

CONVERSION D'UNE CHAUFFERIE FIOUL

FÉVRIER 2022



AVANT-PROPOS

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

PROFEEL se compose concrètement de 9 projets, positionnés sur trois grands enjeux : favoriser le déclenchement des travaux de rénovation, garantir la qualité des travaux réalisés et consolider la relation de confiance entre les professionnels. Ces projets s'appuient sur l'innovation, qu'elle soit technique ou numérique, afin de mieux outiller les professionnels du bâtiment, d'améliorer les pratiques sur le marché de la rénovation énergétique et de garantir la qualité des travaux réalisés. Ces outils permettront d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux.

Dans le cadre du projet BONNES PRATIQUES, un des 9 projets PROFEEL, 14 nouveaux outils pratiques sont développés pour accompagner les professionnels dans la conception, la mise en œuvre et la maintenance de solutions techniques, clés ou innovantes de rénovation énergétique. Cette nouvelle collection d'outils s'inscrit dans la continuité des référentiels techniques produits dans le cadre de précédents programmes portés par la filière Bâtiment : PACTE et RAGE.

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

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

PARTENAIRES PROFEEL :

Pouvoirs Publics



Porteurs



Financiers



Filière Bâtiments

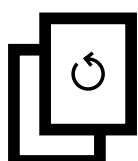


PROFEEL, un programme financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)



SOMMAIRE

1	AVANT-PROPOS	4
2	DOMAINE D'APPLICATION	5
3	DÉFINITIONS	6
4	RÉFÉRENCES	8
5	GESTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE	10
6	SOLUTIONS DE RÉNOVATION, COMMENT CHOISIR ?	23
7	SOLUTIONS DE RENOVATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR	26
8	SOLUTIONS DE RENOVATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE	72



VERSION

Initiale
1.1
1.2
1.3

DATE DE LA PUBLICATION

Décembre 2020
Juillet 2021
Aout 2021
Octobre 2021

MODIFICATIONS

1

AVANT-PROPOS

LE MARCHÉ DE LA RÉNOVATION DES CHAUFFERIES FIOUL EST POTENTIELLEMENT IMMENSE !

Que ce soit vis-à-vis des exigences de réduction des consommations, de décarbonation des installations, de recours aux énergies renouvelables ou encore des évolutions des besoins et des usages (prédominance de l'ECS sur le chauffage, émergence d'un besoin de rafraîchissement, mixité d'usage dans les bâtiments ou à l'échelle des quartiers), le concept de chaufferie tel que nous le connaissons depuis des décennies est fortement remis en cause.

Le parc des chaufferies existantes fonctionnant au fioul devrait faire l'objet, dans les prochaines années, de nombreuses rénovations. En effet :

- La PPE (Programmation Pluriannuelle de l'Energie), fixant la stratégie française pour l'énergie et le climat, affiche clairement une forte volonté de réduction de la consommation primaire de fioul et liste les mesures pour l'atteindre d'ici 2023 et 2028
- L'interdiction dès à présent d'installer un nouveau générateur de chauffage et/ou de production d'eau chaude sanitaire fonctionnant au fioul ou au charbon et ce pour les bâtiments, neufs ou existants, résidentiels ou tertiaire

POURQUOI UN TEL GUIDE DESTINÉ AUX PROFESSIONNELS ?

La rénovation des chaufferies fonctionnant au fioul nécessite une étude détaillée. L'entreprise doit appréhender les difficultés techniques mais aussi réglementaires auxquelles elle sera confrontée dans cette rénovation. Elle sera en effet souvent l'occasion d'un changement d'énergie, de changement des générateurs ou encore de modifications de l'hydraulique.

Ce guide est destiné à tous ceux qui sont impliqués dans un projet de rénovation de chaufferie fonctionnant au fioul. Il permet de :

- diagnostiquer l'état et le fonctionnement des installations existantes

- Une incitation vis-à-vis des acteurs du secteur tertiaire à sortir des modes de chauffage au fioul avec une bonification de plusieurs actions d'économies d'énergie (installation d'une chaudière collective à haute performance, d'une PAC, d'une chaudière biomasse ou d'un raccordement à un réseau de chaleur qui vient en remplacement d'équipements fonctionnant au charbon, au fioul et au gaz autre qu'à condensation)
- Accélération des actions de rénovation des bâtiments résidentiels et tertiaires par le biais de conditions d'attribution renforcée de la bonification attribuée dans le cadre d'un Contrat de Performance Énergétique

En outre, dans l'hypothèse d'une approche par séquençage des travaux, la rénovation de la chaufferie apparaît généralement comme la solution la plus pertinente à mettre en œuvre lors d'une rénovation énergétique d'un bâtiment. En effet, les travaux d'optimisation des chaufferies sont généralement définis comme les plus performants si l'on considère l'investissement réalisé pour économiser un kWh d'énergie.

