



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

GUIDE

**POMPES À CHALEUR  
À ABSORPTION AU GAZ NATUREL**

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

NOVEMBRE 2015

NEUF-RENOVATION

# ÉDITO

**L**e Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

**Alain MAUGARD**

Président du Comité de pilotage du Programme  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »  
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

## « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

# AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



# Sommaire

<b>1 - Domaine d'application</b> .....	<b>7</b>
<b>2 - Références</b> .....	<b>8</b>
2.1. • Références réglementaires .....	8
2.2. • Références normatives .....	9
2.3. • Autres documents .....	10
<b>3 - Définitions</b> .....	<b>11</b>
<b>4 - Description des pompes à chaleur à absorption</b> .....	<b>13</b>
4.1. • Système à absorption .....	13
4.1.1. • Principe .....	13
4.1.2. • Technologie actuelle .....	14
4.2. • Pompe à chaleur air/eau .....	15
4.2.1. • Modèles non réversibles .....	15
4.2.2. • Modèles réversibles .....	15
4.3. • Pompe à chaleur eau/eau .....	16
4.3.1. • Sur sondes géothermiques .....	16
4.3.2. • Sur eau de nappe .....	16
4.4. • Système pré-assemblé (pompe à chaleur et chaudière) .....	17
4.5. • Caractéristiques de puissances .....	17
4.6. • Températures d'eau délivrées .....	18
4.7. • Coefficient de performance gaz .....	19
4.8. • Spécifications acoustiques .....	20
<b>5 - Pré-diagnostic de l'installation</b> .....	<b>21</b>
5.1. • Solutions pour la rénovation .....	21
5.1.1. • La substitution de chaudière(s) .....	21
5.1.2. • La chaudière en appoint .....	21
5.2. • Principales contraintes d'adaptation .....	22
5.3. • Les principaux points à vérifier .....	22
<b>6 - Diagnostic de l'installation existante</b> .....	<b>26</b>
6.1. • Relevés d'éléments du site (emplacement, disponibilité de l'énergie...) .....	26
6.2. • Relevé des caractéristiques de l'enveloppe et des éléments pour le calcul des déperditions et des charges de climatisation .....	27
6.3. • Relevé de la production en place (chaudières et circuit primaire) et des émetteurs .....	29
6.4. • Relevé de l'alimentation en gaz (si elle existe) .....	30
6.5. • Relevé du conduit de fumée (s'il existe) .....	30
6.6. • Relevé de l'alimentation électrique .....	31



## 7 - Calcul des besoins de chauffage/ rafraîchissement et d'ECS..... 32

7.1. • Calcul des déperditions .....	32
7.1.1. • Principe du calcul des déperditions.....	32
7.1.2. • Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois .....	32
7.1.3. • Déperditions linéiques aux liaisons des différentes parois.....	33
7.1.4. • Déperditions par renouvellement d'air et infiltrations .....	33
7.1.5. • La température extérieure de base du lieu.....	33
7.2. • Calcul des charges en climatisation.....	35
7.3. • Calcul des besoins en eau chaude sanitaire.....	36
7.3.1. • La puissance maximale appelée pour l'eau chaude sanitaire .....	36
7.3.2. • La puissance moyenne appelée pour l'eau chaude sanitaire .....	37

## 8 - Dimensionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint ..... 38

8.1. • Dimensionnement de la pompe à chaleur et de son appoint en chauffage seul .....	38
8.1.1. • Pompe à chaleur air/eau .....	38
8.1.2. • Pompe à chaleur eau/eau .....	40
8.2. • Dimensionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint en chauffage et en production d'ECS.....	41
8.2.1. • Production d'ECS assurée par la chaudière d'appoint.....	42
8.2.2. • Chauffage et ECS assurés simultanément : pompe à chaleur en base et chaudière en appoint .....	43
8.2.3. • Pompe à chaleur fonctionnant en priorité ECS .....	44
8.2.4. • Dimensionnement de la production d'eau chaude sanitaire .....	46
8.3. • Particularités de dimensionnement des systèmes réversibles.....	47

## 9 - Implantation des pompes à chaleur gaz ..... 49

9.1. • Spécifications acoustiques réglementaires .....	49
9.1.1. • Réglementation sur le bruit intérieur.....	50
9.1.2. • Réglementation sur le bruit de voisinage .....	50
9.1.3. • Préconisations acoustiques.....	51
9.2. • Entretien et maintenance .....	51

## 10 - Circuit hydraulique de production et régulation..... 52

10.1. • Circuit avec production de chauffage seule .....	52
10.1.1. • Avec une seule pompe à chaleur.....	52
10.1.2. • Avec plusieurs pompes à chaleur .....	55
10.1.3. • Avec pompes à chaleur et chaudière .....	56
10.2. • Circuit avec production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.....	57
10.2.1. • Avec production de chauffage et d'ECS simultanée.....	57
10.2.2. • Avec production d'ECS assurée par la chaudière.....	58
10.2.3. • Avec préchauffage d'ECS par la pompe à chaleur .....	59
10.2.4. • Avec production d'ECS assurée par la pompe à chaleur.....	60
10.3. • Régulation du circuit de production .....	61
10.4. • Circuits avec possibilité de réversibilité.....	62
10.5. • Circuits avec rafraîchissement gratuit par les sondes géothermiques.....	63
10.6. • Dimensionnement des composants hydrauliques.....	64
10.6.1. • Diagnostic de la distribution hydraulique existante.....	64
10.6.2. • Circulateur .....	65
10.6.3. • Volume tampon .....	65
10.6.4. • Système d'expansion .....	67
10.6.5. • Autres composants et accessoires .....	68

10.6.6. • Réseaux d'eau glacée .....	71
10.6.7. • Réseaux extérieurs .....	72
10.7. • Réseau d'eau chaude sanitaire .....	73

## 11 - Alimentation en gaz naturel ..... 74

11.1. • Poste de livraison .....	74
11.2. • Détendeur .....	75
11.3. • Diamètre des tuyauteries .....	75
11.4. • Capacité tampon .....	75
11.5. • Raccordement terminal de la pompe à chaleur .....	76
11.6. • Autres accessoires .....	76
11.6.1. • Organes de coupure .....	76
11.6.2. • Passage des canalisations en immeuble .....	77
11.7. • Spécificités des installations à l'extérieur .....	77

## 12 - Raccordement électrique ..... 78

12.1. • Caractéristiques de la tension d'alimentation .....	78
12.2. • Conception et dimensionnement des installations électriques .....	78
12.3. • Spécificités des installations à l'extérieur .....	79

## 13 - Annexe ..... 80

ANNEXE 1 : Dimensionnement du vase d'expansion .....	81
------------------------------------------------------	----

# Domaine d'application

---

# 1



Ce guide a pour objet de fournir les prescriptions techniques pour la conception et le dimensionnement d'installations comportant des pompes à chaleur à absorption fonctionnant au gaz naturel, mises en œuvre dans des configurations de puissance thermique inférieure à 2 MW, dans des bâtiments neufs ou rénovés, relevant des secteurs résidentiel collectif et tertiaire.

Les pompes à chaleur (PAC) concernées sont des modèles aérothermiques et géothermiques, utilisant le couple fluide « frigorigène/absorbant » ammoniac/eau.

Ce guide traite de la conception et du dimensionnement des installations de chauffage/rafraîchissement et d'ECS utilisant une ou plusieurs pompes à chaleur associées ou non à un système d'appoint. Sont également traitées les composants du circuit hydraulique primaire (volume tampon, circulateur...), la régulation ainsi que les spécifications des raccordements hydrauliques, gaz et électriques.

Ce document concerne spécifiquement la partie production d'énergie par des pompes à chaleur à absorption. Ne sont en conséquence pas traités : les circuits de distribution de chauffage et leurs émetteurs ainsi que les distributions d'eau chaude sanitaire.



# 2

## Références



### 2.1. • Références réglementaires

- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT).
- Arrêté du 2 août 1977 modifié relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustibles et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation et de leurs dépendances (articles 13 et 14).
- Arrêté du 23 juin 1978 modifié relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP).
- Arrêté du 25 juin 1980 (règles dites ERP – articles CH5 et CH6) relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public du premier groupe.
- Arrêté du 25 juin 1980 (règles dites ERP – articles GZ) relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public du premier groupe.
- Arrêté du 25 juin 1980 (règles dites ERP – articles PE) relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public du second groupe (5<sup>ème</sup> catégorie).
- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.
- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.
- Arrêté 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression.



- Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public.
- Article R1334-33 du Code de la Santé publique, relatif à la valeur d'émergence globale en période diurne et en période nocturne.
- Code de la santé publique.

## 2.2. • *Références normatives*

- Règlement Sanitaire Départemental Type.
- NF DTU 24.1 : Travaux de fumisterie – Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils.
- NF DTU 61.1 : Installations de gaz dans les locaux d'habitation.
- NF DTU 65.11 : Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment.
- DTU 65.4 : Prescriptions techniques aux chaufferies au gaz et aux hydrocarbures liquéfiés.
- NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension.
- NF P 52-612 : Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base – Complément national (français) à la norme NF EN 12831.
- NF EN 378 : Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement.
- NF EN 12309 : Appareils de climatisation et/ou de pompes à chaleur à absorption fonctionnant au gaz de débits calorifiques sur PCI inférieur ou égal à 70 kW.
- NF EN 12831 : Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base.
- NF EN 14511 : Climatiseurs, groupes refroidisseurs de liquide et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique pour le chauffage et la réfrigération des locaux.
- NF EN 1717 : Protection contre la pollution de l'eau dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour.
- NF X 08-100, Tuyauteries rigides – Identification des fluides par couleurs conventionnelles.



## 2.3. • *Autres documents*

- Guide technique relatif à l'implantation de pompes à chaleur à absorption dans le secteur résidentiel, CNPG (à paraître).
- Cahier des charges ATG CCH 2006-02 : Implantation des unités de production thermodynamique à combustion fonctionnant à l'air libre et desservant des immeubles de bureaux.
- Cahier des charges ATG CCH 2010-01 : Implantation des unités de production à cycle thermodynamique à combustion de gaz fonctionnant à l'air libre et desservant les immeubles d'habitation.
- Cahier des Charges ATG C. 321.4 pour les mini-chaufferies.
- Cahier Technique Professionnel (CTP) pour le suivi en service des systèmes frigorifiques sous pression.
- Eau chaude sanitaire – Concevoir les systèmes (AICVF, 2004).
- Guide Chaufferie d'implantation d'une nouvelle chaufferie gaz (GDF Suez, édité par le CEGIBAT, 2008).
- La réglementation commentée des installations gaz dans les établissements recevant du public (GDF Suez, édité par le CEGIBAT, 2013).
- Articles parus dans la revue technique CFP, « Pompes à chaleur à absorption, Quels usages, quelles hydrauliques ? » (Octobre-Novembre 2012, n°760 et 761).
- Les documentations du fabricant.

## Définitions

# 3



### Fonctionnement simultané

Ce mode de fonctionnement est également désigné bivalent parallèle.

La pompe à chaleur assure seule le chauffage jusqu'à la température d'équilibre (point de bivalence).

En dessous de cette température d'équilibre, la pompe à chaleur et la chaudière fonctionnent ensemble pour assurer la totalité des besoins, jusqu'à la température extérieure d'arrêt de la pompe à chaleur à partir de laquelle la chaudière assure seule les besoins.

### Fonctionnement alterné

Ce mode de fonctionnement est également désigné bivalent alternatif.

La pompe à chaleur assure seule le chauffage de l'habitation pour une température extérieure supérieure à la température d'équilibre (point de bivalence).

C'est la température à laquelle la puissance fournie par la pompe à chaleur est égale aux besoins.

En dessous de la température d'équilibre, la chaudière assure seule les besoins.

### Appoint

Appareil de chauffage supplémentaire utilisé pour produire de la chaleur lorsque la puissance de la pompe à chaleur est insuffisante.

Si le type d'énergie consommée par l'appoint est identique à celui de la pompe à chaleur, le système global est dit mono-énergie.

Si le type d'énergie consommée par l'appoint est différent de celui de la pompe à chaleur, le système global est dit bi-énergie.



## Volume tampon

Le volume tampon permet d'augmenter la contenance du réseau afin d'assurer une inertie suffisante et de maintenir un temps de fonctionnement minimal de la pompe à chaleur, évitant les éventuels cycles courts.

# Description des pompes à chaleur à absorption

# 4



## 4.1. • *Système à absorption*

### 4.1.1. • Principe

Comme une pompe à chaleur à compression électrique, une pompe à chaleur à absorption puise une partie de son énergie de l'air extérieur ou du sol par son évaporateur, pour la fournir à l'eau de chauffage via son condenseur.

Les pompes à chaleur présentées dans ce guide utilisent comme fluide réfrigérant l'ammoniac ; leur cycle à absorption utilise les affinités de ce fluide avec l'eau.

La vapeur de fluide frigorigène (générée dans l'évaporateur) est « aspirée » dans l'absorbeur par de l'eau (Figure 1). La compression du mélange s'effectue via une pompe de circulation par chauffage de la solution. L'ébullition sous l'effet du brûleur gaz, permet de séparer les vapeurs d'ammoniac de l'eau. Après rectification (élimination des dernières gouttelettes d'eau), le fluide peut se condenser et céder sa chaleur au réseau externe ; il est ensuite détendu pour être ramené en basse pression. L'eau est recyclée dans l'absorbeur après récupération interne de chaleur.

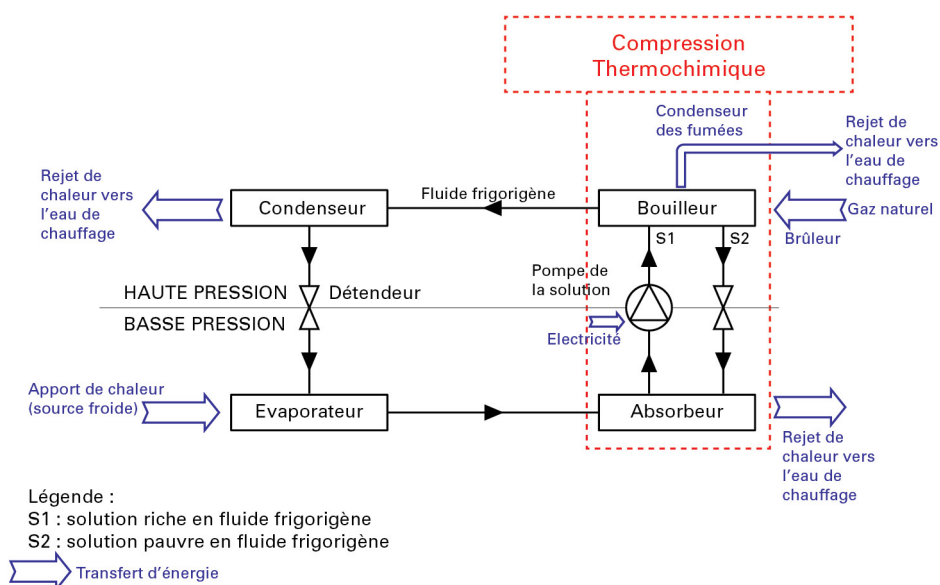
En conséquence, la pompe à chaleur à absorption comporte quatre éléments spécifiques : l'absorbeur, la pompe de la solution, le bouilleur et le rectifieur (Figure 2).

On notera que l'énergie rejetée dans l'eau de chauffage provient de trois sources différentes afin de maximiser l'efficacité énergétique :

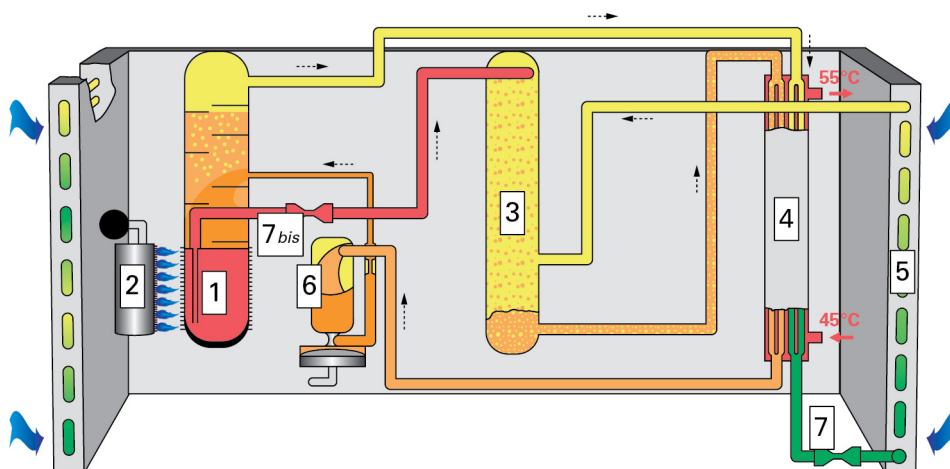
- le condenseur du fluide frigorigène ;
- l'absorbeur ;



- et dans une plus faible quantité, la condensation des fumées du brûleur permet d'augmenter l'efficacité énergétique de quelques points de rendement.



▲ Figure 1 : Cycle thermodynamique d'une pompe à chaleur à absorption au gaz



▲ Figure 2 : Schéma de principe simplifié d'une pompe à chaleur absorption au gaz de type aérothermique (mode chaud)

#### 4.1.2. • Technologie actuelle

Comme mentionné précédemment, la technologie actuelle des pompes à chaleur à absorption au gaz naturel met en œuvre le couple ammoniac/eau ( $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ).



Les modèles disponibles sur le marché sont :

- des pompes à chaleur aérothermiques (air/eau) d'une puissance calorifique de l'ordre de 37 kW (7°C air/50°C eau) de type moyenne température ou haute température (65 °C) ;
- des pompes à chaleur géothermiques (pour raccordement sur nappe ou sur sondes) d'une puissance calorifique de l'ordre de 42 kW (0°C eau glycolée/50°C eau) moyenne ou haute température ;
- Des pompes à chaleur aérothermiques ou géothermiques réversibles, dotées d'une puissance frigorifique de 17 kW (35°C eau/7°C air) ;
- Des unités pour la production simultanée d'eau chaude et d'eau glacée ;
- Des producteurs d'eau glacée (non réversibles).

Une modulation de puissance est également effective par variation de la puissance du brûleur. Elle peut être associée à la commande du circulateur à vitesse variable sur le circuit primaire.

Tous ces modèles peuvent être couplés avec des équipements « classiques » (chaudières ou producteurs d'eau glacée), afin de répondre aux besoins de chauffage, rafraîchissement et/ou eau chaude sanitaire d'un projet.

## 4.2. • Pompe à chaleur air/eau

Point inhérent à toutes les machines thermodynamiques captant des calories sur l'air extérieur, du givre peut se former sur l'évaporateur. Ici, le dégivrage de l'évaporateur de la pompe à chaleur à absorption s'effectue par irrigation de celui-ci en vapeur surchauffée de réfrigérant.

Le cycle n'est cependant pas inversé et la pompe à chaleur fournit encore l'énergie thermique de la réaction d'absorption à l'eau de chauffage.

### 4.2.1. • Modèles non réversibles

Les machines non réversibles ne présentent pas d'organe d'inversion de cycle et ne peuvent fonctionner qu'en un seul mode : chaud ou froid.

### 4.2.2. • Modèles réversibles

Les machines réversibles sont munies d'une vanne d'inversion pour pouvoir inverser le sens de circulation du fluide frigorigène sur le cycle thermodynamique.



Cette vanne d'inversion doit également permettre d'évacuer la chaleur de l'absorbeur, d'une part dans l'échangeur extérieur en mode froid et d'autre part dans l'échangeur intérieur en mode chaud.

Elle diffère des vannes à 4 voies classiques utilisées dans les pompes à chaleur à compression électrique.

### 4.3. • Pompe à chaleur eau/eau

#### 4.3.1. • Sur sondes géothermiques

Une pompe à chaleur eau glycolée/eau permet de puiser de la chaleur dans le sol par l'intermédiaire d'un capteur géothermique.

Du fait de la technologie de la pompe à chaleur à absorption et de ses performances, la puissance à prélever au terrain par l'échangeur géothermique est de l'ordre de 0,3 à 0,4 fois la puissance utile, cette valeur variant selon les régimes de température.

Il convient d'utiliser des fluides caloporteurs non polluants pour l'environnement.



