel sont exercées des activités tertiaires marchandes ou non marchandes, y compris celui appartenant à une personne physique ou morale du secteur primaire ou secondaire, et si le contrôle n'a pas été indiqué dans une précédente attestation d'entretien du système thermodynamique, contrôle de la présence et de l'état d'isolation des réseaux de distribution de chaleur et de froid, y compris ceux raccordés à un réseau de chaleur ou de froid, et situés hors du volume chauffé ou refroidi ; »*

« La fourniture de conseils porte sur les éléments suivants : ...

*l'intérêt de réaliser une isolation supérieure ou égale à 4 selon la norme NF EN 12 828 + A1 : 2014 des réseaux de distribution de chaleur et de froid, y compris ceux raccordés à un réseau de chaleur ou de froid, et situés hors du volume chauffé ou refroidi ; »*

Lors de l'entretien obligatoire, dans les parties accessibles, **un contrôle de la présence et de l'état de l'isolant** sur les réseaux de chauffage situés hors volume chauffé ainsi que sur les réseaux de froid localisés hors du volume refroidi, est imposé, s'il n'a pas déjà été effectué lors d'un précédent entretien.

Même si ce n'est pas imposé réglementairement, il est souhaitable de réaliser également à nouveau ce contrôle, même s'il a déjà été effectué.

Il est recommandé également de contrôler la présence et l'état de l'isolant sur les **équipements** (volumes tampons, vannes, circulateurs, ...).

Par ailleurs, compte tenu d'une part de l'obligation de conseils sur l'isolation du réseau et d'autre part des obligations d'isolation à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2027, il est préconisé de **déterminer les classes d'isolation d'au moins quelques tronçons** des réseaux existants, **ceux qui apparaissent les moins isolés**. Le décret du 7 juin 2023 et l'arrêté du 8 juin 2023 relatifs aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement et au calorifugeage des réseaux de distribution de chaleur et de froid imposent, **à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2027**, dans les bâtiments **d'habitation collectifs et tertiaires, neufs et existants**, que les **réseaux de distribution de chauffage et de refroidissement**, situés hors du volume chauffé ou refroidi, soient **calorifugés a minima en classe 4**. Si une étude montre l'impossibilité technique de respecter une classe 4 alors le réseau doit être calorifugé afin de limiter le plus possible la perte thermique.

L'**isolation des réseaux de refroidissement** est très importante également pour éviter les condensations en surface et au sein de l'isolant qui peuvent engendrer des dégradations (dans le cas de tuyauteries en faux plafond, par exemple). Pour cela, l'épaisseur d'isolant choisie doit permettre d'obtenir une température à la surface de l'isolant supérieure à la température de rosée de l'air environnant. Cette **épaisseur « anti-condensation »** dépend de la conductivité de l'isolant, des températures minimales de l'eau véhiculée et des conditions d'ambiance. Des exigences d'isolation sont spécifiées dans la **NF DTU 65-16 P1-2 des installations de pompe à chaleur – Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux** ; une classe 2 est imposée a minima.

Le tableau ci-dessous pour des tubes en acier revêtus de mousse élastomère flexible ainsi que ceux qui figurent en annexe 10.1 pour de la laine minérale et d'autres types de canalisations (cuivre et multicouches), permettent de déterminer cette classe d'isolation telle que définie par la norme NF EN 12 828+ A1 en fonction des diamètres des tubes et des épaisseurs d'isolant présentes. Ces tableaux ont été établis à partir des formules de calcul de la norme NF EN ISO 12241.

Classe d'isolation en fonction du diamètre et de l'épaisseur d'isolant pour des tubes en acier								
DN		DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN60
Diamètre extérieur du tube en acier, sans isolant, en mm		21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	70
Diamètre intérieur du tube en mm		16,7	22,3	27,9	36,6	42,5	53,9	63,6
Épaisseurs de mousse élastomère flexible (conductivité de 0,038 jusqu'à 25 mm et 0,040 W/m.K au-delà, émissivité de 0,94)	13 mm	2	1					
	19 mm	3	2	2	1	1	1	
	25 mm	4	3	3	2	2	2	1
	32 mm	4	4	3	3	3	2	2
	40 mm	5	4	4	4	3	3	3
	50 mm	5	5	5	4	4	4	3
	60 mm	6	5	5	5	5	4	4

**Tableau 12** Tableau permettant de déterminer la classe d'isolation mise en œuvre sur des réseaux existants en acier, isolés par de la mousse élastomère flexible. Par exemple, 19 mm de mousse élastomère flexible, d'une conductivité de 0,038 W/m.K, sur un tube en acier DN20 correspond seulement à une classe 2. En annexe 10.1., d'autres tableaux figurent pour de l'acier isolé par de la laine minérale et pour des tubes en cuivre et en multicouches.

## RECOMMANDATIONS



Il est très important que les canalisations du réseau de chaleur ou de froid, en dehors du volume chauffé ou refroidi, soient calorifugées même si elles sont en matériau plastique. Ainsi, une canalisation PVC-C de chauffage à eau chaude non isolée présente 4 à 7 fois plus de pertes thermiques, selon son diamètre, que si elle est calorifugée en classe 4.

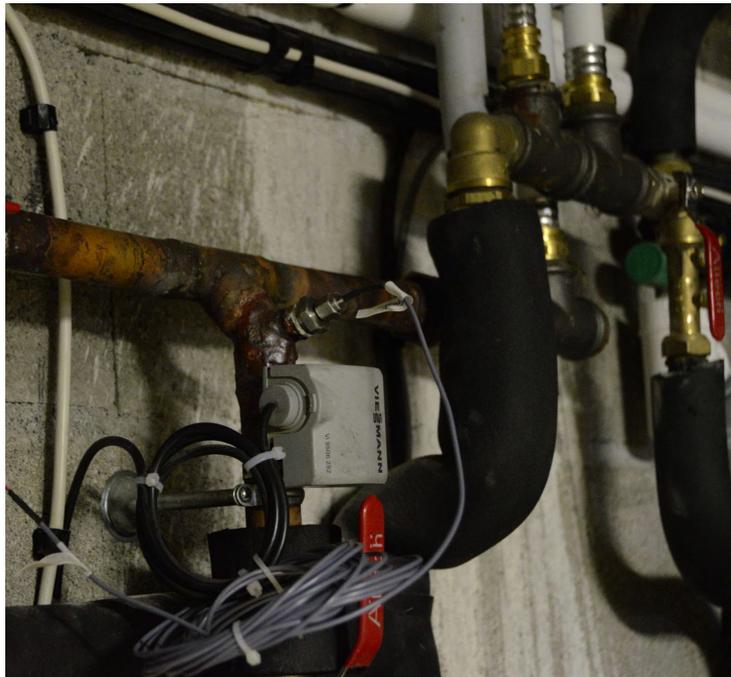
Une isolation de classe 4 par rapport à une classe 2 permet de diminuer de 30 % environ les déperditions des tubes.

Les équipements (volumes tampons, vannes, circulateurs, ...) doivent être également calorifugés afin de limiter le plus possible les pertes thermiques. Ainsi la perte thermique d'une vanne à 2 voies à brides en DN50 est d'environ 100 W pour une eau à 60°C et une ambiance à 20°C, d'après les mesures réalisées par le COSTIC.

## 5.4.2 LES CONTRÔLES RECOMMANDÉS EN HABITAT INDIVIDUEL

Lors de l'entretien, il est recommandé également de **contrôler la présence et l'état du calorifuge** sur les réseaux de **chauffage ou de refroidissement** et **les équipements** de ces installations (volume tampon, vannes, circulateurs, ...) situés en dehors du volume chauffé ou refroidi.

**Figure 41 :** Lors de l'entretien, un contrôle de la présence et de l'état du calorifuge sur les réseaux de chauffage ou de refroidissement, situés en dehors du volume chauffé ou refroidi, est recommandé.



Source : photo COSTIC

# 6

## LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS AÉRAULIQUES

Le contrôle du réseau et des équipements aérauliques est essentiel pour un fonctionnement optimal et durable des installations thermodynamiques avec une distribution aéraulique. Cette vérification porte sur le fonctionnement des ventilateurs et l'état général du réseau.

6

1

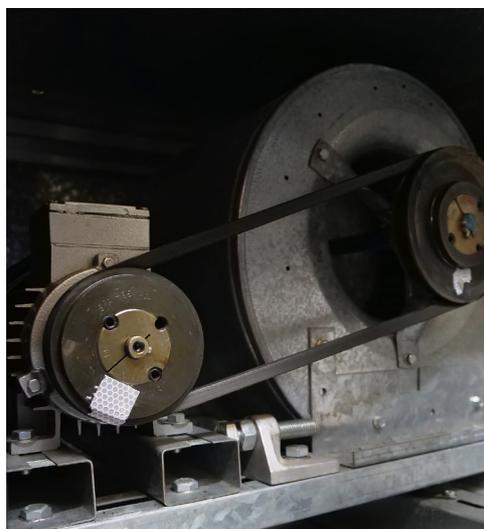
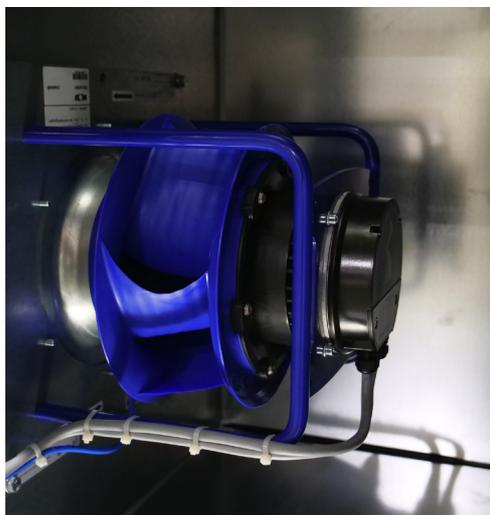
### LA VÉRIFICATION DU FONCTIONNEMENT DES VENTILATEURS

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW  
« Pour les systèmes de distribution par vecteur air : ...  
Vérification du fonctionnement du ventilateur. »

**Figure 42 :** Exemple de ventilateurs à volute (à droite) et à roue libre (à gauche) avec un entraînement direct (à gauche) ou à poulie courroie (à droite). Lors de l'entretien, la vérification du fonctionnement des ventilateurs est exigée.



La vérification du fonctionnement des ventilateurs sur les installations avec une distribution aéraulique est très importante afin d'assurer une circulation d'air efficace et optimale.

Comme évoqué précédemment (voir chapitre 2.1.1.), le contrôle des ventilateurs commence après leur nettoyage, par **une inspection visuelle** : vérifier la libre rotation des pâles, les fixations et l'absence de signe de dommage physique ou de corrosion.

Il doit être également réalisé :

- **Un essai de fonctionnement** afin de vérifier l'absence de bruits anormaux (grincements, vibrations excessives, ...). Cet essai de fonctionnement peut être effectué en même temps que les mesures de températures d'air soufflé imposées (voir chapitre 2.1.3.).
- **Une vérification de la connexion électrique.** Inspecter les connexions : Vérifier les câbles et les connecteurs électriques pour détecter tout signe de desserrage, de corrosion ou de dommage.
- **Un contrôle des dispositifs de sécurité** électriques et aérauliques.

Il est recommandé également de **mesurer les débits d'air** au refoulement des ventilateurs et de comparer les valeurs mesurées avec les spécifications du fabricant afin de s'assurer que les débits sont adéquats.

#### NOTE



Il est important d'avoir les bons débits d'air, tout particulièrement vis-à-vis du confort thermique et acoustique. C'est pourquoi, lors de l'entretien, il est recommandé également de mesurer les débits. Contrôler uniquement les températures n'est pas suffisant.

## 6

## 2

## LA VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DU RÉSEAU AÉRAULIQUE

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« Pour les systèmes de distribution par vecteur air :  
Vérification de l'état des gaines accessibles ; »

**Figure 43 :** Lors de l'entretien, une vérification de l'état des gaines aérauliques accessibles est exigée.



Source : photos COSTIC

La vérification de l'état des gaines de ventilation dans les systèmes de distribution aéraulique est essentielle pour garantir une efficacité optimale, une bonne qualité de l'air intérieur et la durabilité de l'installation.

**Au préalable**, afin de pouvoir réaliser une inspection visuelle, il peut s'avérer nécessaire retirer les panneaux d'accès ou les plafonds suspendus. Si des gaines sont inaccessibles, il est recommandé d'indiquer sur l'attestation remise au client, que certaines gaines inaccessibles n'ont pas pu être vérifiées.