- de prescrire les améliorations nécessaires afin de mettre les chaufferies en sécurité et permettre une exploitation efficace
- de déterminer les solutions techniques de conversion les plus adaptées en fonction des différents besoins et contraintes de l'installation et du bâtiment existant
- d'identifier les points de vigilance dans la rénovation des chaufferies afin qu'elles atteignent les performances optimales offertes par les technologies actuelles



DOMAINE D'APPLICATION

CHAUFFERIES

Ce guide porte sur les installations de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire en chaufferie.

RENOVATION

Ce guide traite spécifiquement des rénovations de chaufferies existantes fonctionnant au fioul.

CHAUDIÈRES ET COMBUSTIBLES

Les générateurs gaz (chaudière, PAC et cogénérateur), les chaudières bois (granulés et bois déchiqueté) et les PAC électriques sont traitées.

PUISSANCE

Ce guide concerne les installations de puissance utile supérieure à 70 kW et de puissance calorifique inférieure à 1 MW.

INSTALLATION DE CHAUFFAGE

Il s'agit des installations de chauffage à basse température (moins de 110°C).

BATIMENTS

Les chaufferies concernées sont celles des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public auxquelles s'applique l'arrêté du 23 juin 1978 modifié.

3

DÉFINITIONS

AIR COMBURANT (OU DE COMBUSTION)

Air fourni à la chambre de combustion et qui est entièrement ou partiellement utilisé pour la combustion.

APPAREIL A CIRCUIT DE COMBUSTION ETANCHE

Appareil pour lequel le circuit de combustion (alimentation en air, chambre de combustion et évacuation des produits de combustion) est étanche par rapport au local dans lequel il est installé.

APPOINT

Appareil de chauffage supplémentaire utilisé pour produire de la chaleur lorsque la puissance de l'appareil principal est insuffisante. L'appoint intervient en relève du système principal.

BALLON D'HYDRO-ACCUMULATION

Volume de stockage hydraulique servant à l'accumulation d'énergie thermique en surplus libérée par le générateur à granulés. Ce volume sert également à restituer l'énergie stockée lors des phases d'arrêt de l'appareil.

COMPOSANT TERMINAL

Composant situé à la sortie d'un conduit de fumée ou d'un système d'évacuation des produits de combustion. Il peut avoir des propriétés aérodynamiques et en outre assurer la protection du conduit contre la pénétration de la pluie et/ou éviter la formation d'obstruction telle que les nids d'oiseaux.

CONDUIT DE FUMEE

Construction comprenant une ou plusieurs parois délimitant un ou plusieurs canaux (passage d'un conduit de fumée permettant d'évacuer les produits de combustion vers l'extérieur). D'allure verticale, il est destiné à évacuer les produits de combustion à l'extérieur du bâtiment et a son origine au niveau où se trouvent le ou les appareils qu'il dessert ou à un niveau inférieur.

CONDUIT DE FUMEE METALLIQUE COMPOSITE (OU DOUBLE PAROI)

Un conduit de fumée métallique est dit composite lorsqu'il est composé d'éléments préfabriqués constitués de deux ou plusieurs parois en métal entre lesquelles est interposé un isolant thermique ou une lame d'air. Un conduit de fumée métallique double paroi est un cas particulier de conduit composite.

CONDUIT DE RACCORDEMENT

Conduit reliant un appareil au conduit de fumée

CONDUIT FLEXIBLE

Conduit pour tubage ou raccordement métallique pouvant se courber dans toutes les directions sans déformation permanente. Par conduit flexible double peau, on entend un composant dont la surface intérieure est lisse.

DEBISTRAGE

Action mécanique qui consiste à enlever (par martèlement) le goudron durci.

DISTANCE DE SECURITE CONDUIT DE FUMEEES

Distance minimum entre la face externe de l'ouvrage « conduit de fumée », « conduit de raccordement » par rapport aux matériaux combustibles avoisinants.