**Dans l'état actuel des connaissances, il n'y a pas d'évaluation reconnue sur les risques environnementaux. A défaut, dans le cas d'un mélange eau et antigel, le produit utilisé bénéficie d'un avis favorable de la part de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) pour ne pas constituer un danger de pollution de l'environnement.**

Il est, par exemple, préféré le mono-propylène glycol au mono-éthylène glycol.

#### 4.3.2. • Sur eau de nappe

Une pompe à chaleur eau glycolée/eau permet de puiser de la chaleur dans une source froide constituée par l'eau d'un puits ou d'une nappe aquifère.

Le fluide primaire doit être glycolé afin de protéger l'évaporateur des risques de gel liés à des températures de réfrigérant proches de zéro à l'entrée de cet échangeur.

L'exploitation des eaux souterraines fait l'objet d'une réglementation assez stricte et il convient de s'assurer des pérennités du débit et de la température.



La captation sur eau de nappe phréatique nécessite un échangeur intermédiaire pour protéger l'évaporateur des impuretés présentes dans l'eau de nappe.

Il convient d'utiliser des fluides caloporteurs non polluants pour l'environnement.



**Dans l'état actuel des connaissances, il n'y a pas d'évaluation reconnue sur les risques environnementaux. A défaut, dans le cas d'un mélange eau et antigel, le produit utilisé bénéficie d'un avis favorable de la part de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) pour ne pas constituer un danger de pollution de l'environnement.**

Il est, par exemple, préféré le mono-propylène glycol au mono-éthylène glycol.

#### 4.4. • *Système pré-assemblé (pompe à chaleur et chaudière)*

Les systèmes pré-assemblés forment un bloc monté sur rail, composé d'une ou plusieurs pompes à chaleur à absorption accompagnée ou non d'une ou plusieurs chaudières gaz condensation en appoint ou dévouée(s) aux besoins d'ECS.

Chacune des unités sont raccordées hydrauliquement entre elles et sont gérées par un régulateur commun.

Ces systèmes présentent des fonctions combinées. Voici une liste non exhaustive des combinaisons possibles :

- chauffage seul avec appoint ;
- chauffage et eau chaude sanitaire (ECS) ;
- chauffage/Climatisation et eau chaude sanitaire (ECS) ;
- climatisation et eau chaude sanitaire (ECS) avec récupération sur la pompe à chaleur.

#### 4.5. • *Caractéristiques de puissances*

Les caractéristiques des gammes les plus présentes sur le marché sont en (Figure 3). Ces données sont issues des notices des fabricants.



Modèle	Mode Chaud			Mode Froid		
	Puissance (kW)	Température d'eau de consigne (°C)	Température source froide (°C)	Puissance (kW)	Température d'eau de consigne (°C)	Température de source chaude (°C)
<b>Aérothermie Réversible</b>	35,3	50	7	16,9	7	35
<b>Aérothermie (Basse/ Haute Température)</b>	35,4/34,9	50	7	-	-	-
<b>Géothermie Basse/ Haute température</b>	37,6/37,7	50	0	-	-	-

▲ Figure 3 : Exemples de caractéristiques nominales de différents modèles aérothermiques et géothermiques de pompe à chaleur couramment installés utilisant l'ammoniac

Les deux facteurs influençant la puissance disponible sont la consigne d'eau chaude et la température de la source froide.

En revanche, la pompe à chaleur à absorption, de par son fonctionnement (brûleur gaz et réaction d'absorption) est moins pénalisée par les températures extérieures négatives que les pompes à chaleur électriques.

#### 4.6. • Températures d'eau délivrées

Les températures d'aller et de retour d'eau dans la pompe à chaleur à absorption sont limitées par les caractéristiques intrinsèques de la machine et de son fluide frigorigène. Les valeurs indicatives annoncées par les fabricants pour différents modèles sont en (Figure 4).

Modèle	Température maximale de retour (kW)	Température d'eau de consigne (hors mode ECS*) (°C)	Ecart de température d'eau standard (K)	Débit d'eau standard (l/h)
<b>Aérothermie Haute Température</b>	55	65	10	3000
<b>Aérothermie Basse Température</b>	45	55	10	3000
<b>Aérothermie Réversible</b>	40	50	10	3040

\*Les machines proposant un mode ECS peuvent fournir une température d'eau jusqu'à 70°C en départ du circuit primaire.

▲ Figure 4 : Exemples, en conditions nominales, de températures et de débits d'eau de fonctionnement en mode chaud de plusieurs modèles de pompe à chaleur à absorption à l'ammoniac



Modèle	Température maximale de retour (kW)	Température d'eau de consigne (hors mode ECS) (°C)	Ecart de température d'eau standard (K)	Débit d'eau standard (l/h)
<b>Aérothermie Réversible</b>	45	3	5	2900
<b>Aérothermie Froid uniquement</b>	45	3	5	2270

▲ Figure 5 : Exemples, en conditions nominales, de températures et de débits d'eau de fonctionnement en mode froid de plusieurs modèles de pompes à chaleur à absorption à l'ammoniac

### Commentaire

La différence de température d'eau en entrée-sortie en mode froid est divisée par deux par rapport au mode chauffage : 5 K pour 10 K. En effet, en mode froids l'échangeur extérieur doit évacuer la chaleur puisée à l'évaporateur et celle dégagée par la réaction d'absorption.

A l'inverse, en mode chaud, l'énergie dégagée par la réaction d'absorption est récupérée.

Les pompes à chaleur à absorption ont comme principale destination la satisfaction des besoins de chauffage.

## 4.7. • Coefficient de performance gaz

On caractérise la performance de la pompe chaleur gaz par le rapport entre l'énergie utile et l'énergie consommée. On appelle couramment ce coefficient le COP ou GUE (Gas Utilization Efficiency ou Rendement d'utilisation du gaz) en mode chaud et l'EER (Energy Efficiency Ratio) (ou COPfroid) en mode froid.

$$\text{COP} = \frac{\text{Energie utile}}{\text{Energie consommée}}$$

Dans le cas d'une pompe à chaleur à absorption au gaz naturel.

- en mode chaud :

$$\text{COP} = \text{GUE} = \frac{Q_c}{Q_{\text{gaz}}}$$

- en mode froid :

$$\text{EER} = \frac{Q_f}{Q_{\text{gaz}}}$$

Avec  $Q_c$ , l'énergie totale fournie par la pompe à chaleur en mode chaud et  $Q_f$ , l'énergie totale puisée par la pompe à chaleur en mode froid.  $Q_{\text{gaz}}$  représente l'énergie fournie par la combustion du gaz naturel.



## Commentaire

Ces coefficients sont calculés selon des normes d'essai européennes bien définies.

Pour effectuer un calcul de performance plus complet, il faut intégrer dans la part d'énergie dépensée, les consommations d'auxiliaires utilisés par la machine et ses cycles usuels de fonctionnement (circulateur d'eau, ventilateur, pompe de solution, cycle de dégivrage...). Ainsi, la norme EN 12309 définit des coefficients de performance intégrant à la fois l'énergie gaz consommée ( $Q_{\text{gaz}}$ ) et la consommation des auxiliaires. La norme permet aussi de définir de manière harmonisée avec les normes sur les pompes à chaleur à compression électriques une efficacité saisonnière sur énergie primaire (SPER).

L'énergie fournie par la combustion du gaz naturel ( $Q_{\text{gaz}}$ ) est toutefois prédominante et est de l'ordre de 90% à 97% de l'énergie finale totale (suivant les modèles et le fonctionnement).

Des valeurs indicatives de COP (issues de notices des fabricants) pour une pompe à chaleur à absorption haute température à l'ammoniac sont données en (Figure 6).

PAC Air/Eau Haute Température			
Point de fonctionnement $T_{\text{Air}} (^{\circ}\text{C})/T_{\text{eau}} (^{\circ}\text{C})$	Puissance thermique (kW)	COP sur PCI	COP sur PCS
A7/W50	35,4	1,52	1,37
A7/W65	27,5	1,19	1,07
A-7/W50	31,5	1,25	1,13

L'énergie consommée au brûleur ( $Q_{\text{gaz}}$ ) est donnée soit en kWh PCI, soit en kWh PCS. En général, les fabricants donnent par défaut les caractéristiques en PCI (norme NF EN 12309).

Les COP donnés en PCI sont environ 11% supérieurs aux COP donnés en PCS pour le gaz naturel.

Les factures du fournisseur de gaz sont par contre données en kWh PCS consommés.

▲ Figure 6 : Exemple des COP d'une pompe à chaleur à absorption gaz Air/Eau Haute Température



**Le COP/EER dépend des quantités d'énergies échangées à l'évaporateur et au condenseur ( $Q_f$  et  $Q_c$ ), directement impactées par les températures des sources froides et chaudes (régimes d'eau de chauffage, température extérieure de reprise d'air...).**

## 4.8. • Spécifications acoustiques

Pour les modèles actuels de pompe à chaleur à absorption au gaz, de 40 kW équipés de plots anti-vibratiles, les pressions sonores à 1m varient de 60 à 70 dB.

Les modèles géothermiques équipés d'un brûleur émettent un bruit similaire à une chaudière équipée d'un brûleur à air soufflé (valeur nominale d'émission de l'ordre de 55 dB à 1 m pour une puissance nominale de 40 kW).

## Commentaire

Les pressions sonores à 1 m de la pompe à chaleur à absorption aérothermique sont similaires à une pompe à chaleur électrique aérothermique.

# Pré-diagnostic de l'installation

# 5



Ce chapitre s'applique uniquement dans le cas d'une opération de rénovation.

## 5.1. • Solutions pour la rénovation

### 5.1.1. • La substitution de chaudière(s)

Une ou plusieurs pompes à chaleur gaz installées en substitution de chaudière(s) permettent de couvrir la plus grande partie, voire la totalité, des besoins. Un appoint peut être installé pour assurer le complément de puissance durant les périodes de forts besoins.

#### Commentaire

Dans la mesure du possible, il convient de favoriser des actions visant à réduire les pertes thermiques du bâtiment à chauffer, afin de réduire la puissance de la pompe à chaleur à installer et de pouvoir travailler à basses températures.

### 5.1.2. • La chaudière en appoint

La pompe à chaleur est associée à l'ancien système de génération de chaleur (une ou plusieurs chaudières) qui assure l'appoint. La pompe à chaleur fonctionne prioritairement. Pour les températures extérieures les plus basses, l'ancien générateur fonctionne en appoint de la pompe à chaleur pour couvrir le complément des besoins, voire la totalité.



## Commentaire

Du point de vue thermique, il est généralement possible de convertir une installation avec chaudières en une installation avec pompe à chaleur gaz et chaudière en appoint. Une attention particulière doit être apportée sur la correspondance des régimes d'eau entre les différents types de générateurs.

### 5.2. • Principales contraintes d'adaptation

Toutes les installations de chauffage ne permettent pas l'intégration d'une pompe à chaleur gaz dans de bonnes conditions de fonctionnement et de performance.

Bien qu'il soit possible d'obtenir des températures d'eau élevées via les pompes à chaleur à absorption, même à de faibles températures extérieures, un état de l'existant doit être effectué systématiquement. Une attention particulière doit être portée aux températures de retour admissibles par la pompe à chaleur.

La performance des pompes à chaleur gaz est directement fonction de la température d'eau chaude obtenue par rapport à une température extérieure considérée.

## Commentaire

L'installation de pompe à chaleur gaz est préférable lorsqu'une diminution de la température d'alimentation des émetteurs est possible. C'est notamment le cas si les radiateurs existants sont surdimensionnés par rapport aux besoins réels (surpuissance initiale ou suite à une rénovation thermique du bâtiment).

Dans le cas contraire, un autre générateur (chaudière gaz,...) est utilisé en appoint.

## Commentaire

Dans le cas de la substitution de chaudière(s), l'option de changer les émetteurs est envisageable. Ils doivent être dimensionnés pour une basse température d'eau afin d'améliorer les performances de la machine. Cependant, les émetteurs à basse température présentent des surfaces d'échange et donc des encombrements plus importants.

Egalement, les préconisations d'installation et l'encombrement des pompes à chaleur gaz sont assez contraignants, il convient donc de s'assurer que l'ensemble de ces exigences pourront être respectées.

Dans le cas d'une substitution de chaudière, un appoint est généralement nécessaire.

### 5.3. • Les principaux points à vérifier

Afin de tenir compte de l'installation existante et d'aider le professionnel dans le choix de la décision, un pré-diagnostic permet de vérifier rapidement si la rénovation de l'installation de chauffage existante par pompe à chaleur gaz est possible ou non.



Les principaux paramètres à prendre en compte sont les suivants :

- l'espace disponible pour l'implantation de la pompe à chaleur à l'extérieur : vérifier les intégrations acoustique, technique et de sécurité ;
- des distances d'éloignement suffisantes par rapport au voisinage (en cas de fuite d'ammoniac);
- l'espace disponible pour l'entretien et la maintenance de la pompe à chaleur ;
- la présence d'un raccordement au réseau de gaz naturel et la nature du gaz : vérifier si le gaz naturel acheminé est conforme à celui préconisé par le fabricant, vérifier si la pression d'alimentation du gaz naturel fait partie des plages de fonctionnement de la pompe à chaleur à absorption ;
- Le type de conduit d'évacuation des produits de combustion s'il existe : relever son tracé : longueur, singularité, passage de parois..., relever ses caractéristiques : matériau, résistance à la température, à la pression, au feu..., vérifier son état : étanchéité, vacuité... Si aucun conduit n'est existant, étudier la faisabilité d'en installer un à l'emplacement en question ;
- les émetteurs : relever la loi d'eau du régulateur, relever éventuellement la température d'eau de départ par rapport à la température extérieure.



**Porter une attention particulière à un site isolé ou à bâtiment en bout de réseau gaz.**

Repère : _____	PRE-DIAGNOSTIC Installation de chauffage existante		Date : _____
<b>Coordonnées installateur :</b> Ets : Adresse : CP + Ville		<b>Coordonnées utilisateur :</b> Nom : Adresse : CP + Ville	
<b>Description de l'installation</b>	<b>Site isolé (O / N) :</b>	<b>Site en bout de réseau gaz (O / N) :</b>	
Surface chauffée [m <sup>2</sup> ]	_____	U des murs extérieurs (Bons/passables/mauvais)	_____
Hauteur Sous Plafond moyenne [m]	_____	Vitrages (Simple/double/triple)	_____
Volume chauffé [m <sup>3</sup> ]	_____	Sur terre-plein/vide sanitaire	_____
Nombre d'occupants	_____	Plafond (isolé/non isolé)	_____
Consigne T°C intérieure chauffage [°C]	_____	Plancher (Isolé/non isolé)	_____



Repère : _____	<b>PRE-DIAGNOSTIC</b> Installation de chauffage existante				Date : _____
<b>Configuration :</b>					
	Sud	S. E / S. O	Est / Ouest	N. E / N. O	Nord
Surf vitrée [m <sup>2</sup> ]					
<b>Environnement PAC gaz R/O éventuelle :</b>					
Espace disponible pour implantation		Extérieur (O/N) :		Intérieur (O/N) :	
Contrainte de voisinage		Distance :		Autre :	
<b>Réseau gaz :</b>		Existant (O/N)		Type de gaz : _____	
		Pression d'alimentation [mBar] : _____			
Contraintes de raccordement		Distance : _____		Pression de distribution : _____	
		Autre : _____			
<b>Installation existante :</b>					
Chaudière : (sol/murale) : (gaz/fuel/bois) :		Marque : _____	Type : _____ _____ _____	Puissance [kW] : _____ _____ _____	
Soupape de sureté :		Marque : _____	DN : _____	Raccordé à l'égout (O/N) : _____	
Vase d'expansion :		Marque : _____	Volume [l] : _____	Pression gonfl [bar] : _____	
Pot de décantation (O/N) :		Marque : _____	Filtres (O/N) :	Type : _____	
Bipasse ou bouteille de découplage (O/N) : _____		Ballon 4 , 6 , 8 piquages (O/N)		Contenance [ l ] : _____	
Régulation selon Temp extérieure : _____		Régulation selon Temp ambiante : _____			
Réglage pente : _____		Consigne : _____			
Production ECS : _____	Mode : _____	Volume ballon ECS [l] : _____			
<b>Temp départ eau [°C] pour Temp ext relevée</b>			Mesurée : _____	Déclarée : _____	
<b>Temp départ eau [°C] pour Temp ext de base</b>			Mesurée : _____	Déclarée : _____	
<b>Temp retour eau [°C] pour Temp ext relevée</b>			Mesurée : _____	Déclarée : _____	
<b>Temp retour eau [°C] pour Temp ext de base</b>			Mesurée : _____	Déclarée : _____	
Emetteurs :					
Radiateurs fonte : _____		Radiateurs acier : _____		Plancher : _____	Ventilo-convecteurs : _____
Possibilité installation pompe à chaleur gaz (O/N) : _____					
Modifications à réaliser :					

▲ Figure 7 : Exemple de fiche pour réalisation d'un pré-diagnostic



La performance d'une pompe à chaleur à absorption est fortement influencée par les températures d'eau de fonctionnement. Dans le cas de projets en rénovation, le régime d'eau nécessaire doit être évalué précisément en confrontant, pour les principales zones du bâtiment, les déperditions et les caractéristiques des émetteurs. De nombreuses installations existantes de chauffage à eau chaude peuvent fonctionner avec des températures d'eau relativement basses, soit du fait d'un surdimensionnement des émetteurs d'origine, soit du fait d'améliorations apportées au bâtiment. Dans le cas contraire, il conviendra de s'interroger sur la pertinence d'une solution basée sur une pompe à chaleur gaz ou sur les possibilités de préalablement réduire le régime d'eau (travaux d'isolation, remplacement d'émetteurs).



# Diagnostic de l'installation existante

# 6



Le diagnostic de l'installation initiale est un passage obligé afin de bâtir un devis adapté tant en termes de solution technique mise en œuvre que de dimensionnement.

Ce diagnostic permet d'évaluer les besoins à couvrir et de déterminer les principales caractéristiques des produits à mettre en œuvre. Il permet également au professionnel de vérifier la puissance de la chaudière installée par rapport au calcul des déperditions.

Le diagnostic permet également de vérifier le dimensionnement des émetteurs et donc de valider ou non la nécessité d'un remplacement.

## Commentaire

Il s'agit de vérifier si une installation de chauffage est susceptible de fonctionner ou non avec une pompe à chaleur à absorption soit en substitution du générateur existant ou bien avec celui-ci en appoint.

Le diagnostic permet également de dresser les actions correctives éventuelles à réaliser.

## 6.1. • Relevés d'éléments du site (emplacement, disponibilité de l'énergie...)

Il est nécessaire de relever les éléments du site caractérisant la géographie du site la disponibilité des énergies.

Repère :	DIAGNOSTIC Installation de chauffage existante	Date :
<b>Coordonnées installateur :</b> Ets : Adresse : CP + ville :	<b>Coordonnées utilisateur :</b> Nom : Adresse : CP + ville :	



Repère : _____	DIAGNOSTIC Installation de chauffage existante		Date : _____
<b>Situation :</b>			
Département :			
T° extérieure de base [°C] : _____			
Altitude [m] : _____			
T° extérieure de base corrigée [°C] : _____			
<b>Description de l'installation</b>			
<b>Age de la construction</b>			
Site isolé (O/N)		Site en bout de réseau gaz (O/N)	
<b>Contraintes de raccordement gaz</b>	Distance : _____	Pression de distribution : _____	Autres :
<b>Type de zone :</b> <input type="checkbox"/> Urbaine <input type="checkbox"/> Semi-Urbaine <input type="checkbox"/> Rurale			
<b>Espace disponible pour implantation</b>		Extérieur (O/N) :	Intérieur (O/N) :
<b>Contrainte de voisinage/voie publique (distance)</b>			
Face 1 du bâtiment [m] :	Face 2 du bâtiment [m] :	Face 3 du bâtiment [m] :	Face 4 du bâtiment [m] :
Autres :			

▲ Figure 8 : Relevés concernant le site

## 6.2. • Relevé des caractéristiques de l'enveloppe et des éléments pour le calcul des déperditions et des charges de climatisation

Il est nécessaire de relever les éléments qualitatifs caractérisant le bâtiment existant : la zone climatique, l'altitude, la date de construction, la constitution de l'enveloppe avec ses différents matériaux, la ventilation...