L'**inspection visuelle** des gaines consiste à vérifier :

- **Leur intégrité** : contrôler l'absence de signe visible de dommage, tel que des déchirures, des trous, des écrasements ou des plis dans les gaines.
- **Leurs raccordements** : Vérifier que toutes les jonctions entre les gaines sont bien raccordées selon les règles de l'art et ne présentent pas de risque de fuite ou de déseboîtement.
- **Leur isolation thermique** : S'assurer que l'isolation des gaines est intacte, non dégradée, sans zone non calorifugée.
- **Leurs supports et fixations** :
  - Vérifier que toutes les gaines sont correctement supportées et fixées selon les règles de l'art et les recommandations du fabricant. Les supports inadéquats peuvent entraîner des affaissements ou des vibrations excessives.
  - S'assurer que les supports sont en bon état et qu'ils n'ont pas été affaiblis par la corrosion ou d'autres dommages.
- **Leur propreté**. Vérifier l'absence à l'intérieur des gaines d'accumulation de poussières, de débris ou de moisissures. Si nécessaire, il sera préconisé un nettoyage des gaines par un professionnel (voir chapitre 7 sur les conseils) à l'aide d'équipements spécifiques tels que des brosses rotatives, un aspirateur industriel ainsi que l'usage d'une caméra d'inspection. Les gaines textiles nécessitent un démontage pour pouvoir être nettoyées et désinfectées à l'aide, par exemple, d'une machine de lavage industriel.

# 7

## LES CONSEILS

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ANNEXE 2 DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

*« Fourniture de conseils nécessaires portant sur le bon usage du système :*

*La personne ayant effectué l'entretien du système thermodynamique fournit, à l'issue de la prestation d'entretien, des conseils nécessaires portant sur le bon usage de celle-ci, les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation et l'intérêt éventuel du remplacement de celle-ci, visant à réduire les consommations d'énergie de l'installation de chauffage ou de refroidissement.*

*Ces conseils sont inscrits sur l'attestation d'entretien, ils sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire.*

A l'issue de l'entretien des conseils doivent être donnés à titre informatif et non contractuel au commanditaire afin de l'informer sur les moyens d'agir pour limiter les consommations d'énergie de son installation de chauffage ou de refroidissement. Ces conseils doivent être inscrits sur l'attestation d'entretien.

Ci-après, sont donnés à titre indicatif, des exemples de conseils sur le bon usage et l'amélioration de l'installation de chauffage ou de refroidissement. Cette liste n'est pas exhaustive.



## LES CONSEILS SUR LE BON USAGE

### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ANNEXE 2 DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

« La personne ayant effectué l'entretien du système thermodynamique fournit, à l'issue de la prestation d'entretien, des conseils nécessaires portant sur le bon usage de celui-ci, ... La fourniture de conseils porte sur les éléments suivants :

- le système thermodynamique ; ...
- les systèmes de régulation et de contrôle de température ...
- les améliorations possibles permettant d'optimiser les radiations solaires et les apports de chaleur internes.

**Des exemples de conseils** sur la bonne utilisation des installations de chauffage ou de refroidissement par les utilisateurs sont donnés ci-après. Ils sont **à adapter au cas par cas**. Les conseils indiqués doivent être à la portée de l'utilisateur, par exemple des réglages auxquels ils ont accès. Les conseils doivent être inscrits sur l'attestation d'entretien.

### CONSEILS SUR LA PROGRAMMATION DU CHAUFFAGE ET LES CONSIGNES DE TEMPÉRATURES AMBIANTES

Programmer la température en fonction de l'**occupation des locaux**.

Réglementairement (articles R 241-25 à R 241-29-1 du code de l'énergie), les températures de chauffage :

- Ne doivent pas dépasser **19°C** pendant les périodes d'occupation.
- Être a minima de **16°C** pendant une inoccupation de **24 à 48 h**, et de **8°C** pour une inoccupation de **plus de 48h**.

Baisser le chauffage de **1°C** permet de diminuer de **7%** en moyenne la consommation de chauffage, en considérant un chauffage continu des locaux.

**Programmer** la température en fonction des besoins (jour/nuit, absences, ...) peut permettre de réduire **jusqu'à 50%** les consommations de chauffage par rapport à un chauffage continu.

**Dans les pièces inoccupées**, il est conseillé de régler les équipements de régulation terminale (robinets thermostatiques, thermostats d'ambiance, ...) en position **hors gel** et de fermer les portes, les volets et rideaux.

**Durant les absences de plusieurs jours**, régler le générateur en **hors gel** ou en **mode vacances** permet également d'éviter les consommations inutiles.

### CONSEILS POUR LIMITER SES CONSOMMATIONS DE CLIMATISATION

Pour limiter ses consommations d'énergie liées à la climatisation en période chaude, il est conseillé :

- De **réduire le plus possible les apports solaires** :
  - En fermant les volets et les fenêtres avant qu'elles ne soient exposées à l'ensoleillement.
  - En installant des protections solaires, si elles sont inexistantes.
- De **profiter du rafraîchissement la nuit** en ouvrant les fenêtres. Cela peut permettre de réduire les besoins de climatisation jusqu'à 45%.
- De **ne pas régler la température de consigne en dessous de 26°C**. Ainsi, augmenter la consigne de 23 à 26°C permet de réduire la consommation jusqu'à 60% à Montpellier et 75% à Paris. Réglementairement (article R. 241-30 du code de l'énergie), les systèmes de refroidissement ne doivent pas fonctionner lorsque la température intérieure des locaux ne dépasse pas 26 ° C (excepté dans des établissements spécifiques tels que des EHPAD, hôpitaux, ...).

**Les travaux d'isolation sur le bâti** (notamment des combles ou de la toiture) permettent également de limiter le recours à la climatisation.

D'autres conseils sont donnés, également, dans la brochure Ademe – Clés pour agir – Comment garder son logement frais tout l'été ? (2024/05).

### CONSEILS SUR LE RÉSEAU HYDRAULIQUE ET LES ÉMETTEURS DE CHALEUR

**Réaliser des purges d'air** des radiateurs pour qu'ils transmettent mieux la chaleur et limiter le risque de corrosion de l'installation.

Veiller à totalement **ouvrir les robinets thermostatiques à la fin de la saison de chauffe**, afin de limiter les risques de blocage des sièges des robinets.

Si le **robinet thermostatique** est placé **derrière un rideau**, il n'assurera pas correctement sa fonction si l'élément sensible qui mesure la température ambiante n'est pas déporté.

Eviter de recouvrir les radiateurs. **L'habillage des émetteurs diminue leur émission** de chaleur surtout si les distances entre le parement devant et la tablette au-dessus ainsi qu'entre le parement et le sol sont faibles. Une distance de 10 cm réduit d'environ 10% l'émission.

### CONSEILS SUR LA GESTION DES OUVRANTS DURANT LA SAISON DE CHAUFFAGE

Fermer les volets et tirer les rideaux la nuit ainsi que pendant les périodes d'inoccupation. Fermer également les portes des pièces peu chauffées. Un **volet fermé pendant la nuit** peut réduire la **déperdition de chaleur de la fenêtre jusqu'à 60 %**.

À l'inverse, en journée pendant l'hiver, **favorisez au maximum les apports solaires** en période d'occupation.

### AUTRES GESTES SIMPLES POUR ÉCONOMISER

Consulter les guides de l'ADEME, notamment :

- Un hiver tout confort – Clés pour agir – 2023/11
- Eau et énergie : comment réduire la facture ? 50 trucs et astuces – Clés pour agir – 2023/06
- Comment garder son logement frais tout l'été ? – Clés pour agir – 2024/05

## 7 2

## LES CONSEILS SUR LES AMÉLIORATIONS POSSIBLES

OBLIGATIONS  
RÉGLEMENTAIRES

EXTRAIT DE L'ANNEXE 2 DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ RELATIF À L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES DONT LA PUISSANCE NOMINALE EST COMPRISE ENTRE 4 KW ET 70 KW

*La personne ayant effectué l'entretien du système thermodynamique fournit, à l'issue de la prestation d'entretien, des conseils nécessaires portant sur le bon usage de celle-ci, les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation et l'intérêt éventuel du remplacement de celle-ci, visant à réduire les consommations d'énergie de l'installation de chauffage ou de refroidissement....*

*La fourniture de conseils porte sur les éléments suivants :*

- *le système thermodynamique ;*
- *le fluide frigorigène ;*
- *les systèmes de régulation et de contrôle de température et l'intérêt d'installer un système de régulation automatique de la température tel que mentionné au cinquième paragraphe de l'annexe 1 ;*
- *le réseau de distribution : l'intérêt de procéder à un désembouage ainsi qu'à un rééquilibrage du réseau et l'intérêt de réaliser une isolation supérieure ou égale à 4 selon la norme NF EN 12 828 + A1 : 2014 des réseaux de distribution de chaleur et de froid, y compris ceux raccordés à un réseau de chaleur ou de froid, et situés hors du volume chauffé ou refroidi ;*
- *la bonne adéquation des émetteurs avec le générateur notamment si l'un de ces systèmes a été changé depuis le dernier entretien ;*
- *les améliorations possibles permettant d'optimiser les radiations solaires et les apports de chaleur internes.*

*Les recommandations pour l'amélioration couvrent les champs suivants :*

- *adaptation à l'utilisation réelle du bâtiment ;*
- *réduction des besoins de refroidissement et de chauffage ;*
- *fonctionnement incorrect du système, des sous-systèmes ou des composants ;*
- *remplacement du système, des sous-systèmes et des composants. »*

**Des exemples de conseil sur les travaux d'améliorations** possibles sont donnés ci-après à titre indicatif. Ils sont à adapter au cas par cas. Les conseils doivent être inscrits sur l'attestation d'entretien.

## LA LUTTE CONTRE L'EMBOUAGE

Les boues présentes en parties basses des installations et dans les zones où les vitesses sont faibles (radiateurs, planchers chauffants-rafraîchissants, générateur, ...) sont issues essentiellement de la corrosion et de l'entartrage. Si elles ne sont pas évacuées par un désembouage, elles peuvent générer de nombreux autres désordres, en plus de ceux déjà constatés :

- Des émetteurs qui chauffent moins.
- Des consommations plus élevées.
- Le colmatage des organes de réglage (robinets thermostatiques, ...).
- Des déséquilibres thermiques.

- La détérioration des circulateurs.
- Des percements d'émetteurs, de générateur, ...

**Avant de réaliser un désembouage, un diagnostic est à réaliser.** Ce diagnostic a pour objectif de déterminer :

- Les causes de l'embouage. **Le désembouage n'aura qu'un effet limité dans le temps si les facteurs responsables de l'embouage ne sont pas éliminés.**
- L'intérêt, la faisabilité et la méthode de désembouage. L'intérêt de procéder à un désembouage se pose tout particulièrement si les canalisations sont déjà très corrodées.
- Les équipements éventuels à ajouter pour le désembouage et la remise à niveau de l'installation : vannes de chasse, vannes d'isolement, dispositif de captage des boues, équipements de dégazage, ...

**En plus de ce désembouage, une remise à niveau de l'installation est très importante** afin d'assurer un bon fonctionnement de l'installation et de lutter préventivement contre l'embouage :

- Remplacer les équipements défectueux (vase d'expansion percé, purgeurs défectueux, ...).
- Installer des équipements pour capter les boues et évacuer l'air (pot à boue, dégazeur, ...).
- Traiter préventivement l'eau.
- Installer un compteur d'eau sur les installations collectives, si inexistant, pour déceler les appoints d'eau anormaux.
- Procéder à un rééquilibrage de l'installation.

Pour plus d'information, voir le **guide AFPAC « Pompe à chaleur et qualité de l'eau »**.

### LE RÉÉQUILIBRAGE DU RÉSEAU HYDRAULIQUE

Un rééquilibrage des circuits de chauffage de l'installation est nécessaire afin de parer au **déséquilibre thermique** entre les différentes zones du bâtiment, source :

- D'**inconfort des occupants** (des zones surchauffées)
- De **surconsommations**. Pour éviter que certaines zones soient sous-chauffées, l'ensemble de l'installation est alimenté à des températures d'eau plus élevées ce qui génère des surchauffes et donc un gaspillage d'énergie.

L'intervention de rééquilibrage hydraulique consiste à corriger la mauvaise répartition des débits dans les émetteurs. Pour cela différentes étapes sont nécessaires :

- **Un relevé du bâti et des émetteurs.** Ces informations nécessaires pour le calcul des débits permettront également de repérer les éventuels travaux complémentaires à réaliser (l'installation d'organes d'équilibrage, le remplacement d'émetteurs sous-dimensionnés, le calorifugeage de réseaux, ...)
- **La détermination des déperditions** de chaque pièce.
- **Le calcul des débits** à obtenir dans les différents tronçons du circuit de chauffage, à partir des déperditions.
- **L'installation éventuelle d'organes d'équilibrage** en pied de colonne et sur les émetteurs s'ils sont inexistantes et autres travaux complémentaires indiqués précédemment.
- **Le réglage de ces organes** d'équilibrage qui va nécessiter un accès à l'ensemble des émetteurs.