DISTANCE DE SECURITE APPAREIL DE COMBUSTION

Distance de sécurité, spécifiée par le fabricant, de l'appareil par rapport aux matériaux combustibles avoisinants.

ÉTANCHEITE D'UN SYSTEME

Débit volumétrique pouvant se répandre dans la pièce d'installation, à une pression interne donnée, au travers de parties non étanches d'un système. La notion d'étanchéité s'applique au système complet à savoir l'appareil de combustion ainsi qu'à l'évacuation des fumées.

ESSAI DE VACUITE DU CONDUIT DE FUMEE

Essai consistant à vérifier que le conduit est vide de tout obstacle sur toute sa longueur.

ESSAI D'ETANCHEITE DU CONDUIT DE FUMEE

Essai consistant à vérifier que le système est étanche et imperméable aux fluides transportés sur tout le parcours.

FONCTIONNEMENT SIMULTANÉ

Mode de fonctionnement dans lequel l'appoint assure, en complément du système principal, les besoins de chauffage lorsque la température extérieure descend en-dessous de la température d'équilibre.

FONCTIONNEMENT ALTERNÉ

Mode de fonctionnement dans lequel l'appoint prend entièrement en charge les besoins de chauffage lorsque la température extérieure descend en-dessous de la température d'équilibre.

MATERIAU COMBUSTIBLE

Matériau ne répondant pas aux critères d'un matériau incombustible selon l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.

MATERIAU INCOMBUSTIBLE

Matériau répondant aux critères de non-combustibilité dit A1 (anciennement MO, voir l'euro-classe en annexe I) et selon l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.

PLAQUE SIGNALÉTIQUE

La plaque signalétique est fixée au niveau du débouché ou au niveau de l'orifice d'entrée dans le conduit de fumée, qui mentionne les caractéristiques d'emploi du conduit. Cette plaque doit être mise en place conformément aux règles de l'art nationales (norme NF DTU 24.1).

PRODUITS DE COMBUSTION

Produits issus de la combustion.

RAMONAGE

Opération de nettoyage par action mécanique de la paroi interne du conduit afin d'en éliminer les suies et dépôts et d'assurer la vacuité du conduit sur toute sa hauteur.

SOUCHE

La souche est la partie extérieure située hors toiture ou hors terrasse d'un ou plusieurs conduits en situation intérieur. La souche peut constituer l'habillage d'un ou plusieurs conduits.

SYSTEME D'EVACUATION DES PRODUITS DE COMBUSTION

Dispositif permettant d'évacuer les produits de combustion à l'extérieur du bâtiment et ayant son origine au niveau où se trouvent le ou les appareils qu'il dessert ou à un niveau inférieur. D'allure verticale, le système possède à son extrémité supérieure un terminal d'évacuation des produits de combustion.

TUBAGE

Le tubage est l'ouvrage qui résulte de l'introduction à l'intérieur d'un conduit de fumée ou d'un conduit intérieur, d'un tube indépendant pour le rendre à nouveau utilisable pour l'évacuation des produits de combustion. Le tubage peut avoir une désignation différente de celle du conduit d'origine. Le mot tubage désigne également le procédé.

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 l'appareil et éviter les cycles courts.

4

RÉFÉRENCES

4

1

RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES

- Code de la santé publique – Article R1336-7 : nuisance sonore en extérieure Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlementaire Sanitaire Départemental Type (RSDT)
- Arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumée desservant des logements
- 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 et de bureaux ou recevant du public.
- Lettre du ministère de l'Environnement et du cadre de vie du 21 Novembre 1978 concernant l'arrêté du 23 Juin 1978.
- Circulaire du 9 août 1978 modifiée relative à la révision du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT).
- Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP)
- Loi n° 96-603 du 5 juillet 1996 relative au développement et à la promotion du commerce et de l'artisanat (texte encadrant de la qualification des artisans et notamment du ramoneur)
- Décret n° 98-246 du 2 avril 1998 relatif à la qualification professionnelle exigée pour l'exercice des activités prévues à l'article 16 de la loi n° 96-603 du 5 juillet 1996 relative au développement et à la promotion du commerce et de l'artisanat.
- Arrêté du 23 février 2018 relatif aux règles techniques et de sécurités applicables aux installations de gaz combustible des bâtiments d'habitation individuelle ou collective, y compris les parties communes
- Arrêté du 24 juillet 2020 relatif au contrôle des chaudières
- Arrêté du 10 septembre 2021 relatif à la protection des réseaux d'adduction et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine contre les pollutions par les retours d'eau