Repère : _____	DIAGNOSTIC Installation de chauffage existante		Date : _____
<b>Coordonnées installateur :</b>		<b>Coordonnées utilisateur :</b>	
Ets :		Nom :	
Adresse :		Adresse :	
CP + ville :		CP + ville :	
<b>Situation :</b>			
Département :			
T° extérieure de base [°C] : _____			
Altitude [m] : _____			
T° extérieure de base corrigée [°C] : _____			
<b>Description de l'installation</b>			
<b>Age de la construction :</b>			
<b>Enveloppe :</b>			
Paroi		Isolant	



Repère :	DIAGNOSTIC Installation de chauffage existante			Date :
Repère	Composition	Type	$\lambda$ [W/m.K]	$R_T$ [m <sup>2</sup> .K/W]
Mur sur extérieur 1				
Mur sur extérieur 2				
Mur sur local non chauffé				
Plancher haut				
Plancher bas				
Plancher intermédiaire				
Fenêtre*				
Protection nocturne				
Porte d'accès				
(*) Pour la structure, prendre en compte la menuiserie. Pour l'isolant prendre en compte la nature du vitrage (exemple double vitrage 4-12-4).				
<b>Ventilation :</b>				
Type de ventilation : (naturelle, VMC autoréglable, hygro A ou B)				
Débit d'air [m <sup>3</sup> /h] : _____				

▲ Figure 9 : Relevés concernant le bâtiment

Il est nécessaire de réaliser un calcul de déperditions pièce par pièce (cf. 7), étage par étage.

Le calcul des déperditions nécessite les informations suivantes :

- le type de pièce ;
- la surface de la pièce ;
- l'exposition ;
- la configuration, (plain-pied, étage courant, sous toiture...) ;
- la longueur ou la surface de mur sur l'extérieur ou sur un local non chauffé ;
- la surface des ouvrants par pièce...

Relevés pour calcul des déperditions								
NUMÉRO ÉTAGE								
Zone	1	2	3	4	5	6	7	8
Longueur [m]								
Largeur [m]								
Hauteur sous plafond [m]								
Température intérieure [°C]								
Température local non chauffé (parties communes, couloir,...)								
Longueur mur sur extérieur [m]								



Relevés pour calcul des déperditions								
Longueur mur sur local non chauffé [m]								
Hauteur porte sur extérieur/ local non chauffé [m]								
Longueur porte sur extérieur/ local non chauffé [m]								
Hauteur vitrage [m]								
Longueur vitrage [m]								

▲ Figure 10 : Exemple de tableau récapitulatif de relevés pour le calcul de déperditions

### 6.3. • Relevé de la production en place (chaudières et circuit primaire) et des émetteurs

Si la puissance des émetteurs est connue, elle est reportée directement à la première ligne du tableau.

Si ce n'est pas le cas, les caractéristiques des émetteurs en place sont à renseigner (matériau fonte ou acier, type, nombre d'éléments...). Ces informations peuvent permettre de déterminer la puissance à partir du catalogue du fabricant ou de la base de données ATTITA, voire de valeurs forfaitaires basées sur l'expérience. Cette puissance évaluée est alors notée dans le tableau.

Les puissances sont ensuite comparées à celles obtenues par le calcul de déperditions.

Il s'agit alors de faire correspondre la puissance des émetteurs avec celle obtenue lors du calcul des déperditions.

Relevés des émetteurs existants								
NUMÉRO ÉTAGE								
Zone	1	2	3	4	5	6	7	8
Puissance émetteur si connue* [W]								
$\Delta T$ installation [K]								
Nature radiateur (fonte, acier, ...)								
Type ou épaisseur [mm]								
Hauteur [mm]								
Largeur [mm]								



Relevés des émetteurs existants								
Puissance émetteur évaluée* [W]								
Nombre								
Robinet thermostatique (O/N)								
Té de réglage (O/N)								

(\*) Voir base ATITA ou catalogue fabricant

▲ Figure 11 : Exemple de tableau récapitulatif de relevés des émetteurs existants pour du collectif

## 6.4. • Relevé de l'alimentation en gaz (si elle existe)

Si l'ancienne chaufferie était au gaz, il s'agit de vérifier l'état de l'ensemble des canalisations, des différents organes et accessoires (organes de coupure générale, de chaufferie,...). Il faut également noter le tracé du réseau et vérifier que la pression de distribution correspond à la pression d'alimentation requise par la pompe à chaleur ou bien adapter la pression d'alimentation via un organe de détente. Dans le cas contraire, il faut vérifier qu'un raccordement gaz est réalisable...

### Commentaire

L'établissement d'un certificat de conformité « modèle 3 » est obligatoire pour toute chaufferie alimentée en gaz qu'elle soit neuve, complétée ou modifiée dans le cas de bâtiment d'habitation collective.

Il concerne l'installation des canalisations et organes accessoires d'alimentation des chaufferies.

Les certificats de conformité sont spécifiés à l'article 25 de l'arrêté du 2 août 1977 modifié.

Dans le cas des établissements recevant du public (ERP), les installations gaz doivent faire l'objet d'un certificat spécifique (ou déclaration sur papier libre) décrivant l'installation, les travaux réalisés et attestant que les essais d'étanchéité ont bien été réalisés. Aucun modèle type n'est cependant imposé.

Des sociétés comme Dekra, Qualigaz, fournissent des modèles de certificat pour les 5 catégories d'ERP.

## 6.5. • Relevé du conduit de fumée (s'il existe)

Dans le cadre d'une rénovation, le diagnostic du conduit de fumée doit permettre d'évaluer son état afin de juger si le conduit existant est utilisable ou s'il convient d'envisager une opération de tubage ou de chemisage.

Le diagnostic du conduit de fumée existant se décompose en quatre parties :

- l'identification consiste à rassembler le maximum d'informations sur le conduit : nature, type, implantation, historique, dimensions, tracé, accès à la souche...
- le contrôle de vacuité consiste à vérifier le libre passage dans le conduit et l'absence d'obstruction de ce dernier ;
- le contrôle d'étanchéité, réalisable soit par un essai fumigène qui permet de localiser visuellement les fuites, soit par la mesure de la perméabilité à l'air qui permet de quantifier les fuites ;
- la réhabilitation qui consiste à remettre en état (si nécessaire) du conduit de fumée : chemisage, tubage...

Il s'agit également de relever un certain nombre d'information nécessaire à la rénovation ; en voici une liste non exhaustive :

- type de conduit en place : maçonné, métallique...
- dimensions : section, hauteur...
- situation : intérieur, extérieure ;
- type d'évacuation des produits de combustion : naturel, mécanique (ventilateur) ;
- tracé du conduit, dévoiements, souche...

### Commentaire

Ce diagnostic doit être réalisé par une entreprise qualifiée, notamment pour les parties de contrôle et de réhabilitation du conduit de fumée.

## 6.6. • Relevé de l'alimentation électrique

Il convient de vérifier l'état du réseau électrique de la chaufferie et que ce-dernier pourra assumer une alimentation distincte pour la pompe à chaleur à absorption avec l'ensemble des protections requises (protection différentielle et calibre du disjoncteur).



# Calcul des besoins de chauffage/ rafraîchissement et d'ECS

# 7



## 7.1. • Calcul des déperditions

Les déperditions thermiques sont calculées selon la norme NF EN 12831 et le complément national NF P 52-612/CN.

### 7.1.1. • Principe du calcul des déperditions

Les déperditions se décomposent en :

- déperditions surfaciques à travers les parois (murs, fenêtres, portes, toit, plancher) ;
- déperditions linéiques au niveau des liaisons des différentes parois, comme par exemple le mur et le plancher ;
- déperditions par renouvellement d'air par les bouches d'entrée d'air par ventilation naturelle ou mécanique ;
- déperditions par les infiltrations : jointures des huisseries des fenêtres, des portes, par les trous en façade...

### 7.1.2. • Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

Les déperditions surfaciques sont calculées à partir de la formule suivante :

$$\text{Déperditions surfaciques} = \text{Somme de } U \times A \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Avec :

- U : coefficient de transmission surfacique en  $W/m^2.K$  ;
- A : surface intérieure de la paroi en  $m^2$  ;



- Tint-Text : écart de température entre l'intérieur et l'extérieur en K.

### 7.1.3. • Déperditions linéiques aux liaisons des différentes parois

Les déperditions linéiques sont calculées à partir de la formule suivante :

$$\text{Déperditions linéiques} = \Psi \times l \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Avec :

- $\Psi$  : coefficient de transmission linéique (psi) en W/m.K ;
- l : longueur des liaisons en m ;
- $T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}$  : écart de température entre l'intérieur et l'extérieur en K.

#### Commentaire

La norme NF EN 12831 propose une méthode simplifiée consistant à majorer les coefficients de transmission surfacique des parois en fonction de leurs liaisons.

### 7.1.4. • Déperditions par renouvellement d'air et infiltrations

Le calcul des déperditions s'effectue à partir de la formule suivante :

$$\text{Déperditions par renouvellement d'air} = 0,34 \times q_v \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Avec :

- 0,34 : chaleur volumique de l'air en Wh/m<sup>3</sup>.K ;
- $q_v$  : débit de renouvellement d'air par ventilation et infiltrations en m<sup>3</sup>/h ;
- Tint-Text : écart de température entre l'intérieur et l'extérieur en K.

#### Commentaire

Les entrées d'air induites par l'utilisation de hottes en tout air neuf, de cheminées à foyer ouvert ou de tout autre système ne sont pas prises en compte dans la formule.

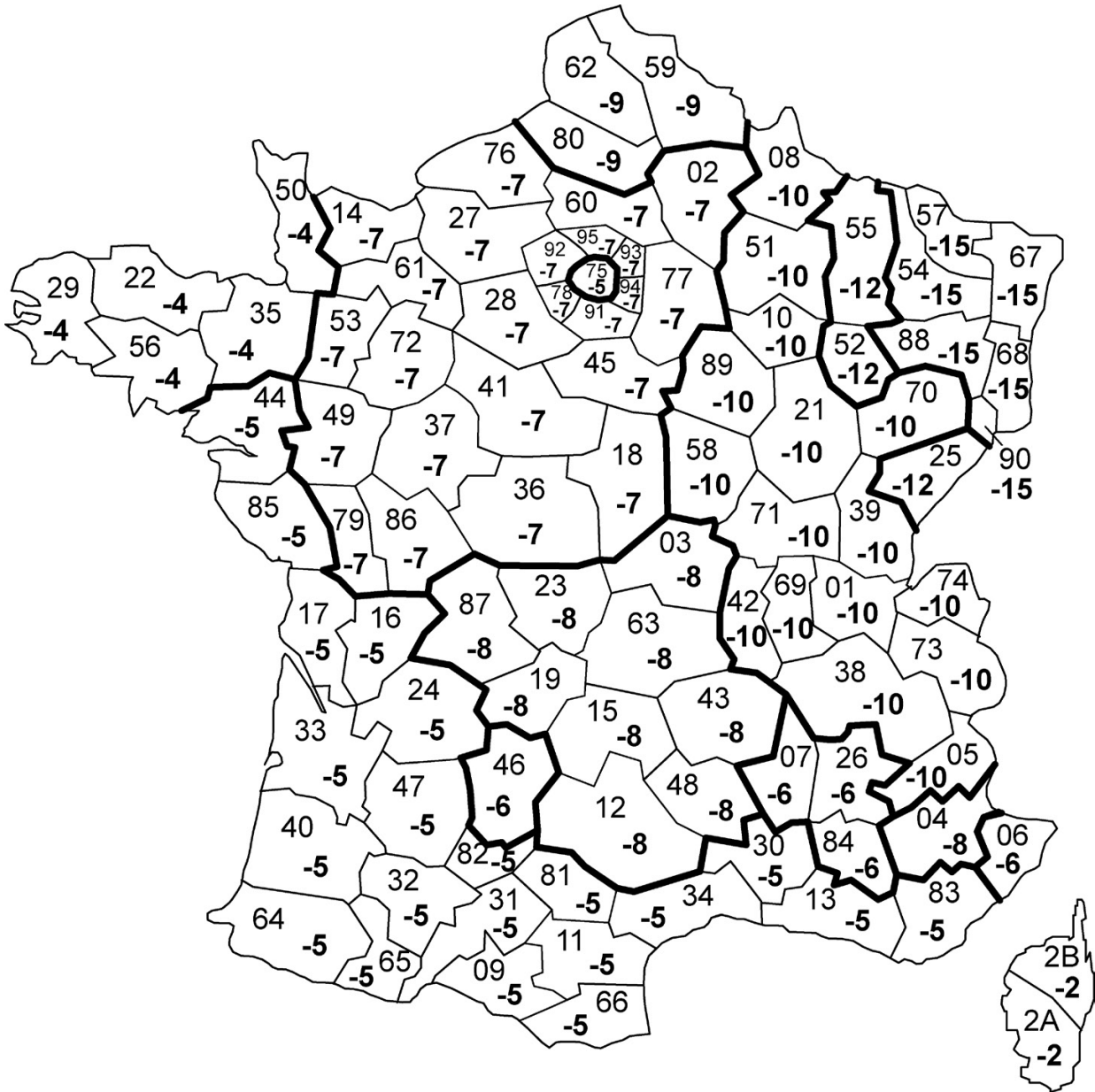
### 7.1.5. • La température extérieure de base du lieu

Les déperditions sont calculées pour la température extérieure de base du lieu définie dans le complément national à la norme NF EN 12831, référencé NF P 52-612/CN.



La (Figure 12) présente la carte de France des températures extérieures de base.

Des corrections sont à apporter en fonction de l'altitude du lieu considéré, selon le tableau de la (Figure 13).



▲ Figure 12 : Températures extérieures de base non corrigées par l'altitude

Température extérieure du site °C	Température extérieure de base au niveau de la mer du site °C									Température extérieure du site °C	
	-2	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-12	-15		
-2	0 à 200										-2
-3	201 à 400										-3
-4	401 à 600	0 à 200									-4
-5	601 à 700	201 à 400	0 à 200								-5
-6	701 à 800	401 à 500	201 à 400	0 à 200							-6
-7			401 à 600	201 à 400	0 à 200						-7
-8			601 à 800	401 à 500	201 à 400	0 à 200					-8
-9			801 à 1000	501 à 600	401 à 500	201 à 400					-9
-10			1001 à 1200	601 à 700		401 à 500	0 à 200				-10
-11			1201 à 1400	701 à 800		501 à 600	201 à 400				-11
-12			1401 à 1700	801 à 900		601 à 700	401 à 500	0 à 200			-12
-13			1701 à 1800	901 à 1000		701 à 800	501 à 600	201 à 400			-13
-14			1801 à 2000	1001 à 1100		800 à 901	601 à 700	401 à 500			-14
-15						901 à 1000	701 à 800	501 à 600	0 à 400		-15
-16						1001 à 1100	800 à 901	601 à 700	401 à 500		-16
-17						1101 à 1200	901 à 1000	701 à 800	501 à 600		-17
-18						1201 à 1300	1001 à 1100	800 à 901	601 à 700		-18
-19						1301 à 1400	1101 à 1200	901 à 1000	701 à 800		-19
-20							1201 à 1300	1001 à 1100	800 à 901		-20
-21							1301 à 1400	1101 à 1200	901 à 1000		-21
-22							1401 à 1500	1201 à 1300	1001 à 1100		-22
-23							1501 à 1600	1301 à 1400	1101 à 1200		-23
-24							1601 à 1700	1401 à 1500	1201 à 1300		-24
-25							1701 à 1800		1301 à 1500		-25
-26							1801 à 1900				-26
-27							1901 à 2000				-27

▲ Figure 13 : Corrections en fonction de l'altitude

## 7.2. • Calcul des charges en climatisation

Le calcul de la puissance du système de climatisation doit être déterminé pour une puissance totale nécessaire pour combattre la charge maximale de climatisation de l'ensemble du bâtiment.

Les paramètres entrant en compte pour calculer les charges maximales sont par exemple :

- des charges internes (occupants, éclairage, chaleur dissipé par les appareils...);
- des charges externes dues au climat (transmission de chaleur à travers les façades et les vitrages, le rayonnement solaire);
- des charges dues à l'introduction d'air neuf et des infiltrations;
- du niveau de service requis (température de consigne);
- de l'inertie du bâtiment...



**La charge maximale ne correspond pas à la somme des maximums des différentes zones mais au maximum de la somme des différentes zones.**



Différentes méthodes peuvent être utilisées : méthodes conformes à la norme NF EN 15255, méthode COSTIC, méthode AICVF.

## 7.3. • Calcul des besoins en eau chaude sanitaire

### 7.3.1. • La puissance maximale appelée pour l'eau chaude sanitaire

La puissance nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire se définit par rapport aux besoins journaliers (fonction du type de l'application notamment) et au système de production (production instantanée, semi-instantanée, semi-accumulée et accumulée).

Au final, plus le volume de stockage sera faible, plus la puissance appelée sera importante.

#### Commentaire

L'évaluation de la puissance appelée pour l'eau chaude sanitaire est conforme aux Recommandations de l'AICVF « Eau chaude sanitaire – Concevoir les systèmes » de 2004.



**La meilleure solution pour la pompe à chaleur à absorption sera une production en semi-accumulée ou accumulée. En effet, ces solutions sollicitent des puissances bien moins importantes que les systèmes instantanés ; en revanche elles nécessitent des volumes de stockage plus ou moins conséquents selon le choix du système et les besoins à couvrir.**

**Les puissances mises en jeu pour chauffer le bâtiment, le niveau de confort désiré, ainsi que l'espace disponible pour accueillir le volume de stockage sont autant de paramètres à prendre en compte dans le choix du mode de production d'eau chaude sanitaire.**

#### Commentaire

Chaque projet est particulier qu'il soit dans le résidentiel ou le tertiaire.

Une étude de coût peut également être nécessaire pour déterminer au cas par cas la solution la plus pertinente en fonction de la puissance de préparation d'ECS et du volume de stockage (prix du ballon suivant la puissance échangeur, le volume utile...).

### 7.3.2. • La puissance moyenne appelée pour l'eau chaude sanitaire

$P_{EC}$  est la puissance moyenne permettant d'assurer les besoins moyens journaliers. Les besoins moyens journaliers correspondent à l'énergie nécessaire pour préparer le puisage journalier  $V_j$  et compenser les pertes de distribution. Cette énergie peut être fournie dans une période variant de 1 à 24 heures.

La puissance moyenne appelée (en kW) est définie comme suit :

$$P_{EC} = (1,16 \times V_j \times (\theta_c - \theta_f)) / (1000 \times t_j) + \text{pertes}$$

Avec :

- $V_j$  : consommation moyenne journalière en litres, en habitat : 150 litres à 60 °C multiplié par le nombre de logements standards ;
- $\theta_c$  : température de consigne de stockage de l'eau chaude sanitaire en °C ;
- $\theta_f$  : température de l'eau froide en °C ;
- pertes : pertes du bouclage en kW ;
- $t_j$  : durée moyenne de réchauffage en heures. Une approche consiste à prendre 8 heures.



# Dimensionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint

## 8



La sélection de la pompe à chaleur s'effectue en fonction des besoins de chauffage (calcul des déperditions), des besoins ECS et des caractéristiques disponibles (puissance, régime d'eau...) selon la gamme sélectionnée.

Le choix de la puissance à installer pour assurer les services du chauffage du bâtiment et de la production d'ECS sera fait en fonction de :

- la puissance nécessaire aux seuls besoins en chauffage du bâtiment ( $P_{CH}$ ) ;
- la puissance maximale appelée pour l'eau chaude sanitaire ( $P_{ECS}$ ) ;
- la puissance moyenne appelée pour l'eau chaude sanitaire ( $P_{EC}$ ).

En général, la puissance à installer correspond à la plus grande des deux valeurs suivantes : ( $P_{ECS}$ ) ou ( $P_{CH} + P_{EC}$ )

Ce paragraphe donne des principes généraux sur les possibilités de dimensionnement. Cependant, il est important de se référer aux recommandations du distributeur et/ou du fabricant.