Cette opération relativement longue à réaliser doit être précédée, si nécessaire, d'un désembouage de l'installation.

### LE NETTOYAGE DES RÉSEAUX AÉRAULIQUES

Les contrôles effectués lors de l'entretien ont montré qu'une opération de nettoyage des réseaux aérauliques était nécessaire. Le nettoyage de ces réseaux est une opération essentielle pour garantir l'efficacité énergétique de l'installation et la qualité de l'air intérieur. Il permet d'éviter les risques sanitaires liés à l'accumulation de poussières, de polluants ou de moisissures à l'intérieur des réseaux.

Ce nettoyage doit être réalisé par un professionnel qualifié afin d'assurer la pérennité des performances des équipements.

### L'ISOLATION DES RÉSEAUX AÉRAULIQUES

Lors de l'entretien, il a été constaté, dans certaines zones non chauffées ou non refroidies, un calorifugeage insuffisant des réseaux aérauliques : calorifuge dégradé ou absent sur certains tronçons, ou faibles épaisseurs d'isolant.

Il est important de réaliser une réfection de l'isolation de ces réseaux. L'isolation des conduits aérauliques permet de **réduire notablement les pertes thermiques** de distribution et d'éviter, le cas échéant, la condensation sur les parois.

Les règles de l'art sur les installations de pompes à chaleur (NF DTU 65-16 P1-1 de juin 2017) imposent une isolation des conduits pour un usage en refroidissement, imperméable à la vapeur pour éviter la formation de condensation entre le conduit et l'isolant et d'une épaisseur minimale (laine de verre ou minérale) de 25mm.

### L'ISOLATION DES RÉSEAUX HYDRAULIQUES DE CHAUFFAGE

Lors de l'entretien, il a été constaté, dans des zones non chauffées, un calorifugeage insuffisant de la distribution de chauffage : calorifuge dégradé ou absent sur certains tronçons ou faibles épaisseurs d'isolant. Il est important de réaliser une réfection de l'isolation de ces réseaux afin d'éviter les gaspillages d'énergie. Ainsi une canalisation en cuivre **non isolée présente 4 à 10 fois plus de pertes thermiques**, selon son diamètre, que si elle est calorifugée en **classe 4, exigence minimale à respecter à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2027**. Une longueur de 5 mètres de canalisation en cuivre non calorifugée parcourue par de l'eau à 60°C dans une ambiance à 15°C correspond à une perte thermique d'environ 150 W pour un diamètre extérieur de 16 mm et de l'ordre de 500 W pour un diamètre de 50 mm.

**Les équipements en chaufferie** (vannes, circulateurs, volumes tampons ...) doivent être également calorifugés afin de limiter le plus possible les pertes thermiques. Ainsi la perte thermique d'une vanne à 2 voies à brides en DN50 est d'environ 110 W pour une eau à 60°C et une ambiance à 15°C, d'après les mesures réalisées par le COSTIC.

### L'ISOLATION DES RÉSEAUX D'EAU GLACÉE

Lors de l'entretien, il a été constaté, dans certaines zones, un calorifugeage insuffisant de la distribution d'eau glacée : calorifuge dégradé ou absent sur certains tronçons ou faibles épaisseurs d'isolant.

Il est important de réaliser une **réfection de l'isolation** de ces réseaux afin d'éviter les **gaspillages d'énergie** et les **risques de condensation** qui peuvent engendrer des **dégradations** (dans le cas de tuyauteries en faux plafond par exemple). Pour cela, l'épaisseur d'isolant choisie doit permettre d'obtenir une température à la surface de l'isolant suffisamment élevée pour éviter la condensation. En outre, à partir du **1<sup>er</sup> janvier 2027**, il est imposé que les réseaux existants de distribution de froid, situés hors du volume refroidi, dispose d'un calorifuge a minima de classe 4.

### L'ISOLATION DES RÉSEAUX DE FLUIDE FRIGORIGÈNE

**Une réfection de l'isolation** des réseaux de fluide frigorigène est à réaliser compte-tenu de la dégradation et/ou de l'absence d'isolant constatée sur ces réseaux, lors de l'entretien. Leur isolation est très importante. Elle permet de limiter les **pertes thermiques** et les **risques de dysfonctionnement** (pouvant aller jusqu'à la casse du compresseur).

Les règles de l'art sur les installations de pompes à chaleur (NF DTU 65-16 P1-2 de juin 2017) imposent un niveau minimal d'isolation des liaisons frigorifiques (classe 2).

### LE REGLAGE DE LA LOI D'EAU

**Le réglage de la loi d'eau** (appelée également courbe de chauffe) est très important dans le cas d'une pompe à chaleur. Si les **températures de départ** d'eau du circuit de chauffage, réglées en fonction de la température extérieure, sont **trop élevées**, les performances énergétiques de la pompe à chaleur sont dégradées et les pertes thermiques des canalisations de chauffage plus importantes d'où des **consommations plus élevées**. Ainsi, une température de départ de 50°C au lieu de 45°C conduit à une dégradation d'environ 15% du coefficient de performance énergétique de la pompe à chaleur.

Ces températures trop hautes peuvent être dues à une absence initialement d'ajustement de la loi d'eau ou bien au changement des radiateurs existants par des émetteurs basses températures ou encore à l'isolation du bâti conduisant à une diminution des besoins de chauffage.

A contrario, si ces températures d'eau sont trop faibles, un inconfort peut être ressenti.

### L'INSTALLATION OU LE REMPLACEMENT DE DISPOSITIFS DE RÉGULATION ET PROGRAMMATION DU CHAUFFAGE

La **régulation et la programmation** ainsi que le bon réglage de celles-ci jouent un **rôle crucial** vis-à-vis de la maîtrise des consommations d'énergie. Ainsi la programmation des températures ambiantes en fonction des besoins (jour/nuit, absences, ...) peut permettre de réduire jusqu'à 50% les consommations de chauffage par rapport à un chauffage continu.

La **mise en œuvre de robinets thermostatiques connectés** sur les radiateurs permettra un gain supplémentaire notable en termes de confort et d'économie d'énergie. Les robinets thermostatiques complètent la régulation au niveau du générateur. Ils permettent :

- de limiter les surchauffes et de profiter des apports de chaleur internes et externes (rayonnement solaire, ...).
- de différencier les températures ambiantes en fonction de l'usage des locaux et notamment d'abaisser les températures dans les zones inoccupées.

Les modèles **connectés** offrent en plus la possibilité de **programmer** à distance la température en fonction de l'occupation de chaque pièce et de limiter ainsi le plus possible les consommations d'énergie

A noter que le décret du 7 juin et l'arrêté du 8 juin 2023 relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage imposent, **à partir du 1er janvier 2027**, que les bâtiments d'habitation et tertiaires neufs et existants soient équipés, si ce n'est pas déjà le cas, de systèmes **permettant de réguler et programmer la température intérieure par pièce** ou si justifié, par zone, a minima à un pas horaire, sauf si le temps de retour sur investissement est trop important.

### L'INSTALLATION D'UNE GTB DANS LES BÂTIMENTS TERTIAIRES

Les **systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments (BACS)** permettent de générer des économies par un **pilotage** du fonctionnement des installations techniques (chauffage, climatisation, ventilation, éclairage, ...) **au plus près des usages et des besoins** ainsi qu'en permettant de **décélérer d'éventuelles dérives** grâce au suivi des consommations.

Leur installation est **imposée par le code de la construction** (article R.175-2) dans les **bâtiments tertiaires** dotés de systèmes de chauffage ou de climatisation de plus de 70 kW (voir tableau ci-après), sauf si le temps de retour sur investissement (tel que défini par l'arrêté du 7 avril 2023 relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires) est supérieur à 10 ans.

Pour répondre aux exigences réglementaires du code de la construction (article R175-3), ces systèmes doivent permettre :

- De suivre, enregistrer et analyser en continu, par zone fonctionnelle et à un pas de temps horaire, les données de production et de consommation d'énergie des équipements techniques et de les ajuster en conséquence.
- De situer l'efficacité énergétique du bâtiment par rapport à des valeurs de référence.
- De détecter et alerter les exploitants de potentielles dérives de consommations.
- De communiquer et interagir avec les équipements techniques du bâtiment.
- Un arrêt manuel et la gestion autonome d'un ou plusieurs équipements techniques.

Ces systèmes ainsi spécifiés permettent également de satisfaire les exigences de régulation et de programmation des installations de chauffage et de refroidissement imposées à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2027 par le décret du 7 juin et l'arrêté du 8 juin 2023 relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement.

Puissance utile du système de chauffage ou de climatisation	>290 kW	>70 kW	
Bâtiment neuf	Depuis le 21 juillet 2021*	Depuis le 8 avril 2024*	
Bâtiment existant	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2025	Lors du renouvellement du système de chauffage ou de refroidissement	Depuis le 9 avril 2023
		Dans tous les autres cas	Au plus tard, le 1 <sup>er</sup> janvier 2027

\*Date du dépôt permis de construire

**Tableau 13** Dates spécifiées dans l'article R. 175-2 du code de la construction et de l'habitation, à partir desquelles la présence d'un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments (BACS) est obligatoire dans les bâtiments tertiaires dotés de systèmes de chauffage ou de climatisation de plus de 70 kW, excepté si le temps de retour pour l'installation du BACS est supérieur à 10 ans.

### L'INSTALLATION D'UN DISCONNECTEUR

Installer un ensemble de protection contre les retours d'eau permet **d'éviter que l'eau du circuit de chauffage et/ou de refroidissement ne vienne polluer le réseau d'eau potable**, lors d'un appoint d'eau sur ce circuit, si la pression sur ce réseau est supérieure à celle du circuit d'eau potable.

La présence de cet ensemble de protection sur l'alimentation en eau du circuit de chauffage et/ou de refroidissement est une obligation réglementaire. D'après l'article R 1321-57 du code de la santé publique ainsi que l'arrêté du 10 septembre 2021 relatif à la protection des réseaux, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas être contaminée des phénomènes de retour d'eau.

**Un entretien annuel** de ce dispositif est également imposé dans le cas **d'une installation collective de chauffage et/ou de refroidissement** par l'article R 1321-61 du code de la santé publique, l'arrêté du 10 septembre 2021 et l'article 16.3 du Règlement Sanitaire Départemental Type (circulaire du 9 août 1978 modifiée).

### LE REMPLACEMENT DES ÉMETTEURS DE CHALEUR

L'installation de radiateurs à basse température ou de planchers chauffants au lieu des radiateurs existants permet une économie d'énergie importante. Les performances des pompes à chaleur sont très dépendantes des températures des circuits de chauffage. Ainsi une température d'eau en départ du circuit de chauffage de 35°C au lieu de 60°C permet une augmentation du coefficient de performance énergétique de la pompe à chaleur d'environ 60%.

### L'AJOUT D'UN VOLUME TAMPON

L'ajout d'un volume tampon sur une installation de pompe à chaleur offre des avantages significatifs en termes de performance et d'efficacité énergétique. Il contribue également à la durabilité de l'installation et améliore le confort thermique. Une mise en œuvre appropriée, incluant un dimensionnement correct, une intégration adéquate au système de contrôle et une maintenance facilitée, est essentielle pour maximiser ces bénéfices.

### L'ISOLATION DU BÂTI

Une meilleure isolation thermique du bâti, c'est :

- **Plus de confort** en hiver et également en été.
- Des **économies d'énergie** et moins d'émissions de gaz à effet de serre, étant donné la diminution des besoins de chauffage et de refroidissement.
- Une **valorisation du bien** au moment de la vente ou de la location.

Dans le cadre d'un ravalement de façade ou d'une réfection de toiture, des obligations d'isolation sont imposées dans certains cas, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, par le code de la construction (articles R. 131-28-7 et R. 131-28-9).

Pour plus d'informations, voir les guides ADEME :

- Rénover – Isoler sa maison – Clés pour agir – 2023/11
- Réglementation – Ravalement, rénovation de toiture, aménagement de pièces : l'obligation d'isolation – 2023/08



# L'ATTESTATION D'ENTRETIEN ET LES OBLIGATIONS CONCERNANT LE COMMANDITAIRE ET L'OPERATEUR

## QUI EST LE COMMANDITAIRE DE L'ENTRETIEN ?

L'article R. 224-44-1 du code de l'environnement, ci-après, précise quel doit être le commanditaire de la prestation d'entretien selon qu'il s'agit d'une installation thermodynamique individuelle ou collective.

La réglementation ne rend pas obligatoire la passation par le commanditaire d'un contrat d'entretien. L'entretien peut être réalisé soit dans le cadre d'un contrat d'entretien soit lors d'une prestation spécifique hors contrat d'entretien.

## OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARTICLE R. 224-44-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT CRÉÉ PAR LE DÉCRET DU 28 JUILLET 2020

« L'entretien d'un **système thermodynamique individuel** équipant un logement, un local, un bâtiment ou une partie de bâtiment est effectué à l'initiative de l'occupant, sauf stipulation contraire du bail.

L'entretien des **systèmes thermodynamiques collectifs** est effectué à l'initiative du propriétaire ou du syndicat des copropriétaires de l'immeuble. »

## QUI DOIT EFFECTUER L'ENTRETIEN ?

## OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



EXTRAIT DE L'ARTICLES R. 224-44-2 ET R. 224-44-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT CRÉÉ PAR LE DÉCRET DU 28 JUILLET 2020

« L'entretien comporte :

2° Un **contrôle d'étanchéité** du circuit de fluide frigorigène, sauf pour les équipements soumis au règlement (UE) n° 517/2014 du Parlement européen et du conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés ;

...

L'entretien est effectué par une personne remplissant les conditions de qualification professionnelle prévues au II de l'article 16 de la loi n° 96-603 du 5 juillet 1996 relative au développement et à la promotion du commerce et de l'artisanat. »

L'articles R. 121-1 et R. 121.3 du code de l'artisanat qui transposent le décret d'application du 2 avril 1998 de la loi du 5 juillet 1996 (loi et décret abrogés au 1<sup>er</sup> juillet 2023) indiquent que les personnes qui réalisent ces opérations d'entretien ou qui en contrôlent l'exercice par des personnes non qualifiées doivent **être titulaires, pour l'exercice du métier ou de l'activité concerné** :

- D'un **certificat d'aptitude professionnelle** (CAP),
- D'un **brevet d'études professionnelles** (BEP)
- Ou d'un **diplôme ou titre** de niveau égal ou supérieur homologué ou enregistré lors de sa délivrance au répertoire national des certifications professionnelles institué par l'article L. 6113-1 du code du travail.
- A défaut de diplômes ou de titres, ces personnes doivent justifier d'une **expérience professionnelle de trois années** effectives sur le territoire de la République, de l'Union européenne ou d'un autre Etat partie à l'accord sur l'Espace économique européen, acquise en qualité de dirigeant d'entreprise, de travailleur indépendant ou de salarié dans l'exercice du métier ou de l'activité concerné.

L'entretien de l'installation thermodynamique peut être réalisée par un opérateur **non-détenteur d'une attestation d'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes, sauf pour les équipements soumis au règlement F-GAS** (voir chapitre 3.2. sur le contrôle de l'étanchéité du circuit frigorifique).

#### L'ATTESTATION D'ENTRETIEN

L'article R. 224-44-4 du code de l'environnement impose la remise d'une attestation d'entretien au commanditaire. Il spécifie, par ailleurs, les délais d'établissement et de conservation de ce document.

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



##### EXTRAIT DE L'ARTICLE R. 224-44-4 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« Une attestation d'entretien est établie par la personne qui a réalisé l'entretien, dans un délai de quinze jours suivant sa visite.  
L'attestation est remise au commanditaire de l'entretien qui la tient à la disposition des agents mentionnés à l'article L. 226-2. »

Les informations qui doivent figurer dans l'attestation d'entretien ainsi que les modalités concernant la réalisation, la transmission de ce document sont précisées dans l'annexe 3 de l'arrêté du 24 juillet 2020 modifié.

#### OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES



##### EXTRAIT DE L'ANNEXE 3 DE L'ARRÊTÉ DU 24 JUILLET 2020 MODIFIÉ

L'attestation d'entretien est rédigée par la personne ayant effectué la visite d'entretien. Ce document réunit l'ensemble des éléments listés au point 2 de cette annexe et les conseils nécessaires. Ce document ne doit pas pouvoir être confondu avec un autre document.

L'original de ce document peut être remis au commanditaire sous forme dématérialisée. Une copie de ce document peut être conservée par la personne ayant effectué l'entretien pendant une période de deux ans.

Dans le cas de bâtiment, partie de bâtiment ou local comprenant plusieurs systèmes thermodynamiques, une attestation d'entretien est fournie pour chacun des systèmes ayant fait l'objet d'un entretien.

Deux exemples d'attestation d'entretien sont proposés ci-après :

- Un exemple pour les **systèmes thermodynamiques électriques** de 4 à 70 kW, conforme aux exigences de l'arrêté du 24 juillet 2020 modifié sur l'entretien de ces systèmes
- Un autre exemple pour les **PAC hybrides** qui regroupe à la fois les exigences de l'arrêté du 24 juillet modifié sur les systèmes thermodynamiques et celles de l'arrêté du 15 septembre 2009 modifié sur l'entretien annuel des chaudières de 4 à 400 kW.

Les éléments qui figurent dans ces exemples correspondent aux informations minimales qui doivent être indiquées réglementairement. Seuls quelques points complémentaires ont été ajoutés pour lesquels il est précisé leur caractère non obligatoire.

Ces exemples d'attestation comportent 3 pages :

- La 1<sup>ère</sup> page porte sur les contrôles obligatoires de la distribution hydraulique ou aéraulique et de régulation de l'installation thermodynamique.
- La 2<sup>ème</sup> page regroupe les opérations d'entretien sur le générateur thermodynamique de chaleur et/ou de froid. Si l'installation thermodynamique comporte plusieurs générateurs, cette 2<sup>ème</sup> page est à dupliquer.
- Dans le cas des PAC hybrides, la 3<sup>ème</sup> page porte sur les opérations annuelles d'entretien imposées pour les chaudières. Cette page diffère selon qu'il s'agit d'une chaudière fioul ou gaz. Cette page est à dupliquer si l'installation comporte plusieurs chaudières.
- La dernière page porte sur les éventuels défauts corrigés et les conseils à fournir pour limiter les consommations d'énergie.

Ces documents peuvent être photocopiés pour être utilisés tels quels ou être adaptés par chaque entreprise.

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## INSTALLATION THERMODYNAMIQUE de 4 à 70 kW – 1/3

Nom du commanditaire :

Entreprise effectuant l'entretien :

CACHET

Adresse du commanditaire :

Tel :

Adresse du local du(des) système(s) thermodynamique(s) :

Adresse :

Date du dernier entretien (si disponible) :

### Points de contrôle obligatoires de la distribution

**Distribution hydraulique :**  Présente /  Non Présente

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Contrôle de l'embouement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Purge des bulles d'air (si purgeur(s) fonctionnel(s) et accessible(s))	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la pression du réseau hydraulique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du fonctionnement du(des) circulateur(s)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification et nettoyage du filtre sur la distribution hydraulique si nécessaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la pression de gonflage du(des) vases d'expansion avec regonflage si nécessaire		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans les parties accessibles du(des) bâtiment(s), contrôle de la présence et de l'état d'isolation des réseaux de distribution de chaleur et de froid, y compris ceux raccordés à un réseau de chaleur ou de froid et situés hors du volume chauffé ou refroidi (contrôle obligatoire en habitat collectif et en tertiaire, si non effectué lors d'un précédent entretien).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

**Distribution aéraulique :**  Présente /  Non Présente

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Vérification de l'état des gaines accessibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du fonctionnement du ventilateur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

### Points de contrôle obligatoires de la régulation de l'installation de chauffage ou de froid

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Dans les parties accessibles du(des) bâtiment(s), vérification de la présence :			
- D'équipements de régulation automatique de la température intérieure par pièce ou (si justifié) par zone de chauffage ou de refroidissement;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- D'un système de programmation de la température intérieure, a minima horaire, permettant un réglage en mode confort, réduit, hors gel (pour le chauffage uniquement) ou un arrêt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- D'un régulateur du(des) générateur(s) de chauffage central à eau a minima de classe IV**, sauf incompatibilité technique : un thermostat d'ambiance chrono-proportionnel ou modulant, un régulateur en fonction de la température extérieure avec une compensation d'ambiance ou un régulateur d'ambiance multi-zones (au moins 3 zones)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification :			
- De la température de départ d'eau affichée ou indiquée par un thermomètre présent sur l'installation et de la cohérence de cette température, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Du positionnement et du fonctionnement des robinets thermostatiques, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- De la cohérence de la programmation horaire avec les usages du bâtiment, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

\* Validé signifie que le contrôle est réalisé, non validé qu'il n'est pas réalisé et sans objet, que les équipements ne sont pas présents ou non accessibles  
 \*\* Classes telles que définies au paragraphe 6.1 de la communication de la Commission 2014/ C 207/02 dans le cadre du règlement (UE) n° 813/2013.

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## SYSTEME THERMODYNAMIQUE de 4 à 70 kW – 2/3

### Identification du générateur thermodynamique de chaleur ou de froid

**Système monobloc ou unité extérieure des systèmes bi-bloc :** Unité(s) intérieure(s), le cas échéant :

Marque, modèle :  Nombre\*\*\* :   
 Energie :  Marque, modèle :   
 Numéro de série (si possible) :  Energie :   
 Date de mise en service (si possible) :  Numéro de série (si possible) :   
 Puissance nominale Pn (si possible) :  Date de mise en service (si possible) :   
 Dénomination du fluide frigorigène\*\*\* : R  Puissance nominale par unité Pn (si possible) :   
 Potentiel de réchauffement global du fluide\*\*\* :   
 Charge totale de fluide frigorigène\*\*\*  kg

### Points de contrôle obligatoires du générateur thermodynamique de chaleur ou de froid

**Pour tous les systèmes thermodynamiques**

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure et vérification du fonctionnement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du fonctionnement de l'inversion de cycle lorsque c'est possible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de l'enclenchement des appoints	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

Mesures obligatoires :

	Mode chauffage (le cas échéant)	Mode refroidissement (le cas échéant)	Appareil(s) de mesure utilisé(s) (marque et référence) :
Températures			
Unité extérieure	<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C	<input type="text"/>
Unité intérieure	<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C	<input type="text"/>
Tension électrique statique (à l'arrêt) :		<input type="text"/> V	Appareil(s) de mesure utilisé(s) (marque et référence) :
Tension électrique dynamique (en fonctionnement) :		<input type="text"/> V	<input type="text"/>

Les relevés et résultats de ces mesures peuvent être joints par la personne ayant effectué l'entretien à l'attestation d'entretien.

**Pour les systèmes aérothermiques uniquement \* :**  Présent /  Non Présent

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Vérification de l'échangeur de l'unité extérieure et nettoyage si nécessaire		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification et nettoyage avec désinfection si nécessaire de l'unité intérieure et du filtre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

### Points de contrôle recommandés\*\*\*

	Validé*	Non Validé*
Vérification des dispositifs de sécurité du générateur thermodynamique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Points de contrôle obligatoires de l'étanchéité du circuit frigorigène\*\*\*

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Contrôles prévus par l'article R224-44-2 du code de l'environnement **** :			
Vérification du voyant de fluide frigorigène, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relevé des pressions à l'entrée et à la sortie du compresseur sur les manomètres, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

bar

Remarques :

\*\*\* Informations non obligatoires

\*\*\*\* Au-delà d'une certaine charge de fluide non naturel (pour les HFC, plus de 5 t<sub>éq</sub>CO<sub>2</sub> pour des systèmes non hermétiquement scellés, ...), un contrôle d'étanchéité par opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes est obligatoire. Ce contrôle fait l'objet d'une fiche d'intervention spécifique (Cerfa n°15497\*04).