4

2

RÉFÉRENCES NORMATIVES

- NF DTU 61.1 P1 à P7 juin 2010 Travaux de bâtiment – Installations de gaz dans les locaux d'habitation
- NF DTU 24.1 de Septembre 2020 Travaux de bâtiment – Travaux de fumisterie
- DTU 65.4 (Février 1969)
- Prescriptions techniques relatives aux chaufferies aux gaz et aux hydrocarbures liquéfiés et additif-modificateur n° 3 de Novembre 1997 (spécifications ATG B. 67.1).
- Norme NF EN 1717 (Mars 2001) – Dispositifs de protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour
- NF EN 13384-1+A1 de Juillet 2019 P1 à P3 Conduits de fumée – Méthodes de calcul thermo-aéraulique
- NF C 15-100 de Juin 2015 Installations électriques à basse tension
- NF EN 12828+A1 de Mai 2014 Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage à eau

4

3

AUTRES DOCUMENTS

- Guide Général « IG – Installation de Gaz » du CNPG
- Guide Thématique « Sites de Production d'Energie (SPE) » du CNPG
- Guide Thématique « AMG – Appareils et Matériels à gaz » du CNPG
- Guide Thématique « EVAPDC – EVacuation des Produits De Combustion » du CNPG
- Guide RAGE « Chaufferie bois » de décembre 2015
- Recommandations RAGE « PAC en habitat collectif et tertiaire » de Septembre 2015
- Guide RAGE « PAC à absorption au gaz naturel » de Novembre 2015
- Recommandations RAGE « Chauffe-eau solaire collectif centralisé – CESC » de Juillet 2013
- Besoins d'ECS en habitat individuel et collectif – Guide ADEME – 2016
- Vers une meilleure connaissance des besoins en eau chaude sanitaire en tertiaire – Guide ADEME – 2019
- Dimensionnement des systèmes de production d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif – Guide ADEME– Juillet 2019
- La conception des réseaux bouclés d'eau chaude sanitaire – Guide ADEME – 2021
- Guide Technique « Qualité de l'eau des installations de chauffage » – UNICLIMA et SYPRODEAU – 2020
- Fiche technique acoustique n° 1, 2 et 3 – AFPAC

5

GESTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

5

1

MISE EN SÉCURITÉ DE LA CHAUFFERIE EXISTANTE

5.1.1 POURQUOI ?

// Lors d'une opération de rénovation, la chaufferie existante doit impérativement justifier d'un niveau de sécurité suffisant.

La mise en sécurité éventuelle de la chaufferie doit notamment permettre :

- d'assurer un fonctionnement correct des chaudières et éviter tout risque (amenée d'air suffisante pour la

combustion, présence des équipements de sécurité du local, ...)

- d'assurer la sécurité et le confort du personnel intervenant dans le local (ventilation, accès, éclairage, dimensions du local)
- de protéger le bâtiment contre un incendie se produisant dans la chaufferie (comportement au feu des parois et des accès)
- de prévoir les interventions en cas d'incendie (coupures d'urgence de l'alimentation en combustible et de l'alimentation électrique à l'extérieur de la chaufferie, extincteurs, gaine pompier si la chaufferie est en sous-sol)

5.1.2 QUAND ?

Mettre en sécurité une chaufferie existante signifie la rendre conforme à la réglementation en vigueur la concernant, et notamment aux dispositions de l'arrêté du 23 juin 1978 modifié (appelé « arrêté chaufferie »). Ainsi, pour les installations nouvelles dans les bâtiments anciens :

- quand il n'existe pas de local chaufferie : l'arrêté s'applique intégralement
- si le local chaufferie est construit après la date d'application de l'arrêté « chaufferie » [soit après le 21 juillet 1978] : les travaux de modernisation entraînent l'application des dispositions réglementaires en vigueur au

jour de la construction de la chaufferie dont, en particulier, les prescriptions de l'arrêté « chaufferie ».

- si le local chaufferie est construit avant la date d'application de l'arrêté « chaufferie » [soit avant le 21 juillet 1978] : il est possible de ne pas respecter strictement les prescriptions de l'arrêté « chaufferie » notamment lorsque celles-ci conduisent à des transformations immobilières importantes. Les travaux de modernisation seront cependant mis à profit pour améliorer le niveau de sécurité de l'installation.