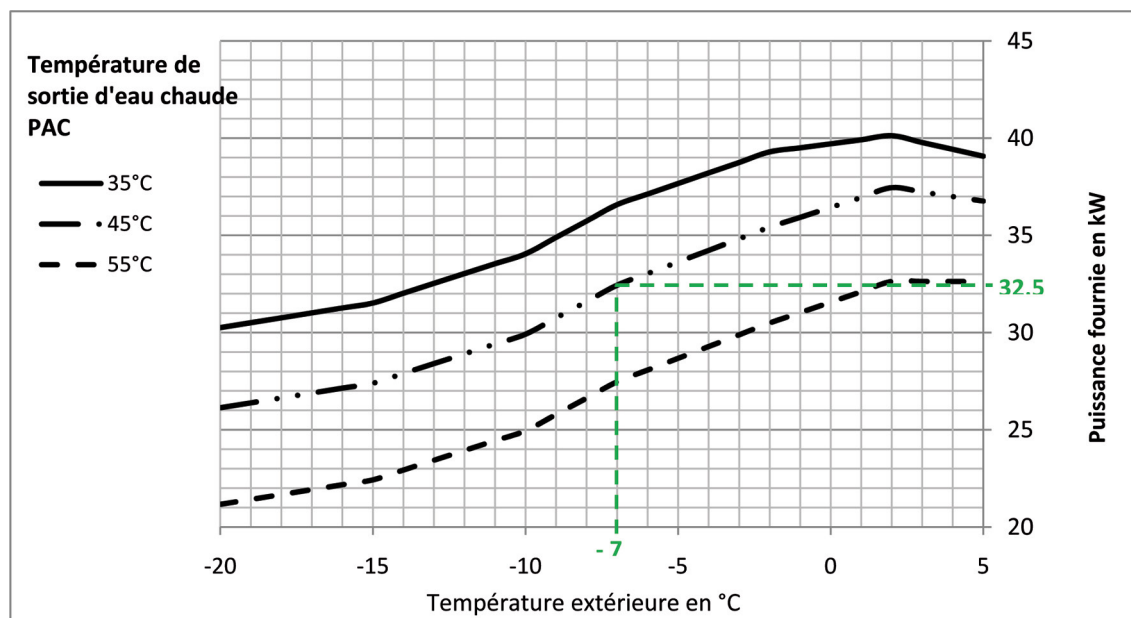
## 8.1. • Dimensionnement de la pompe à chaleur et de son appoint en chauffage seul

### 8.1.1. • Pompe à chaleur air/eau

La pompe à chaleur doit être dimensionnée selon les puissances disponibles à la température extérieure de base pour laquelle ont été

calculées les déperditions (cf. 7.1) et au régime d'eau considéré pour les émetteurs de chaleur (Figure 14).

Par exemple, pour une température de base de  $-7^{\circ}\text{C}$  et une consigne d'eau de  $45^{\circ}\text{C}$ , une pompe à chaleur à absorption aérothermique basse température fournit  $32,5\text{ kW}$ .



▲ Figure 14 : Exemple de l'évolution de la puissance thermique utile disponible selon la température extérieure et la température de sortie d'eau chaude sur pompe à chaleur à absorption air/eau basse température à l'ammoniac (données issues des notices fabricant)

La pompe à chaleur peut être installée sans appoint, notamment dans le cas de petites puissances. Cependant, dans la majorité des cas, afin d'obtenir un bon compromis technico-économique, elle peut être dimensionnée pour fonctionner un maximum de temps à puissance nominale et assumer la majeure partie des besoins en chauffage.

En dimensionnant la puissance de la pompe à chaleur pour représenter au minimum 30% des déperditions du bâti calculées à la température extérieure de base du lieu d'implantation, plus de la moitié des besoins de chauffage peuvent être couverts. De cette manière, la pompe à chaleur fonctionne quasi systématiquement à puissance nominale, pour des performances optimales.

Si la puissance installée représente 50% des déperditions, le taux de couverture des besoins par la pompe à chaleur peut atteindre 80 % des besoins de chauffage.

Le complément de chauffage est assuré par un appoint (avec une gestion en cascade) si la pompe à chaleur n'assure pas la totalité des besoins.



## Commentaire

Il est souvent peu judicieux de dimensionner les pompes à chaleur gaz à absorption pour 100% des déperditions. Certes, le taux de couverture sera maximum, mais cela a pour conséquence :

- Une augmentation de l'investissement initial ;
- Une réduction des performances saisonnières de l'installation ; en effet, les pompes à chaleur, pour s'ajuster aux besoins, seront amenées à moduler leur puissance voire à fonctionner en tout ou rien, source de baisses de performances.

A l'inverse, dimensionner les pompes à chaleur pour des taux de couverture moins importants est plus intéressant car cela permet :

- De réduire l'investissement initial ;
- D'optimiser les performances saisonnières de l'installation ; en effet, les pompes à chaleur seront le plus souvent sollicitées pour fonctionner à puissance nominale.



**En chauffage, le dimensionnement de l'installation est réalisé selon les indications suivantes.**

**Puissance pompe à chaleur (à la température extérieure de base et au régime d'eau désiré)  $\geq$  30% des déperditions.**

**Puissance appoint = Déperditions – Puissance pompe à chaleur (à la température de base et au régime d'eau désiré), si les fonctionnements de l'appoint et de la pompe à chaleur sont simultanés.**

**Puissance appoint = Déperditions, si les fonctionnements de l'appoint et de la pompe à chaleur sont alternés (l'appoint intervient en secours).**

**Il faut également s'assurer de la compatibilité entre la température de retour d'eau maximale admissible par la pompe à chaleur avec le régime de température aux bornes du générateur d'appoint.**

### 8.1.2. • Pompe à chaleur eau/eau

La différence majeure réside dans la source froide qui est à une température constante et n'est pas ou peu influencée par le climat extérieur.

La température de référence pour identifier la puissance utile de la pompe à chaleur est donc celle de la source froide (eau de nappe, sol...).



## 8.2. • Dimensionnement de la pompe à chaleur et de l'appoint en chauffage et en production d'ECS

Plusieurs configurations sont actuellement envisageables pour produire simultanément du chauffage et de l'eau chaude sanitaire à partir d'une installation recensant des pompes à chaleur à absorption gaz.

Les paragraphes suivants proposent des méthodes de dimensionnement des puissances des pompes à chaleur suivant la configuration hydraulique sélectionnée.

Toutefois, les préconisations du fabricant et des distributeurs prévalent sur les méthodes proposées dans la suite du document.

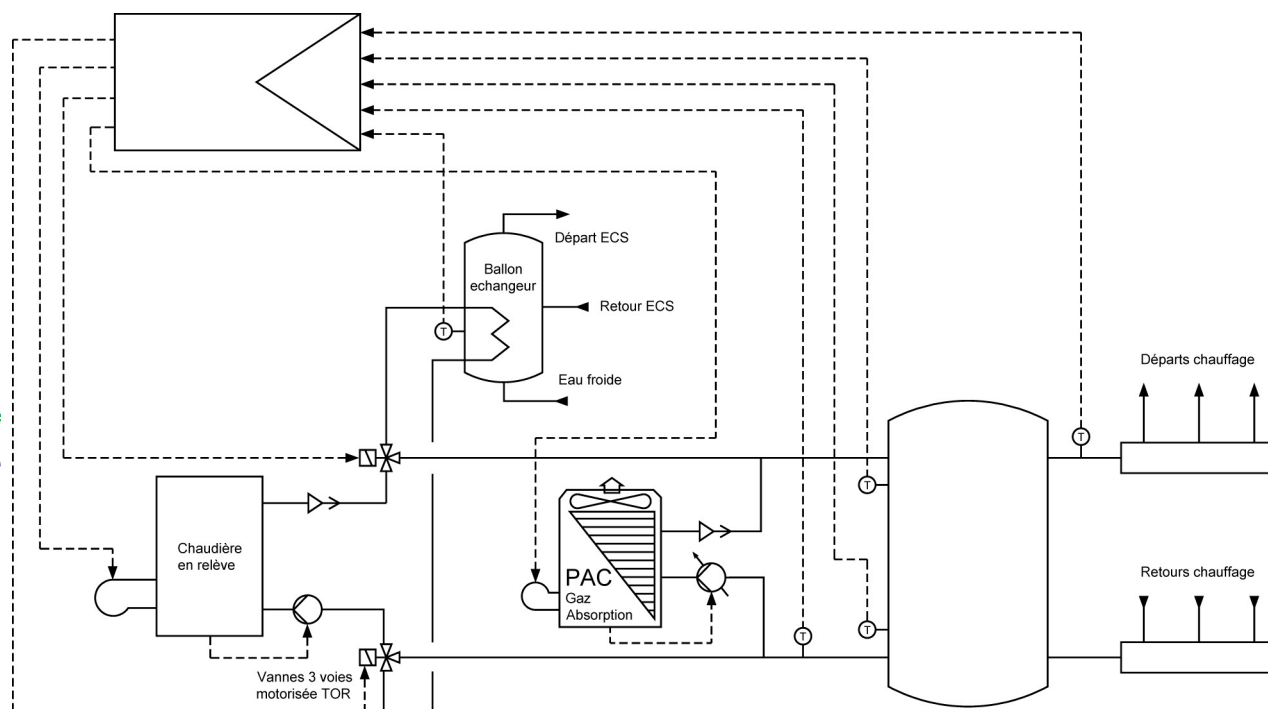
Pour les pompes à chaleur air/eau, le dimensionnement est identique à celui des pompes à chaleur air/air. La seule différence réside dans la source froide qui est à température constante et n'est pas ou peu influencée par le climat extérieur. La température de référence pour identifier la puissance utile de la pompe à chaleur est donc celle de la source froide (eau de nappe, sol...).

*Les schémas des (Figure 15), (Figure 16), (Figure 17) sont des schémas de principe. Ils n'intègrent pas l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement de l'installation.*

*Il s'agit d'exemples de configurations possibles. Il convient de se référer à la schémathèque des fabricants/distributeurs afin de connaître la configuration et le système de régulation adaptés.*



## 8.2.1. • Production d'ECS assurée par la chaudière d'appoint



▲ Figure 15 : Exemple de configuration avec une production d'ECS assurée par la chaudière d'appoint

Une ou plusieurs pompes à chaleur sont raccordées en cascade pour la production de chauffage avec un ou plusieurs générateurs d'appoint.

C'est la chaudière qui assure la production d'eau chaude sanitaire, en priorité sur le chauffage. Les deux vannes à trois voies directionnelles sont commandées par la régulation centrale. Celle sur le départ irrigue soit les circuits de chauffage soit la production d'ECS. Celle sur le retour permet d'isoler la boucle de production d'ECS et d'éviter ainsi d'éventuelles perturbations par des retours d'eau à la pompe à chaleur à température trop élevée. En effet, la chaudière en mode ECS et la pompe à chaleur en mode chauffage fonctionnent à des régimes de températures non compatibles.

Par exemple, dans une configuration avec une pompe à chaleur et une chaudière en cascade (fonctionnant en priorité ECS), la répartition des puissances se fait de la manière suivante.

Puissance pompe à chaleur  $\geq 30\%$  des déperditions

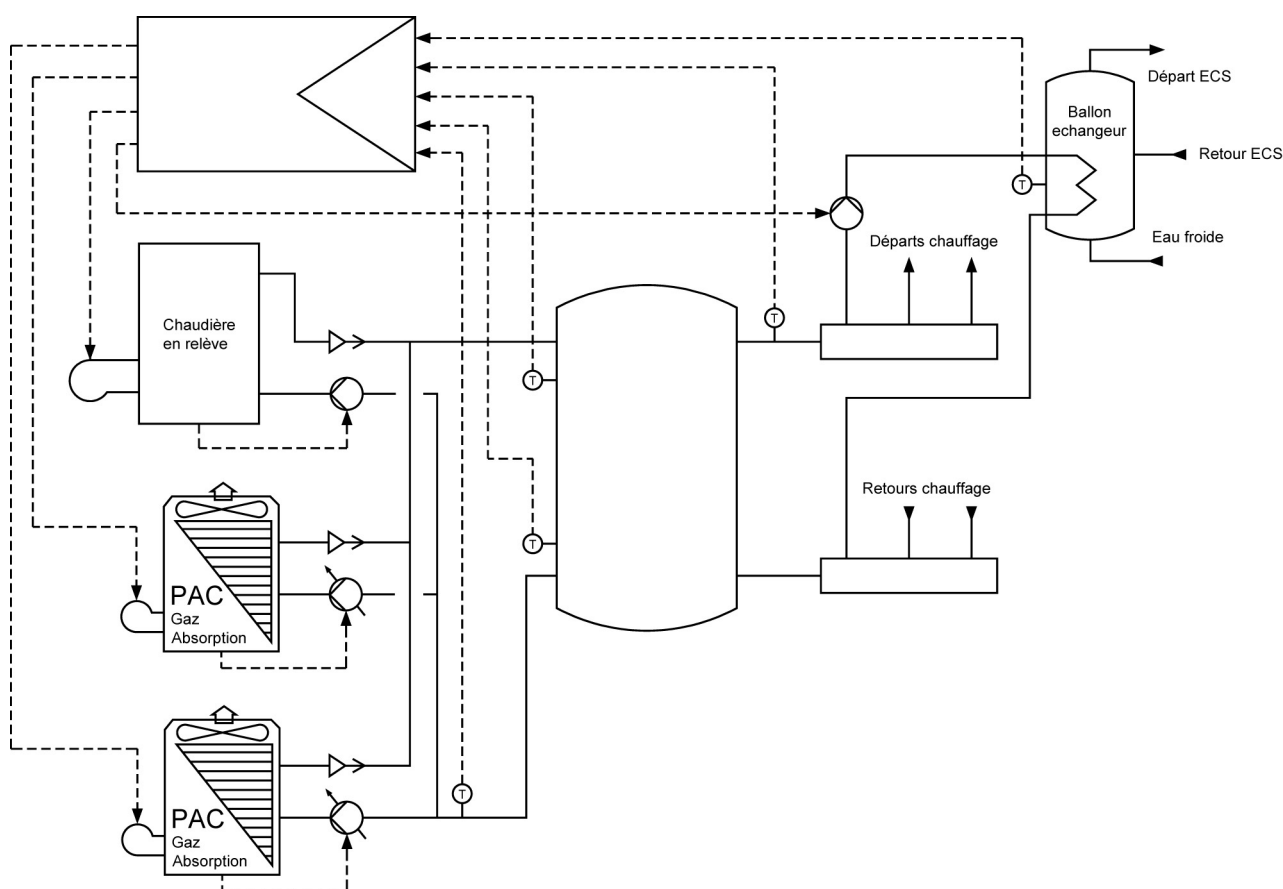
Puissance d'appoint pour le chauffage  $\leq 70\%$  des déperditions

La puissance de la pompe à chaleur doit être telle qu'elle puisse permettre de satisfaire au moins la moitié des besoins de chauffage à la température extérieure de base du lieu d'implantation.

L'appoint doit assurer à la fois le complément des besoins de chauffage et la production d'ECS. Sa puissance doit correspondre à la valeur maximale entre :

- la puissance maximale journalière appelée pour la production d'ECS ;
- la somme de la puissance nécessaire pour satisfaire le complément de chauffage et de la puissance moyenne journalière appelée pour l'ECS.

### 8.2.2. • Chauffage et ECS assurés simultanément : pompe à chaleur en base et chaudière en appoint



▲ Figure 16 : Exemple de configuration avec chauffage et ECS assurés simultanément par les pompes à chaleur et la chaudière d'appoint

Plusieurs pompes à chaleur sont raccordées en cascade avec un ou plusieurs générateurs d'appoint. L'installation assure les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire simultanément. Les pompes à chaleur et la chaudière ont une consigne de température identique sur le circuit primaire. C'est au niveau du circuit de distribution que la température d'eau est adaptée aux besoins via des vannes de mélange pour les circuits de chauffage ou en départ direct pour de la production d'ECS.

La puissance totale à installer (pompes à chaleur et appoint) doit correspondre à la valeur maximale entre :

- la puissance maximale journalière appelée pour la production d'ECS ;



- la somme de la puissance nécessaire au chauffage (déperditions à température extérieure de base et pour une température de consigne ambiante donnée) et de la puissance moyenne de charge journalière du ballon d'ECS (au niveau de l'échangeur ECS).

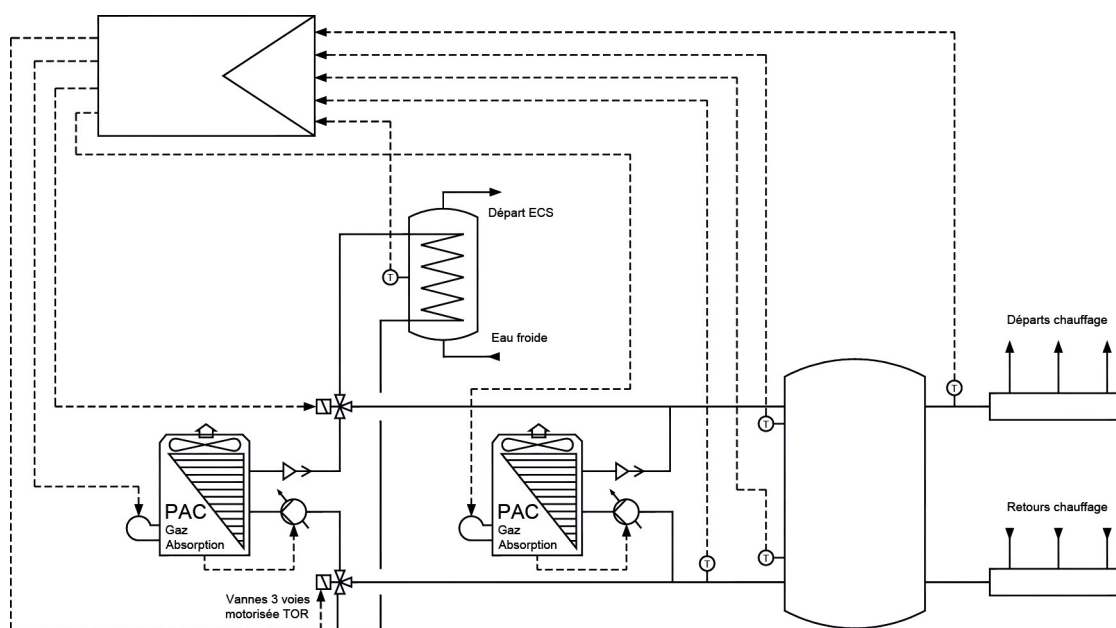


**La répartition des puissances doit être telle que la ou les pompes à chaleur au gaz couvrent la majorité des besoins globaux (chauffage et production d'ECS). La chaudière assure le complément. Les mêmes ratios de puissances qu'au chapitre 8.1 (cf. 8.1) peuvent être considérés.**

### Commentaire

Lorsque l'installation fonctionne uniquement pour satisfaire les besoins de chauffage, la température de consigne est réduite et l'installation offre donc une surpuissance. Cette surpuissance est intéressante par très grand froid en termes de confort et de durée de relance.

## 8.2.3. • Pompe à chaleur fonctionnant en priorité ECS



▲ Figure 17 : Exemple de configuration d'une pompe à chaleur assurant les besoins de chauffage avec une priorité sur la production d'ECS

Plusieurs pompes à chaleur sont raccordées en cascade et couvrent l'ensemble des besoins de chauffage.

Une des pompes à chaleur assure la production d'eau chaude sanitaire, en priorité sur le chauffage. Les deux vannes à trois voies directionnelles sont commandées par la régulation centrale. Celle sur le départ irrigue soit les circuits de chauffage soit la production d'ECS. Celle sur le retour permet d'isoler la boucle de production



d'ECS et d'éviter ainsi d'éventuelles perturbations entre les différents circuits (chauffage/ECS) fonctionnant à des régimes de températures différents.

Par exemple, dans une configuration avec deux pompes à chaleur (dont une fonctionnant en priorité ECS) la répartition des puissances peut se faire de la manière suivante.

La puissance de l'ensemble des pompes à chaleur (incluant celle préparant l'ECS) doit dans un premier temps permettre de fournir la puissance nécessaire au chauffage pour la température extérieure de base du lieu d'implantation à la température de consigne correspondante.

Dans un second temps, il convient de s'assurer que la puissance de la pompe à chaleur dédiée à la préparation d'ECS (puissance disponible à la température d'eau sollicitée pour préparer l'ECS) soit supérieure ou égale à la valeur maximale entre :

- la puissance maximale journalière appelée pour la production d'ECS (à température de consigne ECS) ;
- le cumul de la puissance de chauffage attribuée à la pompe à chaleur avec la puissance moyenne journalière appelée pour l'ECS.