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## INSTALLATION THERMODYNAMIQUE de 4 à 70kW – 3/3

### Défauts constatés lors de l'entretien et actions correctives réalisées

### Conseils et recommandations portant sur :

> le bon usage du système thermodynamique

> les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation thermodynamique

*Les conseils et recommandations mentionnés de la présente attestation sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire.*

Date de la visite :

Nom et signature de la personne ayant réalisé l'entretien :

Signature du commanditaire :

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## PAC HYBRIDE – 1/4

Nom du commanditaire :

Entreprise effectuant l'entretien :

CACHET

Adresse du commanditaire :

Tel :

Adresse du local du(des) système(s) thermodynamique(s) :

Adresse :

Date du dernier entretien (si disponible) :

Date du dernier ramonage (si disponible) :

### Points de contrôle obligatoires du réseau hydraulique

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Contrôle de l'embouement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Purge des bulles d'air (si purgeur(s) fonctionnel(s) et accessible(s))	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la pression du réseau hydraulique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du fonctionnement du(des) circulateur(s)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification et nettoyage du filtre sur la distribution hydraulique si nécessaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle de la pression de gonflage du(des) vases d'expansion avec regonflage si nécessaire		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans les parties accessibles du(des) bâtiment(s), contrôle de la présence et de l'état d'isolation des réseaux de distribution de chaleur et de froid, y compris ceux raccordés à un réseau de chaleur ou de froid et situés hors du volume chauffé ou refroidi (contrôle obligatoire en habitat collectif et en tertiaire, si non effectué lors d'un précédent entretien).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

### Points de contrôle obligatoires de la régulation de l'installation de chauffage ou de froid

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Dans les parties accessibles du(des) bâtiment(s), vérification de la présence :			
- D'équipements de régulation automatique de la température intérieure par pièce ou (si justifié) par zone de chauffage ou de refroidissement;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- D'un système de programmation de la température intérieure, à minima horaire, permettant un réglage en mode confort, réduit, hors gel (pour le chauffage uniquement) ou un arrêt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- D'un régulateur du(des) générateur(s) de chauffage central à eau a minima de classe IV**, sauf incompatibilité technique : un thermostat d'ambiance chrono-proportionnel ou modulant, un régulateur en fonction de la température extérieure avec une compensation d'ambiance ou un régulateur d'ambiance multi-zones (au moins 3 zones)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans les bâtiments tertiaires entrant dans le champ d'application de l'article R.175-2 du code de la construction et de l'habitation, vérification de la présence d'un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments assurant les fonctions spécifiées à l'article R.175-3 de ce code	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification :			
- De la température de départ d'eau affichée ou indiquée par un thermomètre présent sur l'installation et de la cohérence de cette température, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Du fonctionnement des sondes de température, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Du positionnement et du fonctionnement des robinets thermostatiques, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- De la cohérence de la programmation horaire avec les usages du bâtiment, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

\* Validé signifie que le contrôle est réalisé, non validé qu'il n'est pas réalisé et sans objet, que les équipements ne sont pas présents ou non accessibles  
 \*\* Classes telles que définies au paragraphe 6.1 de la communication de la Commission 2014/C 207/02 dans le cadre du règlement (UE) n° 813/2013.

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## PAC HYBRIDE – 2/4

### Identification du générateur thermodynamique de chaleur ou de froid de 4 à 70 kW

**Système monobloc ou unité extérieure des systèmes bi-bloc :** **Unité intérieure**, le cas échéant :

Marque, modèle :  Marque, modèle :

Energie :  Energie :

Numéro de série (si possible) :  Numéro de série (si possible) :

Date de mise en service (si possible) :  Date de mise en service (si possible) :

Puissance nominale P<sub>n</sub> (si possible) :  Puissance nominale P<sub>n</sub> (si possible) :

Dénomination du fluide frigorigène\*\*\* : R

Potentiel de réchauffement global du fluide\*\*\* :

Charge totale de fluide frigorigène\*\*\*  kg

### Points de contrôle obligatoires du générateur thermodynamique de chaleur ou de froid

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Relevé des températures de l'unité intérieure et de l'unité extérieure et vérification du fonctionnement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du fonctionnement de l'inversion de cycle lorsque c'est possible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de l'enclenchement des appoints	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

Mesures obligatoires :

Températures	Mode chauffage (le cas échéant)	Mode refroidissement (le cas échéant)	Appareil(s) de mesure utilisé(s) (marque et référence) :
Unité extérieure	<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C	<input type="text"/>
Unité intérieure	<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C	
Tension électrique statique (à l'arrêt) :		<input type="text"/> V	Appareil(s) de mesure utilisé(s) (marque et référence) :
Tension électrique dynamique (en fonctionnement) :		<input type="text"/> V	<input type="text"/>

Les relevés et résultats de ces mesures peuvent être joints par la personne ayant effectué l'entretien à l'attestation d'entretien.

### Points de contrôle recommandés\*\*\*

	Validé*	Non Validé*
Vérification des dispositifs de sécurité du générateur thermodynamique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Points de contrôle obligatoires de l'étanchéité du circuit frigorigène\*\*\*

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Contrôles prévus par l'article R224-44-2 du code de l'environnement **** :			
Vérification du voyant de fluide frigorigène, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relevé des pressions à l'entrée et à la sortie du compresseur sur les manomètres, le cas échéant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

bar

Remarques :

\*\*\* Informations non obligatoires

\*\*\*\* Au-delà d'une certaine charge de fluide non naturel (pour les HFC, plus de 5 t<sub>éq</sub>CO<sub>2</sub> pour des systèmes non hermétiquement scellés...), un contrôle d'étanchéité par opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à manipuler les fluides frigorigènes est obligatoire. Ce contrôle fait l'objet d'une fiche d'intervention spécifique (Cerfa n°15497\*04).51

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## PAC HYBRIDE – CHAUDIERE GAZ – 3/4

### Identification de la chaudière gaz de 4 à 400 kW

Marque, modèle, type :

Mode d'évacuation, type :

Puissance nominale P<sub>n</sub> (si possible) :

Date de mise en service (si possible) :

Numéro de série (si possible) :

### Identification du brûleur gaz (si applicable)

Marque, modèle :

Puissance nominale Q<sub>n</sub>\*\*\* :

Date de mise en service :

Numéro de série\*\*\* :

### Points de contrôle obligatoires de la chaudière gaz

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Vérification du bon fonctionnement de la chaudière		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du conduit de raccordement, si démontable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de l'état, la nature et la géométrie du conduit de raccordement selon la NF P 45-500		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du corps de chauffe, du brûleur, de la veilleuse, du ventilateur, des électrodes d'allumage et d'ionisation de la chaudière		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du siphon des condensats pour les chaudières à condensation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification et réglage éventuel du débit de gaz		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification du circulateur de l'installation de chauffage piloté par la chaudière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification des dispositifs de sécurité de la chaudière		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans le cas d'une chaudière raccordée à un conduit 3 CEp : vérification de la présence et du fonctionnement du clapet anti-retour (si dans le conduit de raccordement), vérification de la plaque signalétique à proximité du conduit de raccordement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dans le cas d'une chaudière avec ballon d'ECS : vérification des anodes et accessoires fournis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Mesures obligatoires après les opérations de réglages et d'entretien :

Teneur en CO à proximité de la chaudière (type B ou C) en fonctionnement :  ppm

% CO < 10 ppm *La situation est normale*

10 ppm ≤ % CO < 50 ppm *Il y a anomalie de fonctionnement nécessitant impérativement des investigations complémentaires concernant le tirage du conduit de fumée et la ventilation du local*

% CO ≥ 50 ppm *Il y a un danger grave et imminent nécessitant la mise à l'arrêt de la chaudière et la recherche du dysfonctionnement avant remise en service*

> Pour les chaudières raccordées à un conduit collectif (3 CEp ou autre) :

teneur en CO dans le conduit d'amenée d'air du conduit de raccordement :  ppm

> Pour les brûleurs à air soufflé uniquement :

L'imprimé du test de combustion peut aussi être agrafé sur l'attestation

Température des fumées :  °C

Température ambiante\*\*\* :  °C

Teneur CO<sub>2</sub> ou teneur O<sub>2</sub> dans les fumées :  % O<sub>2</sub> ou  % CO<sub>2</sub>

> Appareil(s)  
de mesure utilisé(s)  
(marque et référence) :

### Evaluation des performances de la chaudière gaz

#### Rendement de la chaudière

Rendement (PCI) évalué à puissance nominale  %

#### Rendement de référence

Rendement (PCI) de la meilleure technologie équivalente de chaudière gaz récente existant en 2009 sur le marché \*\*\*\* :  %

Classe énergétique de la chaudière (si antérieure à 2015 et de moins de 70 kW)

Classe évaluée :

#### Classe énergétique des principales solutions de remplacement

Energie	Système (neuf)	Classe énergétique	Energie	Système (neuf)	Classe énergétique
Bois	Chaudière bûche	C	Gaz	Chaudière condensation	A
	Chaudière granulé	A		Chaudière basse température de type B1	C
Electricité	PAC eau-eau	A++/ A+++	Combustible liquide	Chaudière condensation	A/B
	PAC air-eau	A+/ A++			

#### Emissions de polluants de la chaudière

Emissions évaluées de NOx  mg/kWh à 0% d'O<sub>2</sub>

#### Emissions de référence

Niveau équivalent d'émissions de NOx atteint par l'utilisation des meilleures technologies de chaudières gaz récentes existant en 2009 sur le marché \*\*\*\*

35 mg/kWh à 0% d'O<sub>2</sub>

\*\*\* Informations non obligatoires

\*\*\*\* Les caractéristiques techniques de certaines installations peuvent limiter la capacité à atteindre cette valeur

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## PAC HYBRIDE - CHAUDIERE FIOUL - 3/4

### Identification de la chaudière fioul de 4 à 400 kW

Marque, modèle, type :

Mode d'évacuation, type :

Puissance nominale P<sub>n</sub> (si possible) :

Date de mise en service (si possible) :

Numéro de série (si possible) :

### Identification du brûleur (si applicable)

Marque, modèle :

Puissance nominale Q<sub>n</sub>\*\*\* :

Date de mise en service :

Numéro de série\*\*\* :

### Points de contrôle obligatoires de la chaudière fioul

	Sans objet*	Validé*	Non Validé*
Vérification de l'état, de la nature et de la géométrie du conduit de raccordement du générateur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du corps de chauffe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Démontage et nettoyage du brûleur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du préfiltre fioul domestique lorsque l'installation en est munie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du filtre de la pompe fioul domestique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle des dispositifs de sécurité du brûleur et de la chaudière		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle du circulateur de chauffage intégré dans le générateur (si présent)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Points de contrôle recommandés***</b>			
Dans le cas d'une chaudière avec ballon d'ECS à accumulation : vérification, selon les prescriptions du constructeur, des anodes et accessoires fournis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Mesures obligatoires après les opérations de réglages et d'entretien :

Indice de noircissement (test de Bacharach) :  L'imprimé du test de combustion peut aussi être agrafé sur l'attestation

Température des fumées :  °C Température ambiante\*\*\* :  °C

Teneur CO<sub>2</sub> ou teneur O<sub>2</sub> dans les fumées :  % O<sub>2</sub> et/ou  % CO<sub>2</sub>

Pression de pulvérisation du gicleur :  bar

> Pour les chaudières à circuit de combustion non étanche uniquement :

Teneur en CO à proximité de la chaudière en fonctionnement :  ppm

% CO < 10 ppm La situation est normale

10 ppm ≤ % CO < 50 ppm Il y a anomalie de fonctionnement nécessitant impérativement des investigations complémentaires concernant le tirage du conduit de fumée et la ventilation du local

% CO ≥ 50 ppm Il y a un danger grave et imminent nécessitant la mise à l'arrêt de la chaudière et la recherche du dysfonctionnement avant remise en service

> Appareil(s)  
de mesure utilisé(s)  
(marque et référence) :

### Evaluation des performances de la chaudière fioul

#### Rendement de la chaudière

Rendement (PCI) évalué à puissance nominale :  %

#### Rendement de référence

Rendement (PCI) de la meilleure technologie équivalente de chaudière fioul récente existant en 2009 sur le marché \*\*\*\*\* :  %

**Classe énergétique de la chaudière** (si antérieure à 2015 et de moins de 70 kW)

Classe évaluée :

#### Classe énergétique des principales solutions de remplacement

Energie	Système (neuf)	Classe énergétique	Energie	Système (neuf)	Classe énergétique
Bois	Chaudière bûche	C	Gaz	Chaudière condensation	A
	Chaudière granulé	A		Chaudière basse température de type BI	C
Electricité	PAC eau-eau	A++/ A+++	Combustible liquide	Chaudière condensation	A/B
	PAC air-eau	A+/ A++			

#### Emissions de polluants de la chaudière

Emissions évaluées de NO<sub>x</sub>  mg/kWh à 0% d'O<sub>2</sub>

#### Emissions de référence

Niveau équivalent d'émissions de NO<sub>x</sub> atteint par l'utilisation des meilleures technologies de chaudières fioul récentes existant en 2009 sur le marché \*\*\*\*\*

90 mg/kWh à 0% d'O<sub>2</sub>

\*\*\* Informations non obligatoires

\*\*\*\*\* Les caractéristiques techniques de certaines installations peuvent limiter la capacité à atteindre cette valeur

# ATTESTATION D'ENTRETIEN

## PAC HYBRIDE – 4/4

### Défauts constatés lors de l'entretien et actions correctives réalisées

### Conseils et recommandations portant sur :

> le bon usage de la PAC hybride

> les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation

*Les conseils et recommandations mentionnés de la présente attestation sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire, sauf pour le cas où une teneur anormalement élevée en monoxyde de carbone est constatée*

Date de la visite :

Nom et signature de la personne ayant réalisé l'entretien :

Signature du commanditaire :



# LES RÉFÉRENCES

## LES RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

**Règlement (UE) 2024/573** du Parlement européen et du Conseil du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés, modifiant la directive (UE) 2019/1937 et abrogeant le Règlement (UE) no 517/2014

**Directive 2014/68/UE** du Parlement européen et du Conseil du 15 mai 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression

**Directive 2018/844/CE** du parlement européen et du conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/CE du parlement européen et du conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments

**Communication de la Commission** dans le cadre du règlement (UE) no 813/2013 de la Commission portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes et du règlement délégué (UE) no 811/2013 de la Commission complétant la directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage mixtes, des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage des locaux, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire et des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage mixte, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire

**Code de l'artisanat** – Articles L 121-1 et R 121-1 à R 121-5 – Activités soumises à l'exigence de qualification professionnelle

**Code de la construction et de l'habitation** – Article R 175-1 à R 175-6 sur le pilotage des systèmes techniques des bâtiments

### Code de l'énergie

- Articles R. 241-25 à R 241-29-1 sur la limitation de la température de chauffage
- Articles R 241-30 à Article R 241-31 sur la limitation de l'usage des systèmes de refroidissement

### Code de l'environnement

- Articles L. 224-1 et R. 224-42 à R. 224-44-5– Entretien des systèmes thermodynamiques dont la puissance nominale est comprise entre 4 kW et 70 kW modifiés par le **décret n° 2020-912 du 28 juillet 2020** relatif à l'inspection et à l'entretien des chaudières, des systèmes de chauffages et des systèmes de climatisation
- Articles R543-78 à R543-83 sur la prévention des fuites de fluides frigorigènes

**Circulaire du 9 août 1978** modifiée relative à la révision du règlement sanitaire départemental type (RSDT)

**Arrêté du 29 février 2016** modifié relatif à certains fluides frigorigènes et aux gaz à effet de serre fluorés

**Arrêté du 24 juillet 2020** relatif à l'entretien des systèmes thermodynamiques dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 70 kW modifié par l'**arrêté du 21 novembre 2022** relatif au contrôle et à l'entretien des chaudières et des systèmes thermodynamiques

**Arrêté du 24 juillet 2020** modifié relatif à l'inspection périodique des systèmes thermodynamiques et des systèmes de ventilation combiné à un chauffage dont la puissance nominale utile est supérieure à 70 kilowatts

**Arrêté du 10 septembre 2021** relatif à la protection des réseaux d'adduction et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine contre les pollutions par retours d'eau

**Arrêté du 7 avril 2023** relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires

**Décret n° 2023-444 du 7 juin 2023** relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement et au calorifugeage des réseaux de distribution de chaleur et de froid

**Arrêté du 8 juin 2023** relatif aux systèmes de régulation de la température des systèmes de chauffage et de refroidissement et au calorifugeage des réseaux de distribution de chaleur et de froid

**Cerfa N° 15497\*04** – Fiche d'intervention pour les opérations nécessitant une manipulation de fluides frigorigènes fluorés effectuées sur un équipement thermodynamique, prévue à l'article R. 543-82 du code de l'environnement et pour les contrôles d'étanchéité prévus au R. 543-79 du même code

**FAQ** Inspection et entretien chauffage et climatisation – Ministère de la transition écologique – 23 novembre 2022 (<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/entretien-inspection-systemes-chauffage-climatisation>)

### LES RÉFÉRENCES NORMATIVES

**NF DTU 65.16** – Travaux de bâtiment – Installations de pompes à chaleur – juin 2017

**NF EN 378** – Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement

- Partie 1 + A1 : exigences de base, définitions, classification et critères de choix – Octobre 2020
- Partie 2 : conception, construction, essais, marquage et documentation – avril 2017
- Partie 3 + A1 : installation in situ et protection des personnes – Octobre 2020
- Partie 4 + A1 : fonctionnement, maintenance, réparation et récupération – septembre 2019

**NF EN ISO 12241** – Isolation thermique des équipements de bâtiment et des installations industrielles – Méthodes de calcul – Août 2010

**NF EN 12828+A1** – Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage à eau – mai 2014

**NF EN 14511-1** – Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur pour le chauffage et le refroidissement des locaux et refroidisseurs industriels avec compresseur entraîné par moteur électrique – Partie 1 : Termes et définitions – septembre 2022

**NF X50-010** – Contrat d'abonnement pour l'entretien des chaudières et des pompes à chaleur hybrides utilisant les combustibles gazeux – Modèle de contrat type – avril 2025

### LES GUIDES ADEME GRAND PUBLIC

ADEME – **Réglementation – L'entretien des pompes à chaleur et des climatiseurs** – Référence : 012280 – 2023/10

ADEME – **Réglementation – L'entretien des chaudières** – Référence : 012279 – 2023/10

ADEME – **Un hiver tout confort** – Clés pour agir – Référence : 011637 – 2023/11

ADEME – **Comment garder son logement frais tout l'été ?** – Clés pour agir – Référence : 012453 – 2024/05

ADEME – **Isoler sa maison** – Rénover – Clés pour agir – Référence : 011607 – 2023/11

ADEME – **Réglementation – Ravalement, rénovation de toiture, aménagement de pièces : l'obligation d'isolation** – Référence : 012152 – 2023/08

### AUTRES DOCUMENTS

AFPAC : **Les pompes à chaleur et la qualité de l'eau** – Edition 2024

FEDENE : « **Guide réglementaire – Entretien, contrôle, inspections périodiques des chaudières et systèmes thermodynamiques** – Guide d'application du décret n°2020-912 et de ses arrêtés d'application du 24/07/2020 » – 2023

USNEF & al : **Cahier technique professionnel pour le suivi en service des systèmes frigorifiques sous pression** – 23 juillet 2020

SYPRODEAU et UNICLIMA – **Guide technique : qualité de l'eau des installations de chauffage** dans les bâtiments tertiaires et les immeubles d'habitation – Tome 1 – 1<sup>ère</sup> édition, juillet 2020

SYPRODEAU – **Guide technique : traitement des eaux** des circuits chauds et froids dans les bâtiments « boucle thermique 0-110 °C » – Tome 2 – 1<sup>ère</sup> édition, juillet 2020

# 10

## ANNEXES

10

1

### LES CLASSES D'ISOLATION DES RÉSEAUX HYDRAULIQUES EN FONCTION DES ÉPAISSEURS DE CALORIFUGE

Les tableaux ci-après permettent de déterminer, pour des canalisations en acier, en cuivre et en multicouche, la classe d'isolation, telle que définie par la norme NF EN 12 828, en fonction des diamètres des tubes et des épaisseurs d'isolant présentes. Par exemple, 19 mm de mousse élastomère flexible (d'une conductivité de 0,038 W/m.K) sur un tube en acier DN20 correspond à une classe 2 seulement.

Les tableaux ont été établis à partir des formules de calcul de la norme NF EN ISO 12241 sur les méthodes de calcul relative à l'isolation thermique des équipements de bâtiment et des installations industrielles.

Classe d'isolation en fonction du diamètre et de l'épaisseur d'isolant pour des tubes <b>en acier</b>									
DN		DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN60	
Diamètre extérieur du tube en acier, sans isolant, en mm		21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	70	
Diamètre intérieur du tube en mm		16,7	22,3	27,9	36,6	42,5	53,9	63,6	
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,035 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	4	4	3	2	2	2	2
		25 mm	5	4	4	3	3	3	2
		30 mm	5	5	4	4	4	3	3
		40 mm	6	5	5	5	4	4	4
		50 mm	6	6	6	5	5	5	4
		60 mm	6	6	6	6	5	5	5
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	4	3	2	2	2	1	1
		25 mm	4	4	3	3	2	2	2
		30 mm	5	4	4	3	3	3	2
		40 mm	6	5	5	4	4	4	3
		50 mm	6	6	5	5	5	4	4
		60 mm	6	6	6	5	5	5	5
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,039 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	4	3	2	2	2	1	1
		25 mm	4	4	3	3	2	2	2
		30 mm	5	4	4	3	3	3	2
		40 mm	5	5	4	4	4	3	3
		50 mm	6	5	5	5	4	4	4
		60 mm	6	6	5	5	5	5	4
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	3	2	2	1	1	1	
		25 mm	4	3	3	2	2	1	1
		30 mm	4	4	3	3	3	2	2
		40 mm	5	5	4	4	3	3	3
		50 mm	6	5	5	4	4	4	4
		60 mm	6	6	5	5	5	4	4
Epaisseurs de mousse élastomère flexible (conductivité de 0,038 jusqu'à 25 mm et 0,040 W/m.K au-delà, émissivité de 0,94)	13 mm	2	1						
	19 mm	3	2	2	1	1	1		
	25 mm	4	3	3	2	2	2	1	
	32 mm	4	4	3	3	3	2	2	
	40 mm	5	4	4	4	3	3	3	
	50 mm	5	5	5	4	4	4	3	
	60 mm	6	5	5	5	5	4	4	

**Tableau 14** Tableau permettant de déterminer la classe d'isolation mise en œuvre sur des réseaux existants en acier calorifugés par différents types d'isolant.

Classe d'isolation en fonction du diamètre et de l'épaisseur d'isolant pour des tubes en cuivre									
Diamètre extérieur du tube en cuivre, sans isolant, en mm		14	15	16	18	22	28	35	
Diamètre intérieur du tube en mm		12	13	14	16	20	26	33	
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,035 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	5	5	5	5	4	3	3
		25 mm	6	6	5	5	5	4	4
		30 mm	6	6	6	6	5	5	4
		40 mm	6	6	6	6	6	5	5
		50 mm	6	6	6	6	6	6	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	6
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	5	5	4	4	4	3	2
		25 mm	5	5	5	5	4	4	3
		30 mm	6	6	6	5	5	4	4
		40 mm	6	6	6	6	6	5	5
		50 mm	6	6	6	6	6	6	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	6
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,039 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	5	4	4	4	3	3	2
		25 mm	5	5	5	5	4	4	3
		30 mm	6	5	5	5	5	4	4
		40 mm	6	6	6	6	5	5	4
		50 mm	6	6	6	6	6	5	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	5
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	4	4	4	4	3	2	2
		25 mm	5	5	4	4	4	3	3
		30 mm	5	5	5	5	4	4	3
		40 mm	6	6	6	5	5	5	4
		50 mm	6	6	6	6	6	5	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	5
Epaisseurs de mousse élastomère flexible (conductivité de 0,038 jusqu'à 25 mm et 0,040 W/m.K au-delà, émissivité de 0,94)	13 mm	3	3	3	2	2	1		
	19 mm	4	4	4	4	3	2	2	
	25 mm	5	5	5	4	4	3	3	
	32 mm	5	5	5	5	4	4	3	
	40 mm	6	6	5	5	5	4	4	
	50 mm	6	6	6	6	5	5	5	
	60 mm	6	6	6	6	6	5	5	

**Tableau 15** Tableau permettant de déterminer la classe d'isolation mise en œuvre sur des réseaux existants en cuivre calorifugés par différents types d'isolant.

Classe d'isolation en fonction du diamètre et de l'épaisseur d'isolant pour des tubes multicouches									
Diamètre extérieur du tube multicouches, sans isolant, en mm		16	18	20	26	32	40	50	
Diamètre intérieur du tube en mm		12	14	15	20	26	33	42	
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,035 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	5	5	4	4	3	3	2
		25 mm	5	5	5	4	4	3	3
		30 mm	6	6	5	5	4	4	4
		40 mm	6	6	6	6	5	5	4
		50 mm	6	6	6	6	6	5	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	5
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	5	4	4	3	3	2	2
		25 mm	5	5	5	4	3	3	3
		30 mm	6	5	5	5	4	4	3
		40 mm	6	6	6	5	5	4	4
		50 mm	6	6	6	6	5	5	5
		60 mm	6	6	6	6	6	6	5
Epaisseurs de laine minérale de conductivité de 0,039 W/m.K	Revêtement aluminium (émissivité de 0,18)	20 mm	4	4	4	3	3	2	2
		25 mm	5	5	4	4	3	3	2
		30 mm	5	5	5	4	4	3	3
		40 mm	6	6	6	5	5	4	4
		50 mm	6	6	6	6	5	5	4
		60 mm	6	6	6	6	6	5	5
	Revêtement PVC (émissivité de 0,94)	20 mm	4	4	3	3	2	2	1
		25 mm	5	4	4	3	3	2	2
		30 mm	5	5	5	4	3	3	3
		40 mm	6	5	5	5	4	4	4
		50 mm	6	6	6	5	5	5	4
		60 mm	6	6	6	6	5	5	5
Epaisseurs de mousse élastomère flexible (conductivité de 0,038 jusqu'à 25 mm et 0,040 W/m.K au-delà, émissivité de 0,94)	13 mm	3	2	2	1	1			
	19 mm	4	4	3	3	2	2	1	
	25 mm	5	4	4	4	3	3	2	
	32 mm	5	5	5	4	4	3	3	
	40 mm	6	5	5	5	4	4	3	
	50 mm	6	6	6	5	5	4	4	
	60 mm	6	6	6	6	5	5	5	

**Tableau 16** Tableau permettant de déterminer la classe d'isolation mise en œuvre sur des réseaux existants multicouches calorifugés par différents types d'isolant.