CONSEILS



L'arrêté du 23 juin 1978 modifié s'applique aux installations neuves mais aussi aux installations existantes à l'occasion d'une rénovation. Il s'applique aux « ...installations destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude des bâtiments d'habitation... » (article 1^{er}). Ses dispositions sont applicables à « ...toutes les installations nouvelles réalisées dans les constructions neuves et dans les bâtiments anciens. » (article 39). La lettre du ministère de l'Environnement et du cadre de vie du 21 novembre 1978 précise que les dispositions de l'arrêté ne sont pas applicables pour les « ...installations nouvelles dans les bâtiments anciens, destinées à remplacer les installations antérieures... lorsqu'elles conduisent à des transformations immobilières importantes. ».

L'application stricte de l'arrêté « chaufferie » n'est pas à respecter si le local concerne des constructions :

- ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire avant le 1^{er} décembre 1978
- constituant l'achèvement d'un programme pluriannuel autorisé avant le 1^{er} décembre 1978
- ayant fait l'objet d'une reconduction de marché, au sens du Code des marchés publics, pour lequel une demande de permis de construire avait été déposée avant le 1^{er} décembre 1978
- conformes à des modèles de logement ayant fait l'objet d'un agrément préalable du ministre de l'Environnement et du cadre de vie avant le 1^{er} décembre 1978

5.1.3 COMMENT ?

Les textes réglementaires sont d'application obligatoire. Le texte principal à respecter est l'arrêté du 23 juin 1978 modifié qui fournit les prescriptions réglementaires concernant les chaufferies d'une puissance utile supérieure à 70 kW.

CONSEILS



D'autres textes réglementaires s'appliquent à l'équipement des chaufferies :

- L'arrêté du 23 février 2018 et ses guides techniques fournissent les spécifications concernant l'alimentation en gaz de la chaufferie et la présence d'organes de coupure
- Si la puissance de la chaufferie dépasse 1 MW (en puissance calorifique), elle doit respecter l'arrêté du 3 août 2018 modifié (installations ICPE)
- Le règlement sanitaire départemental type oblige à l'installation d'un disconnecteur contrôlable sur l'alimentation en eau de la chaufferie
- La norme NF C 15-100 impose une protection différentielle de 30 mA en chaufferie

Cette liste de textes n'est pas exhaustive.

// Lors d'une rénovation de chaufferie, le respect des textes réglementaires peut nécessiter les interventions de mise en sécurité de l'installation, quand les travaux de réhabilitation conduisent à des transformations immobilières importantes.

ZOOM SUR... LES TRANSFORMATIONS IMMOBILIÈRES IMPORTANTES

On parle de transformations immobilières importantes dans les cas de prescriptions à suivre trop contraignantes d'un point de vue technique mais aussi financière. On donne à titre indicatif quelques exemples de transformations immobilières importantes :

- création d'un nouveau local chaufferie : lors d'une réhabilitation, l'implantation existante peut être en général maintenue car la construction d'un nouveau local constitue une transformation immobilière importante.
- déplacement d'un conduit d'évacuation des produits de combustion : si le conduit de fumée est un conduit intérieur au bâtiment et qu'il n'est pas situé dans une gaine (lorsque $P > 300$ kW), la mise en conformité

Cependant, le maintien de l'implantation ne permet pas une augmentation de la puissance lorsque celle-ci est déjà supérieure au seuil admissible ou lorsque cette augmentation de puissance entraînerait un dépassement du seuil.

nécessiterait de construire une gaine, sur toute la hauteur du conduit, ce qui généralement représente des travaux immobiliers importants. Si tel est le cas, le conduit peut être maintenu au même emplacement après un diagnostic et sous réserve de ne pas augmenter la puissance totale raccordée.

- création d'un conduit de ventilation : lors d'une réhabilitation, la réalisation d'un conduit de ventilation débouchant en toiture n'est généralement pas possible sans réaliser des travaux que l'on peut qualifier de transfor-

mation immobilière importante. Cependant, dans cette situation, il est demandé d'améliorer le système de ventilation existant.

- création d'une gaine pompier pour les chaufferies en sous-sol : lors d'une réhabilitation, la réalisation de cette gaine pompier n'est généralement pas possible sans réaliser des travaux que l'on peut qualifier de transformation immobilière importante.