**De manière générale, il faut privilégier des installations où la pompe à chaleur gaz assure les besoins de chauffage avec ou sans préchauffage de l'ECS.**

**Néanmoins, une préparation d'ECS assurée en totalité par une ou des pompe(s) à chaleur dédiée(s) peut être intéressante dans certains cas : petites puissances, ratio important de la puissance utile au chauffage par rapport à la puissance nécessaire à la production d'ECS...**

**Pour optimiser les performances de la préparation de l'ECS avec la pompe à chaleur deux critères sont primordiaux :**

- **Limiter les courts cycles en choisissant plutôt une petite puissance et un grand volume de stockage ;**
- **Abaisser le plus possible les températures de consigne en respectant les exigences de l'arrêté du 30 novembre 2005.**



## 8.2.4. • Dimensionnement de la production d'eau chaude sanitaire



**La meilleure solution pour une installation avec pompe à chaleur à absorption sera une production en semi-accumulée ou accumulée totale.**

**Les puissances mises en jeu, le niveau de confort désiré, ainsi que l'espace disponible pour accueillir le volume de stockage sont autant de paramètres à prendre en compte dans le choix du mode de production d'eau chaude sanitaire.**

Pour un bâtiment d'habitation alimenté par une pompe à chaleur à absorption, les besoins de pointe sont évalués classiquement comme pour tout autre système de production d'eau chaude sanitaire.

### Commentaire

Pour déterminer les besoins d'ECS dans une configuration de pompe à chaleur à absorption en production accumulée, il s'agit de déterminer le volume journalier moyen de soutirage à partir du nombre de logements standards (cf. 7.3).



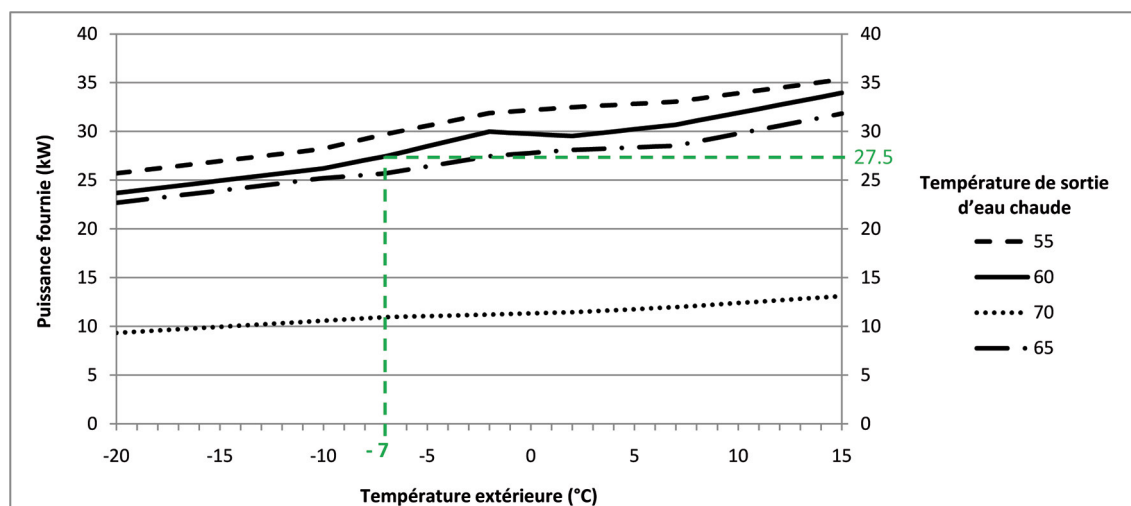
**Il faut également dimensionner correctement l'échangeur du ballon d'ECS en tenant compte :**

- de la perte de puissance de la machine, provoquée par une consigne d'eau élevée ;
- de la température maximale d'eau de retour ;
- de l'écart de température (10 K) aux bornes de la pompe à chaleur propre à son fonctionnement.

**Cet échangeur doit être dimensionné selon la puissance disponible de la pompe à chaleur à la température de consigne voulue et à la température extérieure de base du lieu d'implantation (Figure 12).**

Par exemple, selon la (Figure 18), pour produire de l'ECS à une température de 60°C et à une température extérieure de base de -7°C, la puissance disponible et donc la puissance dimensionnante de l'échangeur est de 27,5 kW, pour une production de l'ECS par pompe à chaleur à absorption.

Ainsi, à 70°C, la pompe à chaleur perd plus de 50% de sa puissance nominale.



▲ Figure 18 : Exemple de l'évolution de la puissance thermique utile disponible selon la température extérieure et la température de sortie d'eau chaude sur pompe à chaleur à absorption air/eau haute température à l'ammoniac (données issues des notices fabricant)

Le ballon d'ECS est choisi parmi la gamme proposée par le fabricant pour la pompe à chaleur sélectionnée. Il doit être compatible avec la pompe à chaleur, en termes de puissance, débit et régulation.

Le volume est dimensionné en fonction du mode de production d'ECS (semi-accumulé ou accumulé) et de la puissance à installer.

Dans le cas d'une préparation ECS par la pompe à chaleur, il faut opter pour un échangeur noyé travaillant sur toute la hauteur du ballon. La pompe à chaleur fonctionnant pour un différentiel de température de 10 K, elle va donc produire l'ECS en montant progressivement le volume en température.

Pour optimiser les performances de la pompe à chaleur, il faudra positionner la sonde de régulation en partie basse du ballon mais suffisamment haute pour ne pas enclencher le mode ECS au moindre puisage. L'objectif est d'accumuler une certaine quantité d'eau froide pour faire fonctionner la pompe à chaleur à puissance nominale et par extension à performance optimale.

Le volume tampon utile pour l'ECS correspond alors au volume situé au dessus de la sonde de régulation.

### 8.3. • Particularités de dimensionnement des systèmes réversibles

Les besoins (de chaud ou de froid) les plus importants sont dimensionnants et permettent de sélectionner la puissance à installer.

Contrairement à la puissance calorifique, le dimensionnement de la puissance frigorifique s'effectue à partir du calcul des charges (cf. 7.2) et pour 100% des charges. Le GUE de la machine en mode froid est alors divisé par 2 aux conditions nominales et à 7°C de consigne d'eau froide.

## Commentaire

Les pompes à chaleur à absorption n'étant pas adaptées pour être utilisées en mode froid uniquement (faibles GUE), les besoins de chaud seront généralement toujours dimensionnants.





# Implantation des pompes à chaleur gaz

# 9



Les principales règles d'implantation sont régies par des aspects de sécurité vis-à-vis de l'ammoniac, des produits de combustion et de l'incendie.

Les dispositions vis-à-vis de l'ammoniac seront traitées dans le « Guide technique relatif à l'implantation de pompes à chaleur à absorption dans le secteur résidentiel » rédigé par le CNPG.

Des obligations réglementaires acoustiques sont également à respecter (cf. 9.1).

Par ailleurs, l'implantation des machines doit permettre les tâches d'entretien et de maintenance (cf. 9.2).

## 9.1. • Spécifications acoustiques réglementaires

La pompe à chaleur et ses équipements doivent respecter les réglementations en vigueur concernant le bruit généré à l'intérieur du bâtiment desservi et le bruit généré au voisinage.

Ces spécifications reposent sur la connaissance des puissances acoustiques des pompes à chaleur gaz. Ces données sont fournies par le fabricant.



**Pour faciliter le respect de ces réglementations, le niveau de puissance acoustique de la pompe à chaleur exprimé en dB(A) doit être choisi en fonction des conditions d'installation.**



## Commentaire

Le référentiel NF PAC impose des niveaux de puissance acoustique en fonction des puissances calorifiques de la pompe à chaleur.

### 9.1.1. • Réglementation sur le bruit intérieur

#### En habitat collectif

L'article 6 de l'arrêté du 30 juin 1999 impose des valeurs maximales du niveau de pression acoustique normalisé  $L_{nAT}$  du bruit engendré dans des conditions normales de fonctionnement par les équipements collectifs de chauffage ou de rafraîchissement.

La pression acoustique ne doit pas dépasser 30 dB(A) dans les pièces principales et 35 dB(A) dans les cuisines de chaque logement.

#### En tertiaire

Les arrêtés et la circulaire du 25 avril 2003 relative à la réglementation acoustique des bâtiments autres que d'habitation (dans les établissements d'enseignement, dans les établissements de santé, dans les hôtels) fixent les niveaux de pression acoustique normalisés à ne pas dépasser par un équipement du bâtiment.

### 9.1.2. • Réglementation sur le bruit de voisinage

L'article R1334-33 du Code de la santé publique fixe les valeurs limites d'émergence sonore admises :

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

Un terme correctif en dB (A) peut s'ajouter en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier.

L'émergence est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

Le bruit résiduel est le bruit moyen que l'on mesure sur une période de référence lorsque l'équipement incriminé ne fonctionne pas. Il s'agit du bruit de fond.

Le bruit ambiant est le bruit mesuré pendant une période équivalente lorsque l'équipement fonctionne : le bruit ambiant est donc la somme du bruit de l'équipement seul et du bruit résiduel.

Les modalités de mesure de l'émergence sont stipulées dans l'arrêté du 5 décembre 2006 modifié.

**Commentaire**

La norme NF S 31-080 fixe des exigences de performance acoustique pour les bureaux et les espaces associés.

**9.1.3. • Préconisations acoustiques**

Lorsque la pompe à chaleur est placée en intérieur ou en extérieur, le bruit peut se transmettre par voie solide jusqu'aux émetteurs de chaleur par la tuyauterie.

Il faut donc mettre en place :

- Des manchons anti-vibration pour les générateurs de chaleur et les circulateurs. Il existe aussi des raccords flexibles ou des raccords spécifiques de plus courte longueur en matériau synthétique qui limite les vibrations ;
- Des plots anti-vibratiles (« silent-bloc ») lorsque la machine n'en est pas munie ;
- Un supportage de tuyauterie avec des matériaux absorbant les vibrations.

**Commentaire**

Certains distributeurs fournissent des machines avec une émission sonore atténuée par isolation phonique renforcée de la carrosserie.

Lors d'une implantation en toiture-terrasse, il est aussi d'usage de positionner les machines au centre de celle-ci.

**9.2. • Entretien et maintenance**

Pour faciliter les opérations d'entretien et de maintenance, des distances suffisantes doivent être laissées entre la pompe à chaleur et les parois du local ou les autres générateurs.

En particulier, l'espace doit être suffisant pour permettre d'intervenir sur le brûleur.

Les préconisations du fabricant doivent être suivies.



## Circuit hydraulique de production et régulation

# 10



Ce chapitre donne des indications générales relatives à la conception et au dimensionnement des composants du circuit hydraulique de production par pompes à chaleur à absorption ainsi qu'à la régulation.

*Les schémas présentés sont des schémas de principe. Ils n'intègrent pas l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement de l'installation.*

*Il s'agit d'exemples de configurations possibles. Il convient de se référer à la schémathèque des fabricants/distributeurs afin de connaître la configuration et le système de régulation adaptés.*

### 10.1. • Circuit avec production de chauffage seule

#### 10.1.1. • Avec une seule pompe à chaleur

La pompe à chaleur peut être associée à la commande d'un circulateur à vitesse variable, selon les gammes.

Un élément de découplage est indispensable au bon fonctionnement de la pompe à chaleur. Il assure un débit minimum dans le condenseur/absorbeur et permet de rendre indépendants le circuit primaire et le circuit de distribution secondaire.

Suivant la configuration, il peut s'agir d'un volume tampon à quatre ou trois piquages, faisant office à la fois d'élément de découplage et de volume tampon (Figure 19).

Une autre possibilité pour rendre indépendants le débit de la pompe à chaleur et les débits du secondaire est de transférer l'énergie fournie par la pompe à chaleur au volume tampon par un échangeur noyé.

Cette solution peut être adoptée afin d'éviter les risques de gel des installations de pompes à chaleur gaz à l'extérieur (modèle air/eau), par l'utilisation d'eau glycolée sur la boucle primaire.

Sur les schémas de la (Figure 19), l'ensemble des sondes de régulation (températures de retour primaire, volume tampon à quatre piquages, départ secondaire) permettent à la fois d'enclencher la pompe à chaleur en cas de besoins mais aussi d'ajuster la puissance fournie en fonction des appels de puissances et d'assurer un fonctionnement en hydro-accumulation.

La sonde de température de retour sert également de protection puisqu'elle arrête la machine lorsqu'elle mesure une température d'eau supérieure à la valeur seuil admissible par la pompe à chaleur. Cette protection est doublée puisqu'une autre sonde intégrée à la machine assure également ce rôle.

### Commentaire

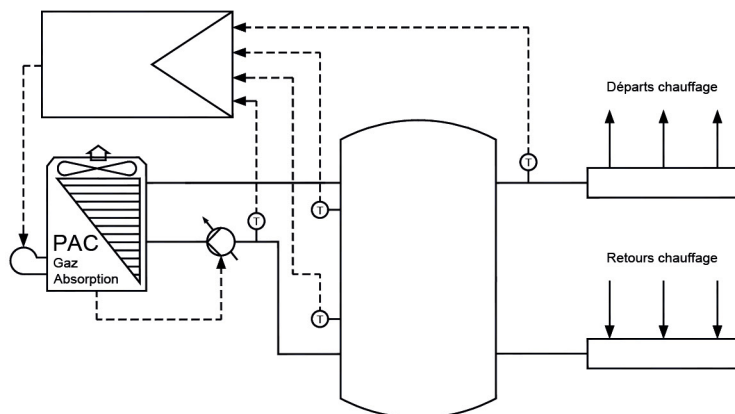
La configuration hydraulique et la régulation associée doivent être conformes aux préconisations des fabricants/distributeurs.

Dans le cas d'un volume tampon à quatre ou trois piquages, il convient de respecter les règles suivantes :

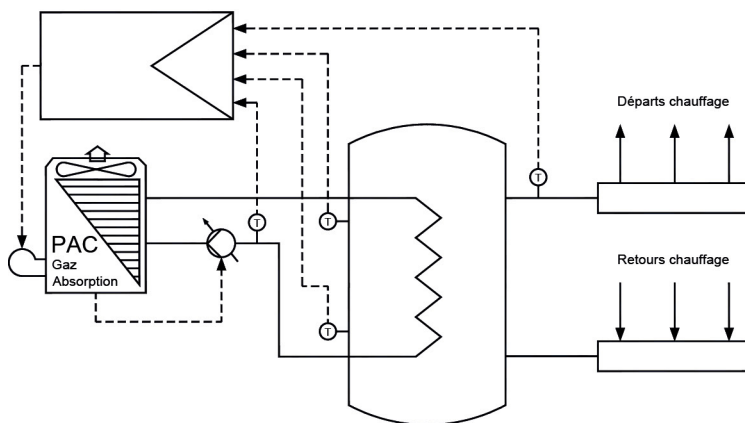
- assurer un surdébit au circuit primaire de l'ordre de 10 à 30% par rapport au débit du circuit secondaire ;
- adopter un rapport hauteur sur diamètre supérieur ou égal à 3 afin de favoriser la stratification et d'éviter les effets de brassage au sein du volume ;
- calorifuger la totalité du volume tampon (fond, supports de pose, raccords non utilisés, parois latérales...) avec une épaisseur d'isolant d'au moins 100 mm, de préférence en laine de verre.



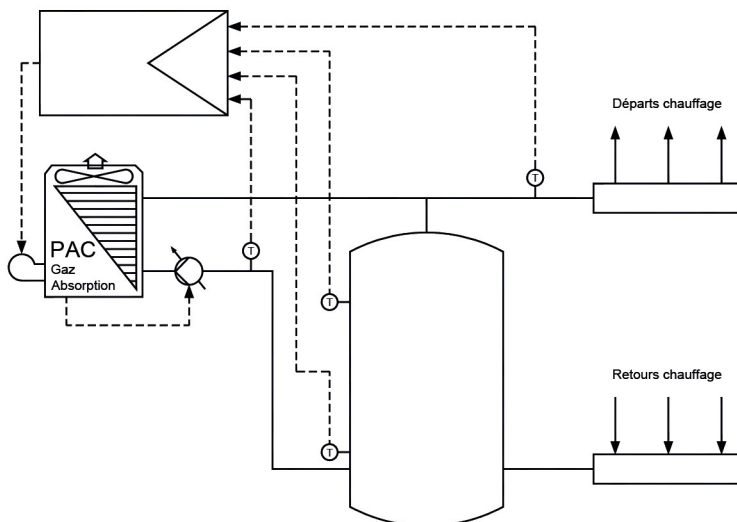
### Ballon tampon 4 piquages



### Ballon tampon 4 piquages avec échangeur noyé



### Ballon tampon 3 piquages



▲ Figure 19 : Exemples de configurations hydrauliques d'installation d'une pompe à chaleur pour le chauffage : avec volume tampon à quatre piquages (en haut) et à trois piquages (en bas)



**L'utilisation d'une bouteille de découplage n'est pas recommandée pour les usages collectifs ou tertiaires. En effet, la pompe à chaleur met un certain temps à se mettre en route et s'arrête. Il faut donc favoriser des cycles de fonctionnement longs en offrant une certaine inertie à la pompe à chaleur. Or, le volume d'eau apportée par une simple bouteille de découplage n'est pas suffisant ; en effet le réchauffement des retours induit par le recyclage par la bouteille peut provoquer des phases de fonctionnement en cycles courts.**

### Commentaire

Dans tous les cas, il convient de se référer aux préconisations du fabricant afin d'adapter la configuration hydraulique à la régulation de la machine.

## 10.1.2. • Avec plusieurs pompes à chaleur

Lorsque la puissance est importante, il est conseillé de prévoir l'installation de plusieurs pompes à chaleur en cascade afin de faciliter les opérations de maintenance et accroître les performances.

Cette configuration de pompe à chaleur en cascade permet de moduler la puissance disponible en enclenchant une ou plusieurs machines suivant les besoins. Les mesures de températures sur le ballon (en partie haute), en retour de pompe à chaleur et en départ secondaire sont autant d'informations traduisant l'évolution des besoins et l'atteinte ou non des consignes. Elles assurent donc le fonctionnement en cascade des générateurs.

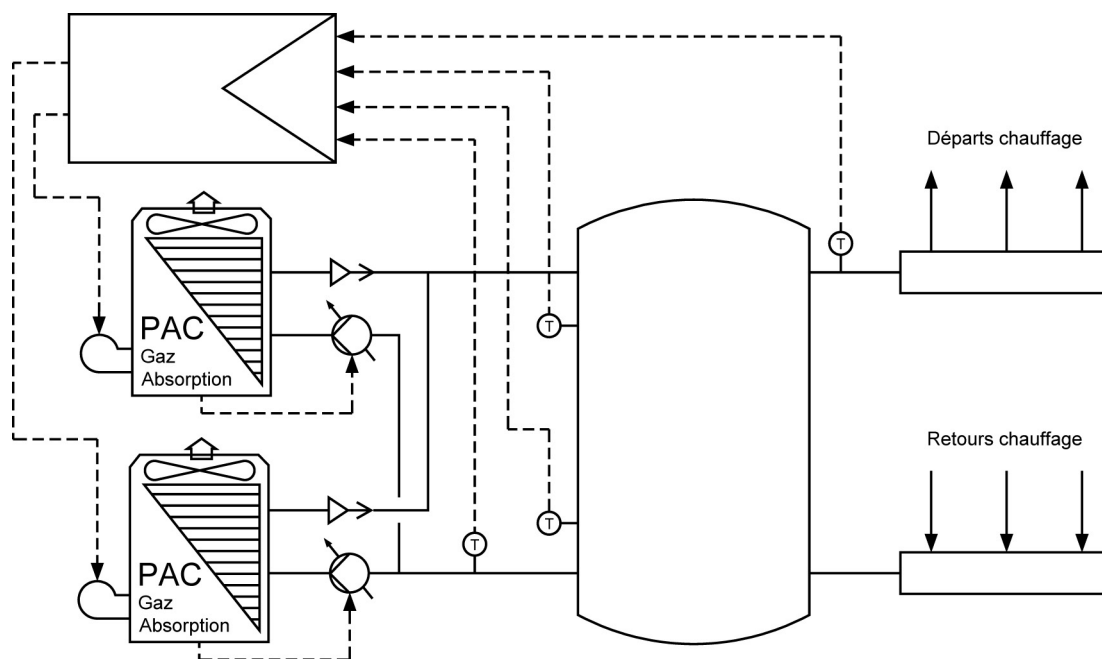
Des clapets anti-retour doivent être implantés en sortie de chacune des pompes à chaleur afin d'éviter des circulations inverses de fluide.

Les mêmes préconisations que pour une configuration avec une seule pompe à chaleur à absorption s'appliquent (cf. 10.1.1).

Les sondes de régulation assurent le même rôle et réalisent en plus l'enclenchement en cascade des pompes à chaleur.