10

2

## LE CONTRÔLE DU BON POSITIONNEMENT DES SONDES DÉPORTÉES

Il est recommandé de vérifier le bon positionnement des sondes déportées de température extérieure, d'eau ou d'ambiance éventuelles. Les capteurs de température visés sont ceux situés à distance de la régulation centrale ou du système thermodynamique. L'emplacement de ces sondes est déterminant pour la qualité de la régulation du chauffage ou du refroidissement.

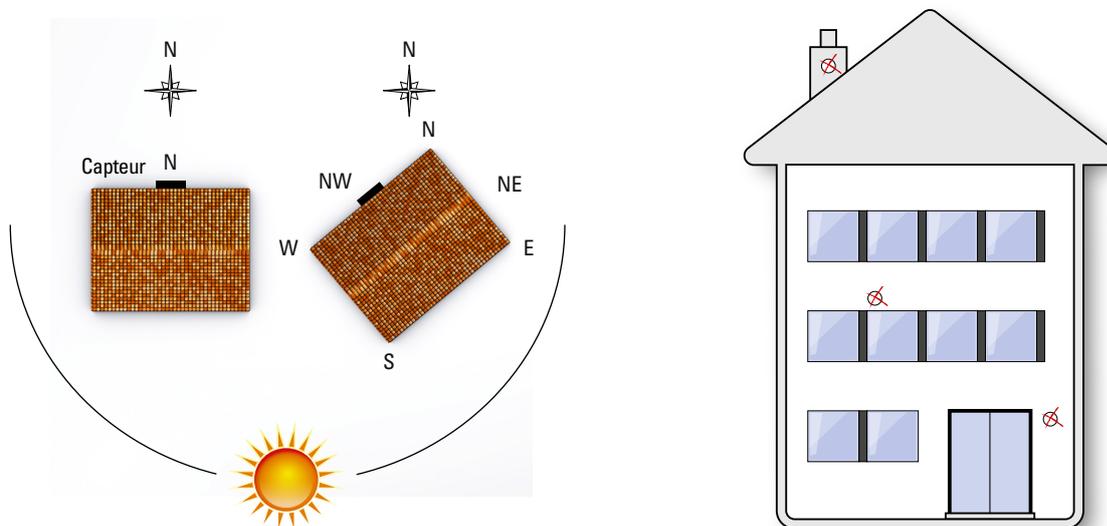
### 10.2.1.1 LA SONDE DE TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE

Cette sonde doit être placée à l'abri de l'ensoleillement sur une paroi nord.

S'il n'existe pas de paroi nord, il est préférable qu'elle soit localisée sur une paroi nord-ouest plutôt que nord-est. La baisse du chauffage provoquée par l'ensoleillement de la sonde de température extérieure est moins préjudiciable sur le confort si elle se produit en fin de journée et non le matin durant la relance du chauffage.

La sonde doit être également être hors de portée et éloignée des sources de chaleur parasites : cheminées, sorties d'air du bâtiment, ponts thermiques...

**Figure 44 :** La sonde de température extérieure déportée doit être à l'abri des sources de chaleur.



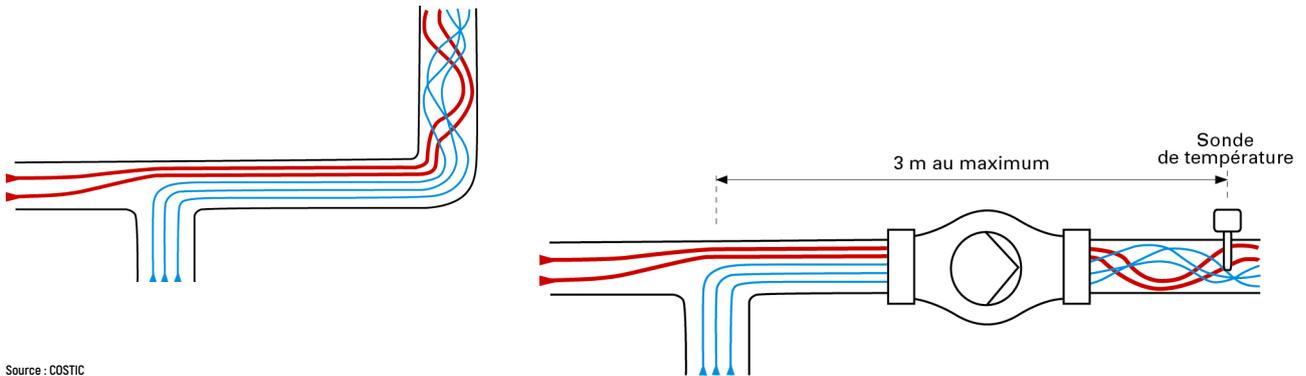
### 10.2.1.2 LES SONDES DE TEMPÉRATURE D'EAU

Ces sondes doivent être placées à un endroit où les températures d'eau ne sont pas stratifiées (voir figure ci-après) :

- Après le circulateur pour profiter de l'effet de brassage qu'il génère.
- Ou sur une canalisation verticale.

Après un point de mélange, une distance maximale de 3 mètres est conseillée, de manière à éviter un temps de réaction trop long en cas de variation de température, préjudiciable au bon fonctionnement de la régulation.

**Figure 45 :** Les sondes de température d'eau déportée doivent être placées à un endroit où les températures sont homogènes et à moins de 3 mètres du point de mélange pour éviter de trop longs temps de réaction vis-à-vis de la régulation.



Source : COSTIC

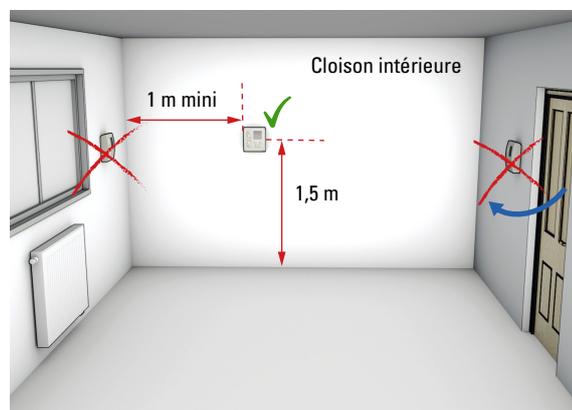
### 10.2.1.3 LES SONDES DE TEMPÉRATURE AMBIANTE AU SEIN D'UN LOCAL

Ces sondes doivent être placées dans un endroit où la température est représentative de celle du local (voir figure ci-après). Elles ne doivent pas être soumises à des influences perturbatrices. Ainsi, elles ne doivent pas être placées :

- Sur un mur extérieur.
- Auprès d'une source de chaleur (radiateurs, cheminée, ...).
- A côté des ouvertures (fenêtres, portes, ...).
- Aux endroits exposés au soleil.
- Dans les angles, les niches où l'air circule mal.
- Derrière des rideaux, des meubles, ...

Par ailleurs, il est conseillé de placer les sondes d'ambiance à une hauteur d'environ 1,5 m du sol afin de mesurer la température ressentie par les occupants.

**Figure 46 :** Il est recommandé de vérifier le bon positionnement des sondes de température ambiante déportée, notamment que des meubles n'ont pas été placés devant ces sondes.



10

3

## L'EFFICACITÉ DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES

L'efficacité des systèmes thermodynamiques, tels que les pompes à chaleur (PAC) ou climatiseur réversible ou non, est principalement mesurée par deux coefficients : le Coefficient de Performance (COP) et le Ratio d'Efficacité Énergétique (EER). Le COP est utilisé pour évaluer l'efficacité en mode chauffage, tandis que l'EER permet d'évaluer l'efficacité en mode refroidissement.

### Coefficient de performance (COP)

Le COP est défini comme le rapport entre la puissance thermique fournie par la PAC et la puissance électrique absorbée pour obtenir cette chaleur. C'est une performance instantanée réelle de la PAC pour un point d'essai en mode chaud défini selon la **NF EN 14511**. Il est calculé selon la formule suivante :

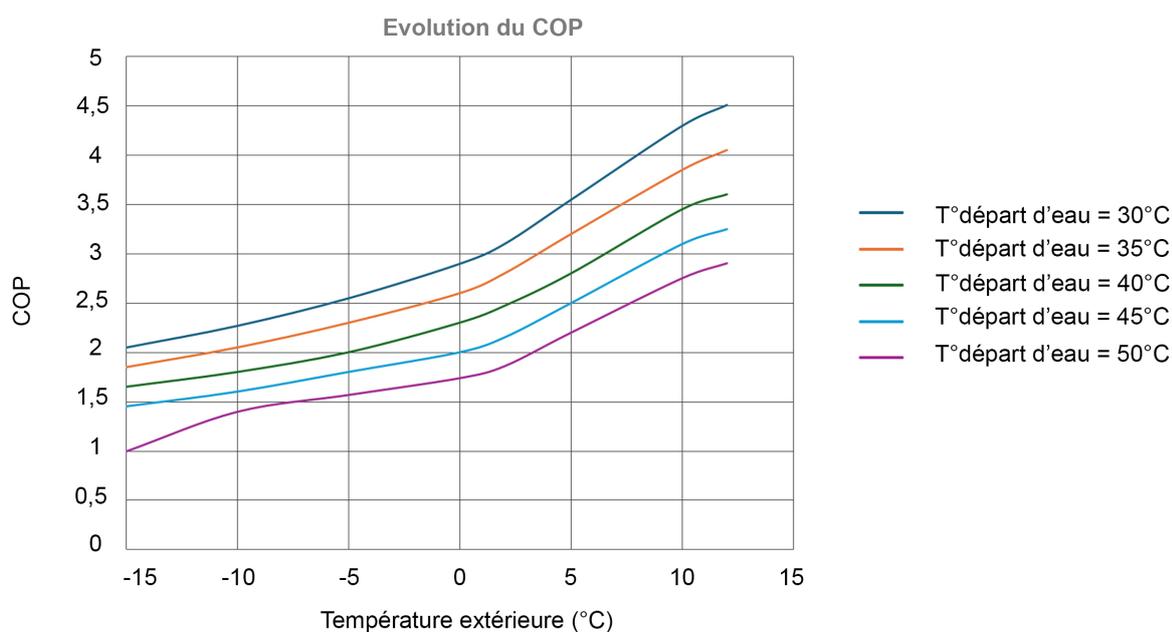
$$COP = \frac{\text{Puissance calorifique restituée au condenseur (kW)}}{\text{Puissance électrique apportée au compresseur (kW)}}$$

#### NOTE 1



Le COP d'une PAC air/eau dépend fortement de la température d'eau. Ainsi, une température de départ de 50°C au lieu de 45°C conduit à une dégradation d'environ 15% du COP de la PAC. Le bon réglage de la loi d'eau est donc très important.

**Figure 47 :** Exemple d'évolution du COP en fonction de la température extérieure selon la température de départ d'eau pour une PAC air/eau réglée en tout ou rien.



### Ratio d'efficacité énergétique (EER)

L'EER est défini comme le rapport entre la puissance thermique extraite de l'intérieur du bâtiment par la PAC et la puissance électrique absorbée pour ce refroidissement. C'est une performance instantanée réelle de la PAC pour un point d'essai en mode froid défini selon la **NF EN 14511**. Il est calculé selon la formule suivante :

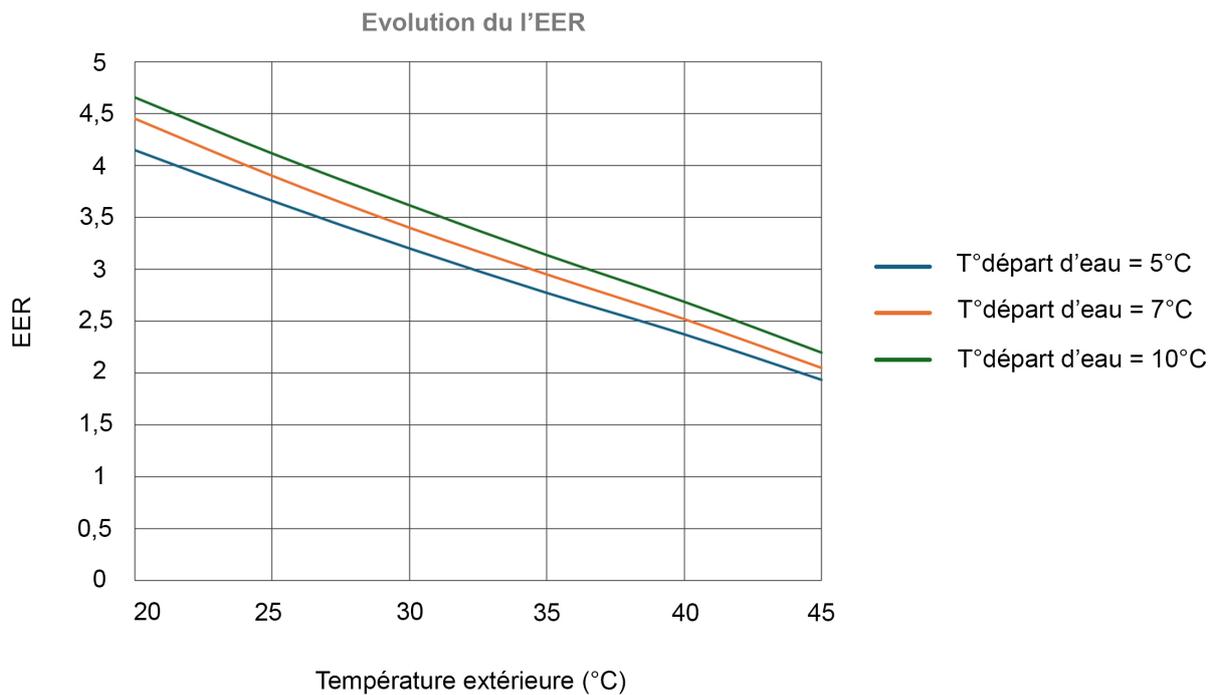
$$EER = \frac{\text{Puissance frigorifique absorbée à l'évaporateur (kW)}}{\text{Puissance électrique apportée au compresseur (kW)}}$$

#### NOTE 2



L'EER d'une PAC air/eau dépend de la température d'eau et de la température extérieure. Ainsi, une température d'eau de 10°C au lieu de 5°C conduit à une dégradation d'environ 15% du EER de la PAC. Le réglage des températures d'eau est donc très important.