Ces listes d'interventions ne sont pas exhaustives, elles sont données à titre d'exemples.

ZOOM SUR L'AMÉLIORATION DU NIVEAU DE SÉCURITÉ DE L'INSTALLATION

On donne à titre indicatif quelques exemples de mise en sécurité de l'installation existante :

- rétablissement de l'exigence de résistance au feu des parois de la chaufferie par flocage ou tout autre procédé
- rétablissement de l'exigence de résistance au feu des portes d'accès (cas des portes en tôle)
- rétablissement du sens d'ouverture et dispositifs de verrouillage des portes d'accès
- installation d'un disconnecteur contrôlable sur l'alimentation en eau de la chaufferie
- amélioration des systèmes d'évacuation des produits de combustion (tubage, chemisage)
- amélioration des conditions de ventilation du local
- installation d'une protection différentielle 30 mA au tableau électrique
- mise en place de coupures d'urgence sur l'alimentation en combustible
- dans le cas d'un changement d'énergie fioul par gaz, l'alimentation en gaz doit être réalisée en conformité avec les dispositions réglementaires en vigueur (Arrêté du 23 février 2018)

Ces listes d'interventions ne sont pas exhaustives, elles sont données à titre d'exemples.

La démarche d'amélioration du niveau de sécurité du local chaufferie trouve sa légitimité dans la circulaire n° 82100 du 13 décembre 1982 (publiée au JO du 28 janvier 1983) relative aux travaux de réhabilitation et à l'amélioration des bâtiments d'habitation existants. Bien que cette circulaire ne soit pas un texte réglementaire, les pouvoirs publics attachent une attention particulière à souligner l'importance des recommandations qu'elle contient. Entre les deux attitudes extrêmes qui pourraient être envisagées, le positionnement justement équilibré de la circulaire est guidé par le double objectif suivant :

- faire en sorte d'optimiser la sécurité des bâtiments lors d'opérations de réhabilitation ;
- éviter d'imposer le même niveau d'exigence qu'aux installations nouvelles, faute de quoi, le poids technico-économique des contraintes pourrait conduire à ne rien faire.

5

2

RÉALISATION D'UN DIAGNOSTIC TECHNIQUE DE LA CHAUFFERIE EXISTANTE

5.2.1 POURQUOI ?

// L'évaluation de la chaufferie existante est une étape préalable indispensable à l'opération de rénovation d'une chaufferie. Elle en conditionne la réussite.

Le diagnostic technique d'une chaufferie existante consiste, à partir d'un relevé complet de l'existant, à établir un état des lieux de l'installation afin de proposer au Maître d'Ouvrage un programme précis des solutions de rénovation appropriées, au regard des gisements d'économies associés.

LES RELEVÉS

- de l'installation de chauffage et d'eau chaude sanitaire
- des consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire
- des consommations d'électricité (auxiliaires tels que circulateurs de chauffage, ...) et des puissances sous-critiques, par l'analyse des factures

L'ÉTAT DES LIEUX

- pour identifier les éventuels dysfonctionnements
- pour identifier les solutions d'optimisation en listant les travaux permettant des gisements d'économie énergétiques (diminution des consommations), environne-

mentaux (réduction des émissions de CO₂ (gaz à effet de serre) et financiers (abaissement des charges de chauffage)

LES GISEMENTS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

- sur les installations : remplacement des chaudières, changement de la régulation ou réglage de la courbe de chauffe, rénovation de la chaufferie, utilisation des énergies renouvelables (production d'eau chaude sanitaire solaire par exemple), rééquilibrage, ...
- sur la facture de combustible : changement d'énergie, choix d'une tarification adaptée, ...
- sur la facture d'électricité : remplacement des auxiliaires (utilisation de circulateurs à vitesse variable par exemple), optimisation de la puissance souscrite, ...

Le diagnostic peut aboutir à des interventions de substitution d'énergie ou de changement du système de chauffage. Certaines interventions engendrent une modification complète de la distribution du chauffage et nécessitent

d'intervenir dans les logements, d'autres interventions telles que l'utilisation de l'énergie solaire (eau chaude sanitaire solaire collective), le raccordement à un réseau de chaleur existant ou créé notamment pour le bois énergie peuvent nécessiter une étude de faisabilité spécifique.