### Commentaire

Dans tous les cas, il convient de se référer aux préconisations du fabricant afin d'adapter la configuration hydraulique à la régulation de la machine.



▲ Figure 20 : Exemple de configuration avec plusieurs pompes à chaleur gaz en parallèle

### 10.1.3. • Avec pompes à chaleur et chaudière

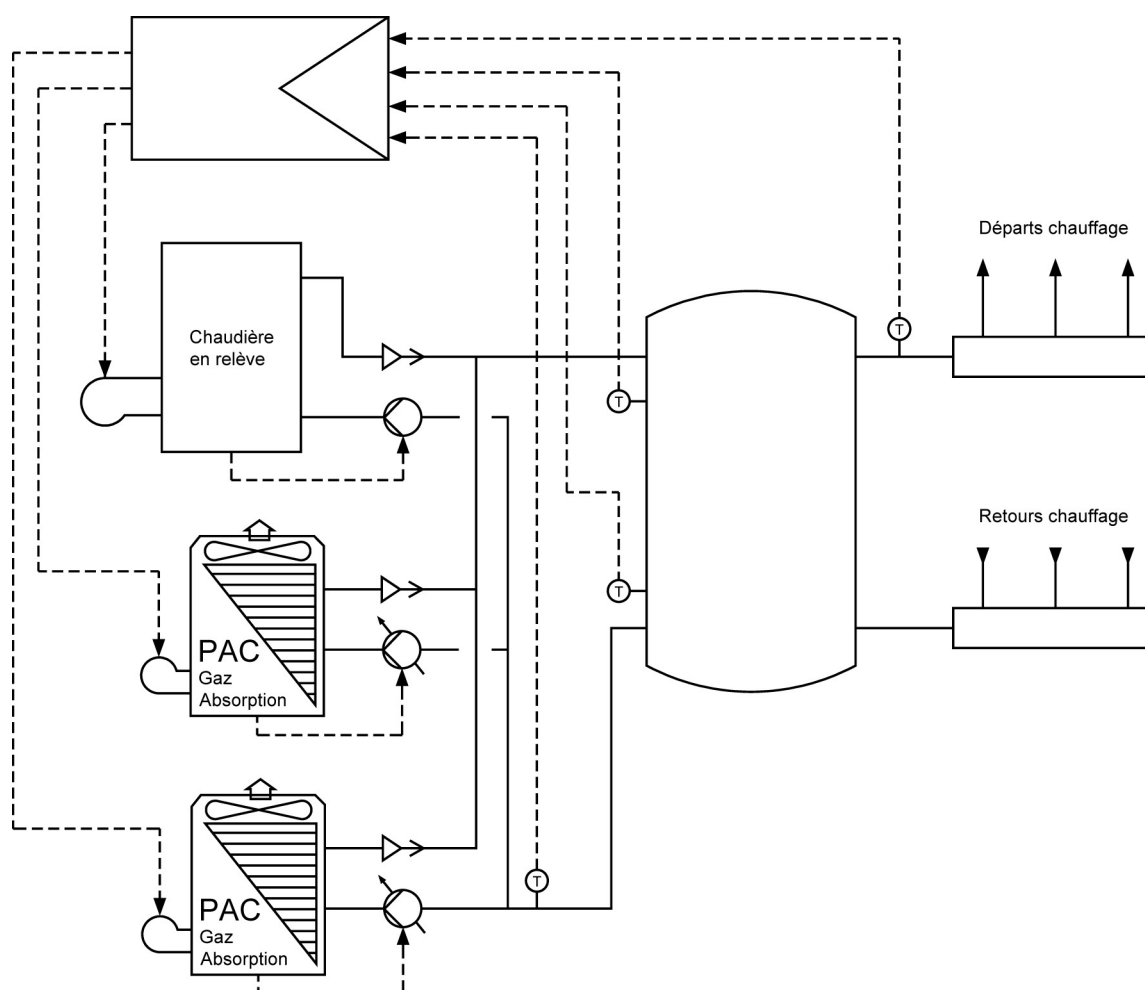
Dans une configuration d'une pompe à chaleur gaz avec une chaudière en appoint, il est nécessaire de veiller à maintenir la température en entrée de pompe à chaleur en dessous de la limite admissible par celle-ci. Les mêmes préconisations que pour une configuration avec une seule pompe à chaleur à absorption s'appliquent (cf. 10.1.1)

Les sondes de régulation assurent le même rôle et réalisent en plus l'enclenchement en cascade des pompes à chaleur.



**Dans le cas d'une chaudière en cascade avec la pompe à chaleur, pour éviter la mise à l'arrêt de cette dernière due à des retours d'eau trop chauds, le paramétrage de la loi d'eau de la chaudière d'appoint doit être au plus identique à celui de la pompe à chaleur ; l'idéal est de faire fonctionner la chaudière avec un régime d'eau de 10K inférieur à celui de la pompe à chaleur.**





▲ Figure 21 : Exemple de configuration avec plusieurs pompes à chaleur gaz et une chaudière en cascade

## 10.2. • Circuit avec production de chauffage et d'eau chaude sanitaire

Plusieurs configurations sont actuellement envisageables pour produire simultanément du chauffage et de l'eau chaude sanitaire à partir d'une installation de pompes à chaleur à absorption gaz.

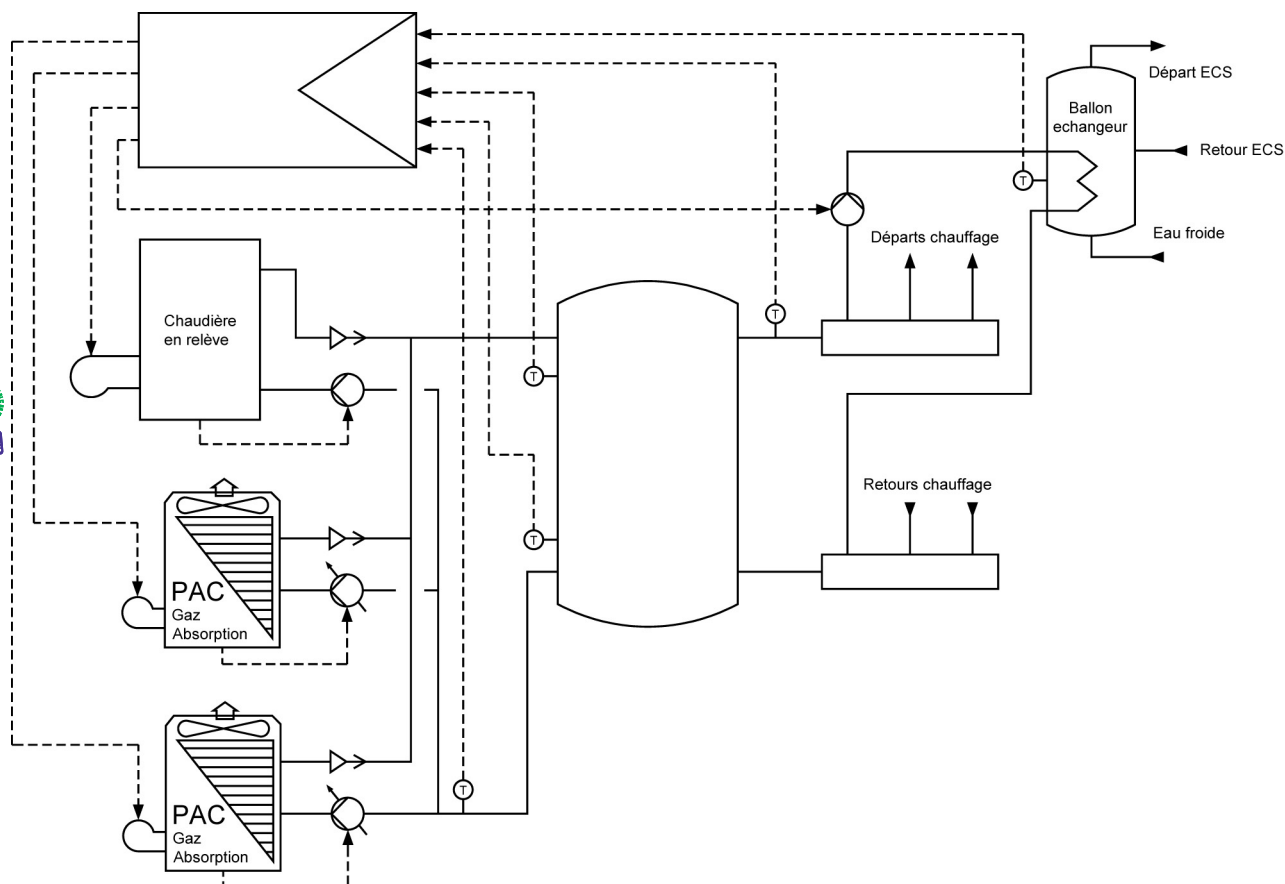
### 10.2.1. • Avec production de chauffage et d'ECS simultanée

Dans ce type de configuration, la pompe à chaleur produit de l'eau chaude à température fixe qui est destinée à la fois au chauffage et à l'ECS. Lorsqu'un besoin d'ECS est détecté, la température de consigne augmente. Afin de respecter une éventuelle loi d'eau des circuits secondaires de chauffage, une vanne de mélange doit être installée sur chaque départ.

Cette configuration est encore valide avec plusieurs pompes à chaleur en cascade et plusieurs chaudières en appoint.



Les mêmes préconisations de découplage, d'inertie et de mise en cascade que celles des chapitres 10.1.1, 10.1.2 et 10.1.3 s'appliquent (cf. 10).



▲ Figure 22 : Exemple de configuration avec chauffage et ECS assurés simultanément par les pompes à chaleur et la chaudière d'appoint

### Commentaire

La même configuration peut être imaginée sans chaudière d'appoint dès l'instant où la puissance des pompes à chaleur est suffisante pour assurer l'ECS et le chauffage simultanément lors de forts besoins. Il s'agit néanmoins d'assurer un taux de retour sur investissement pertinent et une optimisation des performances énergétiques.

### 10.2.2. • Avec production d'ECS assurée par la chaudière

Dans ce type de configuration, la chaudière et la pompe à chaleur sont raccordées en parallèle. La chaudière sert d'appoint de chauffage et prépare en priorité l'eau chaude sanitaire.

Deux vannes à trois voies pilotées en tout ou rien permettent de basculer de la production de chauffage à la préparation d'ECS. C'est la régulation centrale qui enclenche le mode ECS suivant les priorités de fonctionnement et les mesures de température à différentes positions du ballon d'ECS (charge/décharge du ballon d'ECS).

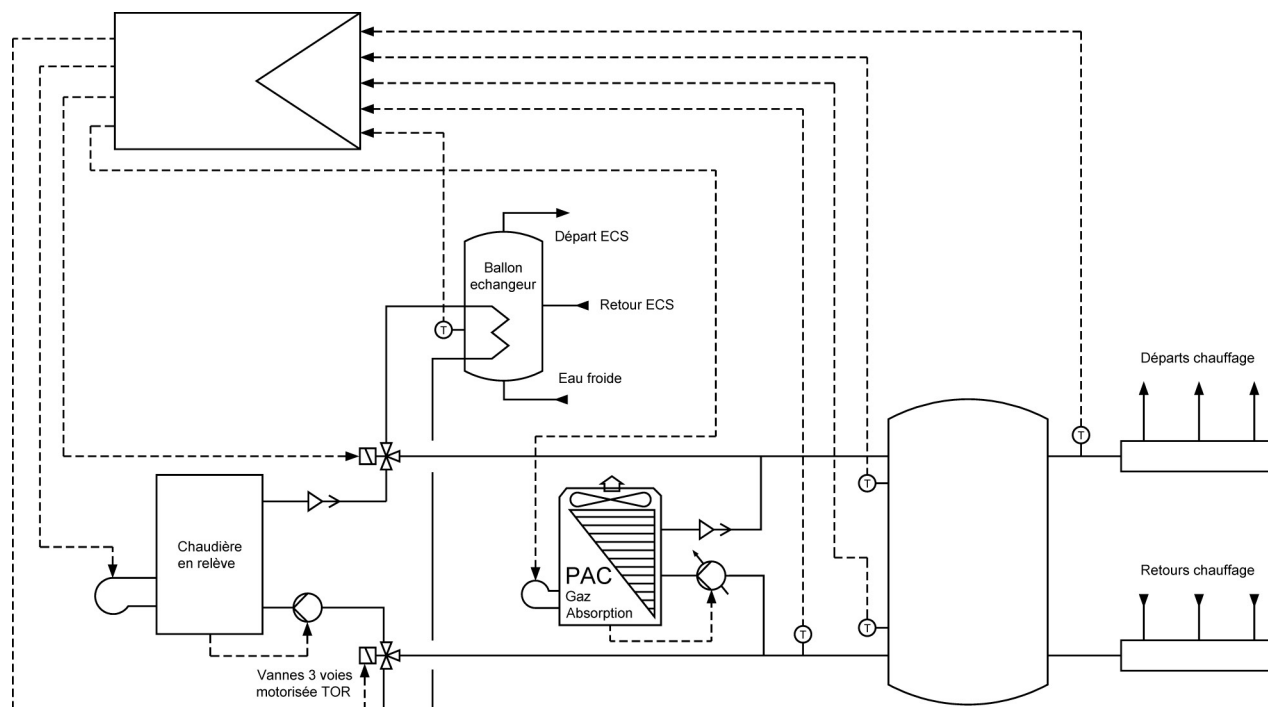
La vanne à trois voies sur le retour permet d'isoler la boucle de production d'ECS et d'éviter ainsi d'éventuelles perturbations par des



retours d'eau à la pompe à chaleur à température trop élevée. En effet, la chaudière en mode ECS et la pompe à chaleur en mode chauffage fonctionnent à des régimes de températures non comptables.

Les sondes de régulation assurent le même rôle que dans la configuration du (cf. 10.1.1) et réalisent en plus l'enclenchement en cascade des générateurs.

Une sonde sur le ballon d'ECS permet d'assurer le maintien en température du volume et commande le circulateur et les vannes à trois voies pour irriguer le circuit de production d'ECS en cas de besoin.



▲ Figure 23 : Exemple de configuration avec une pompe à chaleur gaz assurant un préchauffage d'ECS et la majorité des besoins de chauffage ; la chaudière assure le complément avec une priorité sur la production d'ECS

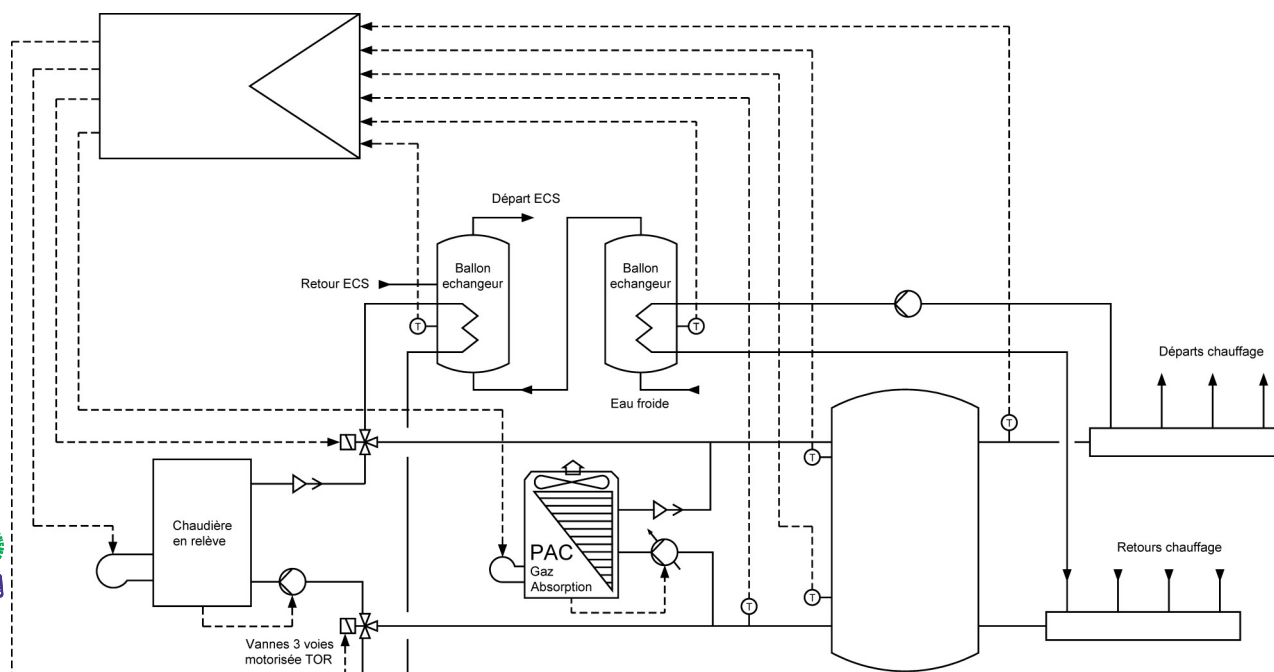
### 10.2.3. • Avec préchauffage d'ECS par la pompe à chaleur

Deux ballons en série sont utilisés pour la production d'ECS. Un préchauffage du premier ballon est assuré par la pompe à chaleur et le complément est fourni par l'appoint dans le second ballon.

Il reste néanmoins à vérifier que les variantes de régulation et les ballons préconisés par les distributeurs/fabricants permettent ces types de configurations.

Les sondes de régulation assurent le même rôle que dans la configuration du (cf. 10.2.2).

Une sonde sur le ballon de préchauffage d'ECS permet d'assurer le maintien en température du volume et enclenche le circulateur dédié au préchauffage lorsque nécessaire.



▲ Figure 24 : Exemple de configuration avec une pompe à chaleur gaz assurant un préchauffage d'ECS et la majorité des besoins de chauffage ; la chaudière assure le complément avec une priorité sur la production d'ECS

### Commentaire

La préparation d'ECS peut aussi être dans un unique ballon avec l'énergie fournie par la pompe à chaleur en partie basse (via un échangeur) et l'appoint assure le complément en partie haute.

#### 10.2.4. • Avec production d'ECS assurée par la pompe à chaleur

Dans ce type de configuration, une pompe à chaleur fonctionne en priorité ECS et contribue à satisfaire les besoins de chauffage le reste du temps.

Deux vannes à trois voies pilotées en tout ou rien permettent de basculer de la production de chauffage à la préparation d'ECS. C'est la régulation centrale qui enclenche le mode ECS suivant les priorités de fonctionnement et les mesures de température à différentes positions du ballon d'ECS (charge/décharge du ballon d'ECS).

La vanne à trois voies sur le retour permet d'isoler la boucle de production d'ECS et d'éviter ainsi d'éventuelles perturbations entre les différents circuits (chauffage/ECS) fonctionnant à des régimes de températures différents.

Dans le cas d'une préparation ECS totale par la pompe à chaleur, il faut opter pour un échangeur noyé travaillant sur toute la hauteur du ballon. La pompe à chaleur fonctionnant pour un différentiel de température de 10 K, elle va donc produire l'ECS en montant progressivement le volume en température.

Pour optimiser les performances de la pompe à chaleur, il faudra positionner la sonde de régulation en partie basse du ballon mais



suffisamment haute pour ne pas enclencher le mode ECS au moindre puisage. L'objectif est d'accumuler une certaine quantité d'eau froide pour faire fonctionner la pompe à chaleur à puissance nominale et par extension à performance optimale.

Le volume tampon utile pour l'ECS correspond alors au volume situé au dessus de la sonde de régulation.

Les mêmes préconisations que pour une configuration avec une seule pompe à chaleur à absorption s'appliquent (cf. 10.1.1).



**De manière générale, il faut privilégier des installations où la pompe à chaleur gaz assure les besoins de chauffage avec ou sans préchauffage de l'ECS.**

**Néanmoins, une préparation d'ECS assurée en totalité par une ou des pompe(s) à chaleur dédiée(s) peut être intéressante dans certains cas : petites puissances, ratio important de la puissance utile au chauffage par rapport à la puissance nécessaire à la production d'ECS....**

**Pour optimiser les performances de la préparation de l'ECS avec la pompe à chaleur deux critères sont primordiaux :**

- Limiter les courts cycles en choisissant plutôt une petite puissance et un grand volume de stockage ;**
- Abaisser le plus possible les températures de consigne en respectant les exigences de l'arrêté du 30 novembre 2005.**

### 10.3. • *Régulation du circuit de production*

Les régulations existantes sont très spécifiques et propres aux fabricants et distributeurs. Elles impliquent de suivre les préconisations de conception hydraulique fournies par les fabricants afin d'assurer un fonctionnement optimal de l'installation.