**Figure 48 :** Exemple d'évolution de l'EER en fonction de la température extérieure selon la température de départ d'eau pour une PAC air/eau régulée en tout ou rien.



10

4

## LA MESURE DE LA SURCHAUFFE ET DU SOUS-REFROIDISSEMENT

Pour garantir le bon fonctionnement des systèmes thermodynamiques, il est recommandé de réaliser et d'analyser les mesures de surchauffe et de sous-refroidissement. Ces paramètres permettent d'évaluer l'efficacité du système et d'identifier d'éventuels dysfonctionnements.

**La surchauffe** correspond à l'écart entre la température du fluide frigorigène à la sortie de l'évaporateur et la température d'évaporation du fluide frigorigène dans l'évaporateur. Pour vérifier cette surchauffe, il faut relever :

- **La température du fluide frigorigène sur le tuyau d'aspiration du compresseur.**
- **La pression à la sortie de l'évaporateur** qui va permettre de déterminer à partir d'abaque, par exemple, la température d'évaporation du fluide frigorigène correspondante, si le manomètre ne permet pas de relever directement cette température.

Il suffit ensuite de calculer l'écart entre ces deux températures pour déterminer la surchauffe :

- Un niveau correct de surchauffe (entre 3 et 8 K généralement) indique que le fluide frigorigène est complètement vaporisé avant d'entrer dans le compresseur.
- **Une surchauffe trop faible** (nulle ou négative) signifie que le fluide est encore en partie en **phase liquide** à l'entrée dans le compresseur générant un **risque important de dommage** de ce dernier.
- **Une surchauffe trop élevée** (supérieure à 8 K) **conduit à une performance moindre. Elle peut être due par exemple à une mauvaise isolation du circuit** entre la sortie de l'évaporateur et l'entrée du compresseur, conduisant à un réchauffement du fluide frigorigène.

**Le sous-refroidissement**, correspond à l'écart entre la température de condensation du fluide frigorigène dans le condenseur et la température du fluide frigorigène liquide à la sortie du condenseur.

Pour vérifier ce sous-refroidissement, il faut donc relever :

- **La température à la sortie du condenseur.**
- **La pression à l'entrée du condenseur** qui va permettre de déterminer à partir d'abaque, par exemple, la température de condensation du fluide frigorigène correspondante, si le manomètre ne permet pas de relever directement cette température.

### Remarque :

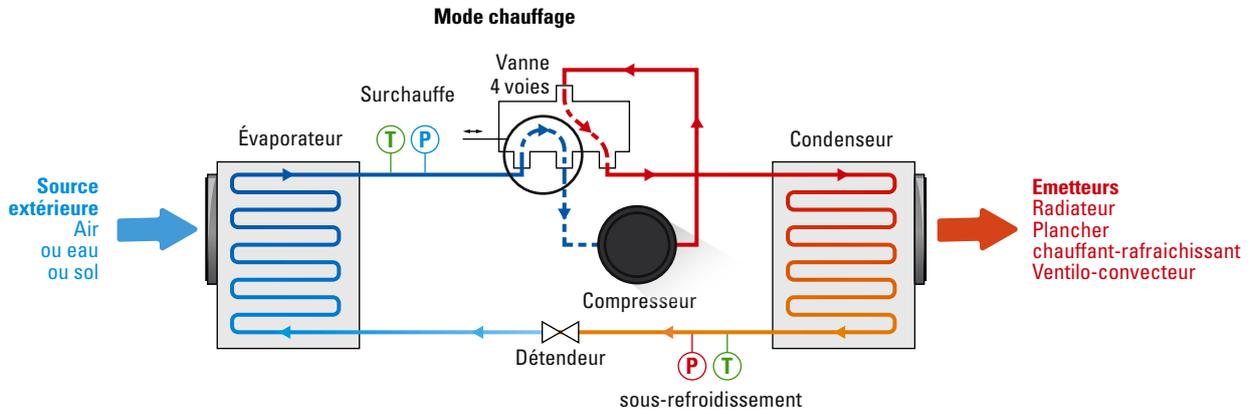
En l'absence de dispositifs intégrés de mesure des pressions, la détermination des températures d'évaporation et de condensation requière, dans ce cas, l'utilisation d'un **manomètre externe**, ce qui ne peut être réalisé que par un **opérateur détenteur d'une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes**.

Il suffit ensuite de calculer l'écart entre ces deux températures pour déterminer le sous-refroidissement :

- Un sous-refroidissement correct (entre 3 et 8 K généralement) indique que le fluide frigorigène est complètement liquéfié avant d'entrer dans le détendeur. Cela garantit un transfert de chaleur efficace et une performance optimale du système.
- **Un sous-refroidissement trop faible** (inférieur à 3 K) signifie qu'une partie du fluide frigorigène est encore en phase vapeur. Cela peut indiquer un **manque de fluide**, qui peut conduire à un risque de dommage.
- **Un sous-refroidissement trop élevé** (supérieur à 8 K) peut traduire un **circuit trop chargé en fluide**.

Ces vérifications de la surchauffe et du sous-refroidissement sont essentielles pour diagnostiquer et optimiser le fonctionnement des systèmes thermodynamiques. Ils permettent de vérifier que le fluide frigorigène circule correctement et de détecter des anomalies telles qu'une charge de fluide frigorigène incorrecte, des obstructions ou des problèmes de composants. Une analyse régulière de ces paramètres contribue à maintenir l'efficacité énergétique et la durabilité du système thermodynamique.

**Figure 49 :** Exemple de mesure de la surchauffe et du sous-refroidissement et valeurs usuelles pour le mode chauffage.



Source : COSTIC

**Mesures de la surchauffe et du sous-refroidissement**

Surchauffe =  
 $T^{\circ}\text{sortie fluide frigorigène de l'évaporateur} - T^{\circ}\text{évaporation}$

Sous-refroidissement =  
 $T^{\circ}\text{condensation} - T^{\circ}\text{sortie fluide frigorigène du condenseur}$

**Valeurs usuelles : 3 à 8K**



# RÉSUMÉ

Ce guide technique pour l'application de la réglementation est destiné **aux professionnels** qui assurent l'entretien obligatoire, depuis 2020, des **installations thermodynamiques de 4 à 70 kW pour le chauffage ou refroidissement des bâtiments**, équipées par exemple de pompes à chaleur (PAC) réversibles ou non, de PAC hybrides, ou encore de climatiseurs, ... Cet ouvrage, abondamment illustré, présente les **exigences réglementaires** liées à cet entretien portant sur :

- Les opérations d'entretien de ces systèmes thermodynamiques.
- Le contrôle d'étanchéité de ces systèmes en fonction de la nature et de la charge en fluide frigorigène.
- La vérification de la régulation et de la programmation du chauffage et du refroidissement.
- Les contrôles du réseau hydraulique et aéraulique de chauffage et de refroidissement, notamment vis-à-vis de la prévention de l'embouage.
- Les conseils à prodiguer aux utilisateurs afin de limiter leur consommation d'énergie en chauffage et refroidissement.
- La qualification professionnelle des opérateurs requise.
- L'attestation d'entretien à remettre au client. A la fin de ce guide figure un **modèle d'attestation d'entretien** pour les installations thermodynamiques ainsi qu'un autre spécifique pour les installations avec des PAC hybrides.

L'entretien des installations thermodynamiques est essentiel pour assurer leur bon fonctionnement et leur durabilité ainsi que pour maintenir leurs **performances énergétiques et environnementales**.

# TABLER DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>L'ENTRETIEN DES SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES</b>	<b>7</b>
2.1	Les systèmes air/air	9
2.1.1	Les contrôles visuels et les nettoyages	11
2.1.2	Les vérifications	14
2.1.3	Les mesures	16
2.2	Les systèmes air/eau	19
2.2.1	Les nettoyages	22
2.2.2	Les vérifications	22
2.2.3	Les mesures	23
2.3	Les systèmes eau/eau	25
2.3.1	Les vérifications	25
2.3.2	Les mesures	26
2.4	Les systèmes eau glycolée /eau	28
2.4.1	Les vérifications	29
2.4.2	Les mesures	29
2.5	Les systèmes sol /eau	31
2.5.1	Les vérifications	31
2.5.2	Les mesures	32
2.6	Les systèmes sol /sol	34
2.6.1	Les vérifications	34
2.6.2	Les mesures	35
<b>3</b>	<b>LE CONTRÔLE DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE</b>	<b>37</b>
3.1	La vérification de l'état du circuit	37
3.2	Le contrôle de l'étanchéité du circuit frigorifique	38
3.2.1	La vérification visuelle de l'étanchéité	38
3.2.2	Le contrôle de l'étanchéité soumis à une qualification	39
3.3	Le contrôle des dispositifs de sécurité fluïdique	40
3.3.1	Les dispositifs de sécurité frigorifique	40
3.3.2	Les dispositifs de sécurité électrique	41
<b>4</b>	<b>LE CONTRÔLE DE LA RÉGULATION ET DE LA PROGRAMMATION DE L'INSTALLATION</b>	<b>42</b>
4.1	La régulation centrale	43
4.1.1	La vérification de la présence d'une régulation et de la classe du régulateur	43
4.1.2	La vérification des sondes et des températures	45
4.1.3	La vérification des appoints	46

# TABLE DES MATIÈRES

4.2	La régulation terminale des circuits hydrauliques	48
4.2.1	La vérification de la présence d'équipements de régulation de la température intérieure	48
4.2.2	La vérification des robinets thermostatiques	50
4.3	La régulation terminale des circuits aérauliques	52
4.4	La programmation	54
<b>5</b>	<b>LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES</b>	<b>56</b>
5.1	Le contrôle des circulateurs et des débits	56
5.2	La vérification des dispositifs antigel	57
5.2.1	Le contrôle du glycol	57
5.2.2	Le contrôle du traçage	58
5.2.3	Le contrôle de la vanne thermostatique antigel	59
5.3	Les contrôles liés à la prévention de l'embouage	60
5.4	La vérification du calorifugeage du réseau	67
5.4.1	Les contrôles obligatoires en habitat collectif et en tertiaire	67
5.4.2	Les contrôles recommandés en habitat individuel	69
<b>6</b>	<b>LE CONTRÔLE DE LA DISTRIBUTION ET DES ÉQUIPEMENTS AÉRAULIQUES</b>	<b>70</b>
6.1	La vérification du fonctionnement des ventilateurs	70
6.2	La vérification de l'état du réseau aéraulique	71
<b>7</b>	<b>LES CONSEILS</b>	<b>73</b>
7.1	Les conseils sur le bon usage	74
7.2	Les conseils sur les améliorations possibles	76
<b>8</b>	<b>L'ATTESTION D'ENTRETIEN ET LES OBLIGATIONS CONCERNANT LE COMMANDITAIRE ET L'OPERATEUR</b>	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>LES RÉFÉRENCES</b>	<b>92</b>
<b>10</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>94</b>
10.1	Les classes d'isolation des réseaux hydrauliques en fonction des épaisseurs de calorifuge	91
10.2	Le contrôle du bon positionnement des sondes déportées	98
10.3	L'efficacité des systèmes thermodynamiques	100
10.4	La mesure de la surchauffe et du sous-refroidissement	102



---

Accéder gratuitement à l'ensemble des ressources et outils PROFEEL sur [www.proreno.fr](http://www.proreno.fr)