Voici quelques exemples de fonctions de régulation envisageables avec une ou plusieurs pompes à chaleur gaz à absorption :

- Les pompes à chaleur peuvent être gérées en cascade avec une ou plusieurs chaudières en appoint ;
- La pompe à chaleur peut être commandée en tout ou rien ou en progressif selon la mesure de température de départ du circuit de distribution ;
- selon les gammes, le circulateur sur le circuit primaire peut être à vitesse fixe ou commandé à vitesse variable (se référer à la préconisation du distributeur) ;
- une sonde de température en entrée de pompe à chaleur permet d'arrêter la machine en cas de détection de train de chaleur



- à température trop élevée et permet également d'adapter la puissance à délivrer par la machine en fonction du besoin ;
- la mise en marche et l'arrêt de la pompe à chaleur est déclenché par un jeu de sondes placées sur le volume tampon, attestant de la charge ou de la décharge du ballon : c'est un fonctionnement en hydro-accumulation ;
- la température en sortie de générateur(s) peut être asservie à la température extérieure (loi d'eau). Ce principe de régulation permet notamment d'augmenter les performances saisonnières de la machine ;
- la pompe à chaleur peut être paramétrée pour fonctionner en priorité ECS, à l'aide d'un jeu de sondes placées sur le ballon d'ECS (permettant de détecter l'état de charge du ballon) selon les prescriptions du fabricant. Une sonde sur le ballon permet également de déclencher l'appoint si la pompe à chaleur n'arrive pas à satisfaire les besoins d'ECS dans un laps de temps défini ;
- certains régulateurs permettent de raccorder une sonde de température ambiante pour compenser la température d'eau délivrée. Cette sonde sert à adapter la courbe de chauffe pour atteindre la consigne d'ambiance fixée.

### Commentaire

Pour plus d'informations concernant les variantes de régulation et de conception hydrauliques, le lecteur pourra se renseigner auprès des fabricants.

## 10.4. • *Circuits avec possibilité de réversibilité*

Pour permettre la réversibilité, les éléments suivants doivent être prévus :

- le réseau a été conçu et calorifugé pour pouvoir admettre une circulation d'eau chaude et d'eau glacée ;
- les émetteurs de chaleur doivent être adaptés pour fonctionner en rafraîchissement (panneaux rayonnants, planchers chauffants, ventilo-convecteurs...) ;
- l'installation comme la régulation doit être adaptée pour un fonctionnement en mode réversible. L'utilisation de collecteurs en départs et retours de circuits de chauffage/rafraîchissement est notamment indispensable ;
- l'élément de découplage doit être adapté au fonctionnement en mode chauffage et en mode rafraîchissement.

**Commentaire**

Dans tous les cas de figure il convient de se référer aux préconisations fabricant afin d'adapter la configuration aux possibilités de régulation.

## 10.5. • *Circuits avec rafraîchissement gratuit par les sondes géothermiques*

En période d'été ou de demi-saison, le principe du rafraîchissement gratuit consiste à utiliser les sondes géothermiques pour alimenter les émetteurs avec de l'eau à la température du sol. Les pompes à chaleur sont alors mises à l'arrêt et ne sont pas irriguées.

L'échange thermique eau glycolée/eau est effectué typiquement par un échangeur à plaques (Figure 25).

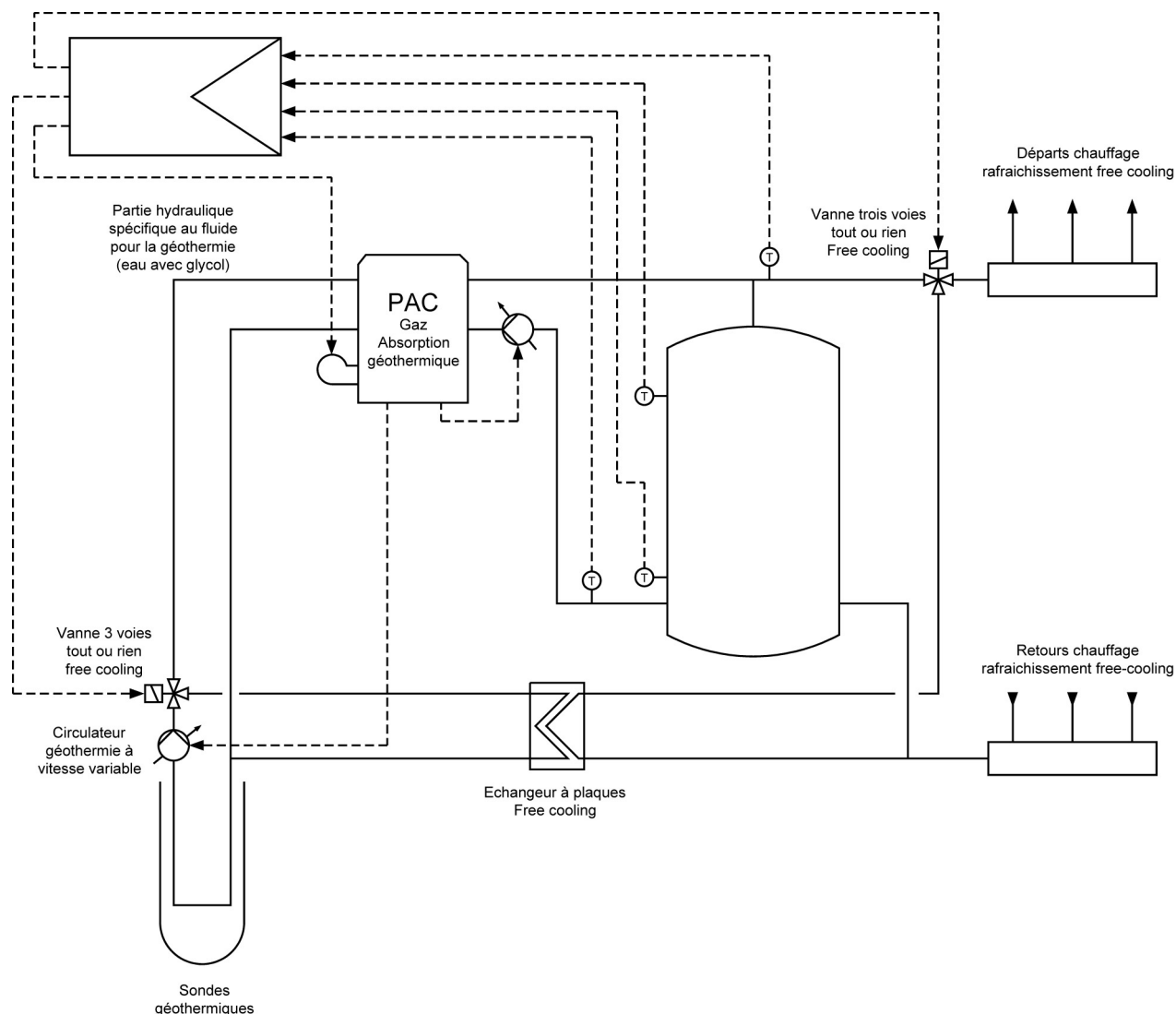
L'installation comme la régulation doit être adaptée pour un fonctionnement en mode réversible. L'utilisation de collecteurs en départs et retours de circuits de chauffage/rafraîchissement est notamment indispensable.

Les sondes de régulation assurent le même rôle que dans une configuration avec une seule pompe à chaleur (cf. 10.1.1).

En période de rafraîchissement, la vanne à trois voies directionnelle motorisée tout ou rien commandée par la régulation centrale permet d'irriguer les émetteurs par l'intermédiaire d'un échangeur.

**Commentaire**

Le rafraîchissement gratuit permet une régénération des sols en été et peut ainsi permettre d'augmenter les performances des pompes à chaleur en hiver.



▲ Figure 25 : Exemple de configuration avec une pompe à chaleur à gaz à absorption et rafraîchissement gratuit par les sondes géothermiques

## 10.6. • Dimensionnement des composants hydrauliques

La mise en place d'une pompe à chaleur en rénovation nécessite un diagnostic du réseau hydraulique existant avant toute opération de rinçage, de désembouage éventuel et de remise à niveau.

### 10.6.1. • Diagnostic de la distribution hydraulique existante

Ce diagnostic est à effectuer dans le cas d'une rénovation. Il permet de déterminer les points suivants :

- la présence d'embouage ;
- l'intérêt et la faisabilité du désembouage ;
- la méthode de désembouage adaptée ;



- les équipements à ajouter éventuellement pour le débouage (vannes de chasse, dispositif de captation des boues...).

Le diagnostic de l'installation comprend notamment les opérations suivantes :

- Un examen visuel du réseau afin de juger de l'état de l'installation consistant à ausculter les tuyauteries, les radiateurs, l'adhérence ou non des dépôts...
- Un examen d'un échantillon d'eau de chauffage prélevée en point bas permettant d'obtenir des indications sur l'origine des désordres.

### 10.6.2. • Circulateur

Le choix des circulateurs hydrauliques s'effectue à partir des caractéristiques de pertes de charge du réseau et des besoins de débits de l'installation.

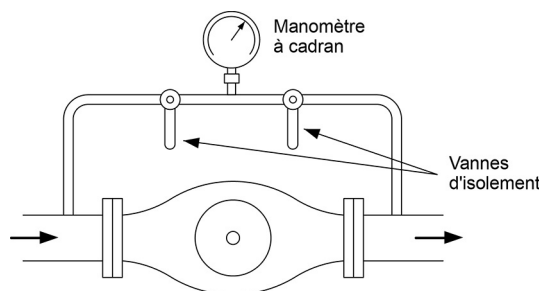
Le circulateur primaire est choisi de façon à vaincre les pertes de charge du circuit irriguant la pompe à chaleur.

#### Commentaire

Le circulateur à vitesse variable installé sur la production peut être commandé par un signal 0-10V envoyé par le régulateur de la pompe à chaleur, afin d'ajuster l'écart de température aux bornes de la pompe à chaleur. Les performances sont alors améliorées.

#### Commentaire

Les circulateurs à vitesse fixe doivent disposer d'une mesure de pression en aval et en amont pour permettre le contrôle du débit (Figure 26).



▲ Figure 26 : Manomètre de mesure des pressions en amont et en aval d'un circulateur à vitesse fixe

### 10.6.3. • Volume tampon

Le fabricant de la pompe à chaleur spécifie la contenance minimale d'eau du réseau auquel doit être raccordée la machine.

Cette contenance permet d'assurer une inertie suffisante afin d'éviter des phases de fonctionnement en courts-cycles qui dégradent fortement les performances de la machine et diminuent sa longévité.



La mise en place d'un volume tampon s'avère nécessaire si la contenance de l'installation est insuffisante.

Il peut s'agir :

- de volumes tampons à trois piquages ;
- de volumes tampons à quatre piquages.

L'installation d'un volume tampon à trois ou quatre piquages doit être associée à une régulation spécifique (intégrée par le fabricant) permettant de commander les circulateurs primaire et secondaire selon la température du volume afin de maintenir une performance optimale de la pompe à chaleur.

La contenance du volume tampon (en litre) s'exprime par la formule suivante :

$$\frac{\text{PuissancePAC} \times \text{TempsFonctionnementMini} \times 1000}{\rho \times \text{Cp} \times \text{DifférentielRégulation}} - \text{ContenanceRéseau}$$

Avec :

- PuissancePAC : la puissance calorifique du régime le plus faible de la pompe à chaleur, en kW. Même pour une installation avec plusieurs pompes à chaleur fonctionnant en cascade, la puissance utilisée pour le dimensionnement du volume reste celle d'une seule machine ;
- TempsFonctionnementMini : le temps minimal de fonctionnement, en seconde. A défaut d'autre valeur, une durée de 420 secondes (8 minutes) sera retenue ;
- DifférentielRégulation : le différentiel de régulation de la pompe à chaleur, en Kelvin. A défaut d'autre valeur, un différentiel entre 4 et 8 K sera retenu.
- Cp : la capacité thermique massique du fluide caloporteur de l'installation de chauffage (égale à 4,185 pour de l'eau pure non glycolée), en kJ/(kg.K) ;
- $\rho$  : la masse volumique du fluide caloporteur de l'installation de chauffage (égale à 1000 pour de l'eau pure non glycolée), en kg/m<sup>3</sup> ;
- ContenanceRéseau : la contenance de l'installation de chauffage, en litre.

### Commentaire

Après un ordre de démarrage, la pompe à chaleur à absorption nécessite environ 5 minutes pour être opérationnelle et encore quelques minutes supplémentaires avant d'atteindre les performances exigibles en fonctionnement réel, pour une température extérieure et une consigne données.

Un délai minimum de 7 minutes doit être respecté après la demande de mise à l'arrêt de la machine et l'arrêt effectif de celle-ci. Il est donc intéressant de limiter le plus possible les marches et arrêts des machines en augmentant l'inertie thermique du circuit.

## Commentaire

La contenance du réseau dépend du type d'émetteur (le volume d'un réseau de plancher chauffant est plus important que celui d'un réseau de radiateurs) et de la présence ou non de vannes de régulation sur les émetteurs. Si les radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques ou si les circuits de plancher chauffant sont dotés de vannes à deux voies asservies à la température ambiante, le volume des réseaux émetteurs ne doit pas être comptabilisé pour calculer le volume de l'installation.

Plus la contenance du volume tampon est élevée, plus le nombre de courts cycles diminue, ce qui améliore la performance saisonnière et la durée de vie de la machine.

A l'inverse, si le volume tampon est trop important, il peut occasionner des pertes thermiques importantes.

Il s'agit donc de trouver le bon compromis technico-économique.

### 10.6.4. • Système d'expansion

Le système d'expansion peut être un vase d'expansion fermé à pression variable ou un système de maintien de pression par compresseur (pour les installations présentant une importante hauteur statique et impliquant la mise en place de plusieurs vases d'expansion).

Le dimensionnement d'un système d'expansion consiste à déterminer :

- sa pression de gonflage ;
- sa capacité.

Si un vase d'expansion est intégré à la pompe à chaleur, il convient de vérifier son dimensionnement par rapport aux caractéristiques de l'installation.

#### La pression de gonflage

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau.

Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0,5 bar supérieur. La pression statique équivaut à la hauteur d'eau de l'installation, depuis le système d'expansion jusqu'au point le plus élevé du circuit de chauffage. Sachant que 1 m de colonne d'eau est proche de 0,1 bar.

Si le vase d'expansion est en partie haute de l'installation (en toiture terrasse par exemple), la pression de gonflage est de 0,5 bar, sauf si une pression minimale de fonctionnement plus élevée est demandée par le fabricant de la pompe à chaleur.



## La capacité du vase

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation. La formule de calcul est donnée en [ANNEXE 1].

Les tableaux suivants fournissent la capacité du vase pour une pression de tarage de soupape de 3 et 4 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation, de la hauteur statique et de la pression initiale.

Soupape tarée à 3 bars			
Contenance maximale de l'installation (en l)	Capacité du vase d'expansion (en l) pour une hauteur statique jusqu'à		
	5 m	10 m	15 m
200	4	5	8
250	5	7	10
300	6	8	12
400	8	11	16
500	10	14	20

Soupape tarée à 4 bars				
Contenance maximale de l'installation (l)	Capacité du vase d'expansion (en l) pour une hauteur statique jusqu'à			
	10 m	15 m	20 m	25 m
500	14	18	25	38
1000	29	36	49	77
1500	43	54	74	115
2000	58	73	99	153
2500	72	91	123	192
3000	86	109	148	230
3500	101	127	173	268
4000	115	145	197	307
4500	129	163	222	345
5000	144	182	246	383

▲ Figure 27 : Pré-détermination de la capacité du vase d'expansion pour des pressions de tarage de soupape de 3 et 4 bars

### Commentaire

Dans le catalogue du fabricant, toujours choisir un vase de capacité supérieure à la capacité calculée.

## 10.6.5. • Autres composants et accessoires

### Soupape de sécurité

La soupape de sécurité à la pression maximale du réseau (couramment 3 bars) doit être placée sur chaque sortie de générateur avec une décharge vers une évacuation des eaux usées.



**Aucun élément ne doit être positionné entre le générateur et la soupape de sécurité.**

### Purgeurs et séparateurs d'air

Les installations doivent être conçues pour limiter les entrées d'air, évacuer les gaz et permettre l'extraction des dépôts éventuels.

L'évacuation des gaz doit être efficace. Des purgeurs automatiques doivent être installés en points hauts. Il faut veiller à la qualité des purgeurs automatiques ainsi qu'à leur diamètre qui doit être d'au moins 1/2" (DN 15). Ils doivent être associés à une vanne d'isolement.

En complément, un séparateur d'air en sortie de production peut être prévu pour évacuer les gaz dissous dans l'eau qui ont été libérés lors de l'élévation de la température.

### Pot de décantation

Un pot de décantation, de préférence à captation magnétique, est à prévoir sur le retour du circuit de chauffage en partie basse afin de collecter les éventuels dépôts et protéger le générateur de chaleur. Il est associé à un filtre d'un diamètre au moins égal au diamètre du réseau.

### Dispositif d'injection des réactifs

La mise en place d'un dispositif d'injection de réactifs est indispensable sur une installation de chauffage pour assurer :

- le traitement d'eau initial de l'installation, lors de la mise en service ;
- le traitement des appoints d'eau ;
- le traitement suite à des analyses d'eau.

L'injection de réactifs doit être effectuée sur le réseau de chauffage. Elle est en général localisée sur la canalisation de retour, avant l'entrée des pompes à chaleur.

### Commentaire

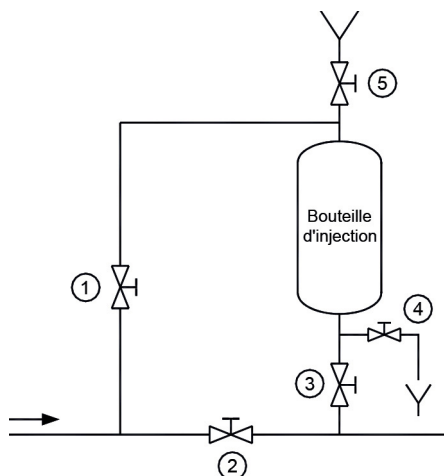
Une injection sur l'alimentation en eau de l'installation est déconseillée. Cette solution est intéressante au moment du traitement initial de l'installation, lors de son remplissage, ou encore lors des appoints d'eau. Par contre, pour traiter l'eau suite à des analyses, elle oblige à vidanger une partie de l'eau de chauffage afin de réaliser des appoints et ainsi d'introduire les réactifs.

L'injection des réactifs peut être réalisée :

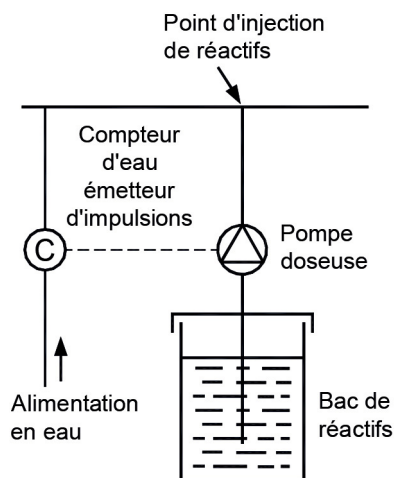
- par une bouteille d'injection placée en dérivation sur la canalisation (Figure 28) ;



- par une pompe doseuse, permettant d'ajuster directement les réactifs avec précision. Ceux-ci sont stockés dans un bac et injectés à l'aide d'une pompe doseuse volumétrique asservie à un comptage d'impulsions. Cela permet ainsi d'introduire un volume déterminé de produit pour un volume donné d'eau de remplissage ou d'appoint (Figure 29).



▲ Figure 28 : Schéma d'installation d'une bouteille d'injection de réactifs en dérivation sur l'installation de chauffage



▲ Figure 29 : Schéma de mise en place d'une pompe doseuse en piquage sur l'installation de chauffage

### Compteur d'eau d'appoint

Un compteur d'eau d'appoint est préconisé. Il permet de surveiller les appoints d'eau éventuels qui représentent une des premières causes d'embouage par l'apport de gaz et de sels dissous ainsi que par la modification de pH qu'ils engendrent.

Le compteur sert aussi à déterminer la contenance en eau du circuit, utile pour le dosage des produits de traitement.

Lors de la mise en service de l'installation, il est nécessaire de veiller aux contrôles de l'étanchéité, au rinçage de l'installation et aux purges d'air.



## Disconnecteur

L'article 16 de la circulaire du 9 août 1978 modifiée par la circulaire du 26 avril 1982 repris dans le Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) indique que l'installation de chauffage ne doit pas permettre la pollution du réseau d'eau potable par un quelconque retour d'eau des circuits de chauffage.

Un ensemble de protection doit être mis en place sur l'alimentation en eau de l'installation de chauffage afin d'éviter tout retour vers le réseau d'eau potable.

L'ensemble de protection pour éviter des retours d'eaux polluées vers le réseau d'eau public comprend le disconnecteur mais aussi un filtre et des vannes d'isollements.

Selon la puissance de l'installation, il faut installer soit un disconnecteur de type BA (puissance supérieure à 70 kW) ou un disconnecteur de type CA (puissance inférieure à 70 kW).

Dans le cas d'un disconnecteur de type BA, une maintenance réglementaire annuelle doit être assurée.

### 10.6.6. • Réseaux d'eau glacée

Les réseaux d'eau glacée doivent être glycolés.

Le pourcentage de glycol doit être paramétré au niveau de la machine. La régulation interne de la pompe à chaleur adapte alors les débits de fluide frigorigène pour optimiser les performances et atteindre les consignes d'eau souhaitées.

Les réseaux d'eau glacée doivent être calorifugés. Il faut éviter d'atteindre la température de rosée en surface du calorifuge et ainsi la présence d'humidité.

Les classes sont spécifiées par la norme NF EN 12828 qui précise l'épaisseur et la conductivité thermique du calorifuge selon les diamètres extérieurs de conduite (Figure 31).

Par exemple, pour une isolation de classe 3, le coefficient de perte vaut  $2.d+0,18$  (W/m.K) avec  $d$  le diamètre extérieur du tube nu (sans isolant), exprimé en mètres.

Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) en mm	Classe 1					Classe 2				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11	0,23	2	5	8	14
20	0,29	5	7	11	16	0,25	7	12	19	27
30	0,32	8	12	17	23	0,28	11	17	25	36
40	0,35	10	14	20	28	0,30	14	21	30	42
60	0,42	12	18	26	37	0,36	17	26	37	50
80	0,48	14	22	31	41	0,341	20	29	41	54



Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) en mm	Classe 1					Classe 2				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
100	0,55	15	23	32	44	0,46	22	32	43	57
200	0,88	19	26	35	56	0,72	27	37	49	62
300	1,21	21	29	39	50	0,98	28	39	51	64
plan	(1,17)	22	30	37	45	(0,88)	31	41	51	62

Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) en mm	Classe 3					Classe 4				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/(m.K))			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,20	4	7	13	20	0,18	6	11	19	31
20	0,22	10	17	26	38	0,19	13	23	36	56
30	0,24	14	23	35	50	0,21	19	31	49	72
40	0,26	18	28	41	58	0,22	24	38	58	84
60	0,30	23	35	50	69	0,25	30	47	70	99
80	0,34	26	39	55	74	0,28	35	54	77	107
100	0,38	29	42	59	78	0,31	38	58	82	112

▲ Figure 30 : Tableau des épaisseurs d'isolant à mettre en œuvre suivant la classe d'isolation souhaitée

### 10.6.7. • Réseaux extérieurs

Pour protéger les canalisations entre les machines et le bâtiment il est recommandé de :

- calorifuger les conduites dans tous les cas de figure avec protection anti-volatile ;
- installer un ruban électrique (traceur) qui réchauffe les conduites en hiver (matériel soumis à avis technique à dimensionner et à installer suivant les prescriptions du fabricant, un report d'alarme est recommandé en cas de défaut de courant) ;
- ou glycoler l'installation en totalité ;
- ou glycoler l'installation en partie (avec un échangeur et une sous-station dans un local technique à l'intérieur du bâti). Cette solution permet un entretien plus aisé de l'installation et la sous-station n'est pas soumise aux règles concernant l'ammoniac de la norme NF EN 378.



**Commentaire**

La solution avec ruban électrique permet de s'abstenir de glycol car le ruban chauffe l'ensemble du réseau extérieur. Il est aussi à noter que la machine peut posséder un programme hors-gel qui mesure la température extérieure et/ou de l'eau de chauffage en permanence et réchauffe le réseau d'eau à un niveau de température minimum.

Toutefois le risque de geler une partie du réseau hydraulique reste présent si le calorifugeage est insuffisant.

Glycoler une partie de l'installation reste la solution la plus intéressante du point de vue sécurité, mais ne peut s'appliquer avec toutes les gammes de pompe à chaleur. En effet, cela nécessite la gestion de l'échangeur eau/eau en sous-station par une régulation spécifique.

**10.7. • Réseau d'eau chaude sanitaire**

L'arrivée d'eau froide du ballon d'ECS doit être munie d'un clapet anti-retour (type EA) ainsi que d'une soupape de sécurité. Ces deux éléments sont fournis par le fabricant dans le groupe de sécurité.

Un vase d'expansion est également nécessaire. Il protège le ballon d'ECS en absorbant la dilatation de l'eau qu'il contient et permet également des économies d'eau en évitant à la soupape de sécurité de s'enclencher trop souvent.

**Commentaire**

Le vase d'expansion dépend de la capacité du ballon. Il peut être fourni par le fabricant.



# 11

## Alimentation en gaz naturel



Les règles d'implantation des canalisations de gaz pour une pompe à chaleur à absorption sont les mêmes que celles pour une chaudière de même puissance utile:

- arrêté du 2 août 1977 modifié relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustibles et d'hydrocarbures liquéfiés situées à l'intérieur des bâtiments d'habitation et de leurs dépendances ;
- arrêté du 25 juin 1980 (règles dites ERP – articles GZ) relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public du premier groupe ;
- arrêté du 25 juin 1980 (règles dites ERP – articles PE) relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public du second groupe (5ème catégorie).

Les chapitres suivants présentent quelques points réglementaires et normatifs à respecter sur des installations gaz mais ne constitue pas une liste exhaustive. Il convient donc au lecteur de se référer au texte en vigueur pour assurer la conformité de son installation.

### 11.1. • Poste de livraison

Le poste de livraison contient le bloc de détente. Le choix du type de bloc de détente doit se faire en accord avec le distributeur. Les blocs et postes de détente doivent être réalisés conformément aux spécifications ATG B. 67.1. Il doit se situer à l'extérieur des bâtiments dans le cas général.



Pour des pressions inférieures à 4 bars, il peut être placé :

- à l'intérieur de la chaufferie si celle-ci est extérieure, accolée ou non, en terrasse ou en étage non surmonté d'étage habité ;
- à l'intérieur de la chaufferie si la puissance totale installée ne dépasse pas 280 kW.

## 11.2. • Détendeur

Un détendeur-régulateur ou un limiteur de pression est requis dans le cas où la pression du réseau est supérieure à la pression requise (indiquée dans les notices fabricant) pour le fonctionnement de la pompe à chaleur à absorption gaz (généralement de l'ordre de 20 mbar).



**Les détendeurs sont équipés d'un dispositif de sécurité servant à empêcher une éventuelle surpression. Une capacité tampon en amont du détendeur est donc nécessaire afin d'éviter toute mise en sécurité intempestive de l'organe de détente et par extension de la pompe à chaleur (cf. 11.4).**

## 11.3. • Diamètre des tuyauteries

Les tuyaux véhiculant le gaz doivent être exclusivement en acier ou en cuivre.

Les diamètres des tuyauteries gaz doivent se choisir selon la puissance de l'installation, le type de matériau de la canalisation, la perte de charge admissible (maximum 5%), la pression d'alimentation et le type de gaz utilisé.

Les détails concernant ces données sont disponibles auprès des fabricants et des documents de travail des distributeurs de gaz (voir NF DTU 61.1 Partie 7).

## 11.4. • Capacité tampon

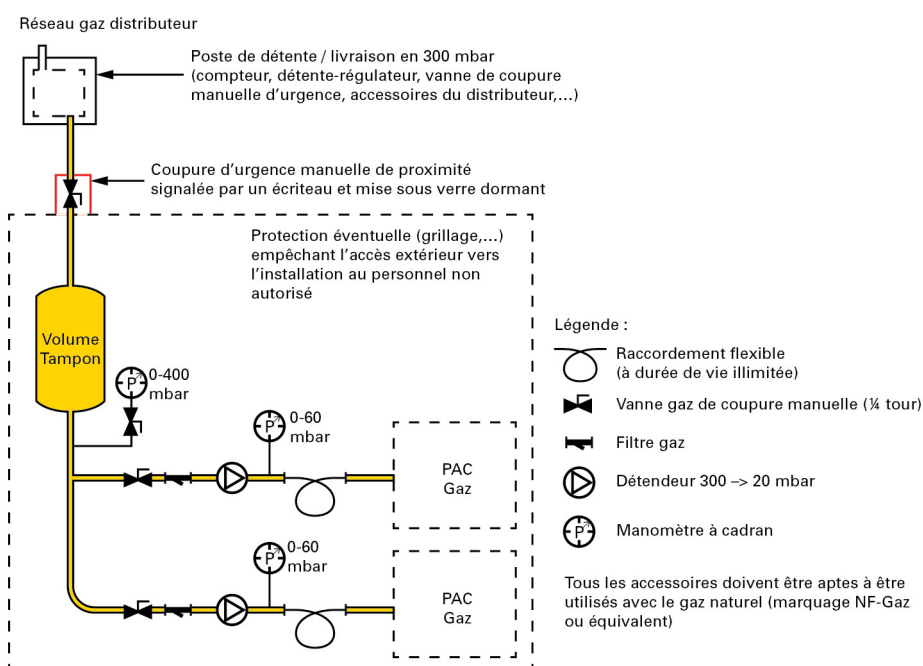
Pour éviter le déclenchement intempestif du pressostat de sécurité, influencé par les conditions extérieures, et donc une détérioration du poste de détente, on vérifie que le volume des canalisations est suffisant (loi du 1/1000 du débit nominal sur 300 mbar et 1/500 du débit nominal en 20 mbar). Le type de matériaux utilisés (acier ou cuivre) et leur raccord sont soumis à une réglementation stricte selon les lieux de passage et les types de bâtiments (ERP...).

Si le volume de gaz contenu dans les canalisations est insuffisant il faut augmenter le DN des canalisations sur une certaine longueur pour créer le volume tampon manquant.

## 11.5. • Raccordement terminal de la pompe à chaleur

La pompe à chaleur peut être reliée sur une longueur maximale de 2 m par des flexibles à armature métallique (type INOX – certifié NF GAZ) résistant à 2,5 fois la pression maximale de distribution et à durée de vie illimitée.

Les tuyaux flexibles doivent être montés par des raccords filetés ou des brides. Ils ne doivent pas être bridés sur leur parcours. Leur emploi permet d'éviter la propagation des vibrations dans les tuyauteries.



▲ Figure 31 : Schéma de raccordement et de coupure gaz

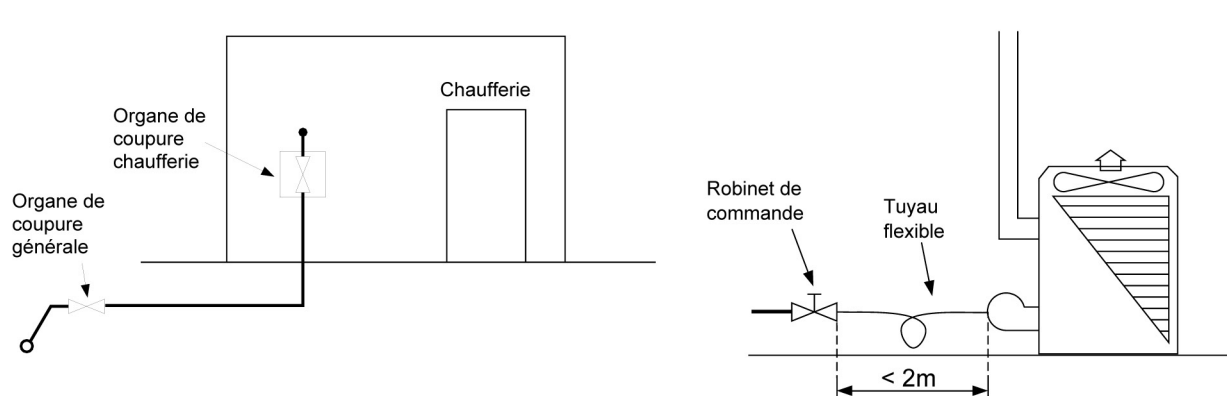
## 11.6. • Autres accessoires

### 11.6.1. • Organes de coupure

Plusieurs organes de coupure doivent être prévus sur l'alimentation en gaz de la chaufferie :

- Un organe de coupure générale muni d'une plaque d'identification indélébile (en limite de propriété en général et pénétration de l'immeuble) ;
- Un organe de coupure de chaufferie, dans le cas d'une implantation des machines à absorption dans un local spécifique ;
- Un organe de coupure par un appareil raccordé (robinet de commande).

En ERP (établissement recevant du public), un organe de coupure supplémentaire est demandé en pied de bâtiment.



▲ Figure 32 : Organes de coupures gaz

### Commentaire

L'organe de coupure du local doit toujours être manipulable de l'extérieur du local. L'organe de coupure du local et l'organe de coupure générale peuvent être confondus uniquement s'ils sont placés immédiatement à proximité du point de pénétration sur le terrain du local.

## 11.6.2. • Passage des canalisations en immeuble

En immeuble neuf, les conduites ne doivent pas traverser le bâtiment avant de pénétrer dans la chaufferie.

Dans le cas particulier des chaufferies en sous-sol nécessitant un cheminement vertical de la conduite, celle-ci doit être placée dans une gaine de degré coupe-feu 1 heure ouverte sur l'extérieur, réalisée en matériaux incombustibles MO et résistante aux chocs.

## 11.7. • Spécificités des installations à l'extérieur

Si la chaufferie est en terrasse ou en étage non surmonté d'habitation, les conduites d'alimentation doivent cheminer à l'extérieur, en appa- rent en façade, en gaine accolée ou intégrée à la façade (En cas d'im- possibilité de cheminer en façade, se référer au NF DTU 61.1 Partie 3).

Celles-ci doivent se situées à au moins 0,4 m des ouvrants et 0,6 m des bouches de ventilation.

Si la conduite traverse des parties accessibles (balcons, terrasses...), elle doit présenter une protection mécanique (fourreau...).



# 12

## Raccordement électrique



### 12.1. • *Caractéristiques de la tension d'alimentation*

Le décret et l'arrêté du 24 décembre 2007 fournissent des prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité. Ils définissent notamment les valeurs extrêmes de la tension délivrée aux utilisateurs du réseau basse tension :

- la valeur efficace de la tension nominale  $U_n$  est de 230 V en monophasé et de 400 V en triphasé ;
- la tension efficace, moyennée sur 10 minutes, doit rester dans la plage  $U_n \pm 10\%$ .

### 12.2. • *Conception et dimensionnement des installations électriques*

Le branchement et les raccordements électriques doivent respecter les exigences des normes NF C 14-100 et NF C 15-100 et les spécifications du fabricant de la pompe à chaleur.

Le raccordement de la pompe à chaleur doit s'effectuer sur un circuit d'alimentation spécifique.



**Ne jamais raccorder la pompe à chaleur sur un circuit électrique alimentant un autre appareil.**



Les éléments suivants relatifs à l'installation ou provenant des spécifications du fabricant de la pompe à chaleur doivent être connus pour réaliser les raccordements électriques :

- la tension du réseau d'alimentation ;
- la puissance électrique absorbée par les auxiliaires de la pompe à chaleur (ventilateur, circulateur, régulation...) ;
- la section du câble électrique préconisée pour alimenter les auxiliaires de la pompe à chaleur ;
- le type de protection différentielle à mettre en place (calibre des fusibles...).

### 12.3. • *Spécificités des installations à l'extérieur*

La pose doit être réalisée conformément à la norme NF C 14-100 et NF C 15-100.

Les câbles utilisés sont suffisamment longs pour couvrir la distance complète sans raccord. Aucun câble prolongateur n'est utilisé.

Aucune force excessive n'est exercée sur les boîtes de connexion.



## Annexe

---

# 13



### [ANNEXE 1] : DIMENSIONNEMENT DU VASE D'EXPANSION



## ANNEXE 1 : DIMENSIONNEMENT DU VASE D'EXPANSION

Le dimensionnement d'un vase d'expansion consiste à déterminer :

- sa pression de gonflage ;
- sa capacité.

Dans le cas de vase unique pour une installation réversible avec deux modes de fonctionnement, le dimensionnement est effectué sur la base du mode chauffage.

### La pression de gonflage

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilation de l'eau.

Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0,5 bar supérieur. La pression statique équivaut à la hauteur d'eau de l'installation, depuis le vase d'expansion jusqu'au point le plus élevé du circuit de chauffage. Sachant que 1 m de colonne d'eau est proche de 0,1 bar.

Si le vase d'expansion est en partie haute de l'installation (sous toiture par exemple), la pression de gonflage est de 0,5 bar, sauf si une pression minimale de fonctionnement plus élevée est demandée par le fabricant de la pompe à chaleur.

### La capacité du vase

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation. Or, le volume d'eau absorbé par le vase, encore appelé volume utile, ne peut pas occuper la totalité de la capacité du vase. Le volume utile est fonction des limites de pression entre lesquelles travaille le vase.

La capacité du vase doit être de :

$$\text{volume d'expansion} \times \frac{p. \text{ finale} \times p. \text{ remplissage}}{p. \text{ gonflage} \times (p. \text{ finale} - p. \text{ remplissage})}$$

Avec :

- p.gonflage : pression de gonflage du vase ;
- p.remplissage : pression de remplissage de l'installation, elle est généralement supérieure d'environ 0,2 bar à la pression de gonflage du vase pour stocker une petite réserve d'eau, La pression de remplissage est réglée à froid à l'aide du manomètre placé sur l'installation, à proximité du vase ;
- p.finale : pression finale du vase fixée en général à 90 % de la pression de tarage des soupapes de sûreté afin que celles-ci ne s'ouvrent pas en fonctionnement normal de l'installation (les soupapes du commerce sont tarées à 3 bar).



Attention, dans cette formule les pressions sont exprimées en valeurs absolues.

Par exemple : une pression relative de 1,5 bar correspond à une pression absolue de 1,5 + 1 bar de pression atmosphérique soit 2,5 bar.

Le volume d'expansion correspond au volume de dilatation de l'eau de l'installation. Il est fonction de la température moyenne maximale de l'installation. Le tableau ci-dessous fournit le coefficient de dilatation de l'eau en considérant que l'installation est remplie avec de l'eau à 10°C, sans antigel.

Température de l'eau	Coefficient de dilatation (remplissage à 10°C)
80 °C	2,87 %
75 °C	2,55 %
70 °C	2,24 %
65 °C	1,96 %
60 °C	1,68 %
55 °C	1,42 %
50 °C	1,18 %
45 °C	0,96 %

▲ Figure A. 4.1 : Coefficient de dilatation de l'eau sans antigel

La contenance en eau de l'installation correspond au volume d'eau contenu dans les canalisations, la pompe à chaleur, les émetteurs,... Elle peut être calculée à partir des données des fabricants.

Elle peut aussi être estimée en fonction de la puissance de l'installation et du type d'émetteurs. Les valeurs suivantes peuvent être considérées : 14 litres par kW pour une installation de radiateurs et 12 litres par kW pour une installation de planchers chauffants.

Dans le catalogue du fabricant, toujours choisir un vase de capacité supérieure à la capacité calculée.

## PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



GUIDE

POMPES À CHALEUR  
À ABSORPTION AU GAZ  
NATUREL

CONCEPTION  
ET DIMENSIONNEMENT

NOVEMBRE 2015

NEUF-RÉNOVATION

Ce guide expose les bonnes pratiques ainsi que les points de vigilance à respecter pour garantir une conception et un dimensionnement corrects d'une installation neuve ou rénovée comportant des pompes à chaleur gaz à absorption au gaz naturel.

Pour garantir une installation performante avec un fort taux d'utilisation de la pompe à chaleur, une attention particulière est portée à la configuration hydraulique et à la régulation.

Ce guide traite des installations de puissance thermique inférieure à 2 MW, dans des bâtiments relevant des secteurs résidentiel collectif et tertiaire. Il concerne spécifiquement la partie production par ces machines et traitent également des spécifications des raccordements hydrauliques, gaz et électriques.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