Des éventuels travaux sur le bâti pourront nécessiter des interventions sur l'installation de chauffage, au minimum un ajustement des débits et un réglage de la courbe de chauffe.

A noter que certains aspects non énergétiques peuvent judicieusement être analysés à l'occasion du diagnostic de la chaufferie. C'est le cas notamment des aspects acoustiques.

5.2.2 COMMENT ?

L'évaluation de la chaufferie existante consiste à établir l'état initial de l'installation afin de proposer au Maître d'Ouvrage une offre de prestation justifiée. Elle doit suivre une démarche méthodique afin de n'omettre aucune

information utile nécessaire à la détection des pistes d'amélioration les plus pertinentes en vue de l'optimisation de l'installation existante.

RASSEMBLER L'ENSEMBLE DES DOCUMENTS DISPONIBLES RELATIFS À L'INSTALLATION

Au préalable au déplacement sur le site pour la phase d'évaluation de l'installation existante, il est nécessaire de rassembler l'ensemble des documents disponibles relatifs à l'installation (plans, schémas, livret de chaufferie, ...) afin

de reconstituer l'historique de l'installation et de connaître les travaux effectués depuis sa réalisation. La rencontre avec les différents intervenants sur le site et notamment les usagers ne doit pas être omise.

RELEVER LES ÉQUIPEMENTS EN PLACE

Un relevé des équipements en place doit être réalisé. Il a pour double objectif de répertorier le matériel en place et de juger de son état en vue de décider de son éventuel remplacement. L'évaluation est facilitée par l'utilisation de bordereaux de relevés types.

ETABLIR UN RELEVÉ SCHÉMATIQUE DE L'INSTALLATION

Le relevé schématique de l'installation doit permettre de mieux comprendre son fonctionnement. Il viendra compléter le descriptif technique des composants.

CONSEILS



Le relevé schématique doit être simple et ne représenter que ce qui intervient dans le fonctionnement essentiel de l'installation. Il doit comprendre les générateurs/préparateurs, les circulateurs/vannes ainsi que les dispositifs de régulation

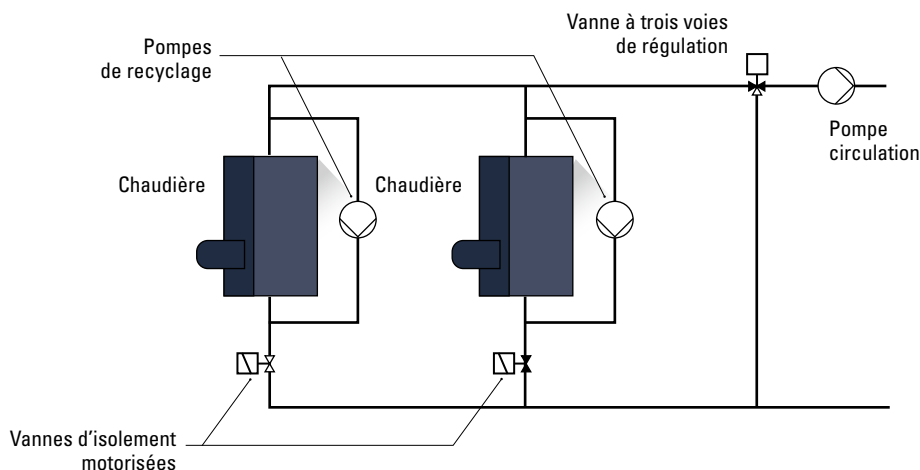


FIGURE 1

Exemple de relevé schématique d'une chaufferie. Seuls les composants principaux sont représentés.

MESURER ET APPRÉCIER LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

L'opérateur doit se munir du matériel de mesure nécessaire pour effectuer quelques mesures ponctuelles afin d'apprécier le fonctionnement de l'installation. L'opérateur doit par conséquent se munir d'un thermomètre portable

(mesures de température d'eau en divers points du circuit hydraulique, température ambiante et extérieure) et d'un appareil de contrôle de combustion afin de mesurer le rendement de combustion des chaudières.

CONSEILS



Un moyen simple d'appréhender les conditions de fonctionnement d'une installation consiste à noter le nombre de générateurs en place ainsi que le nombre de démarrage de ces derniers pendant la période de présence en chaufferie. Il est recommandé également de vérifier si les générateurs sont maintenus en température, même quand les besoins des réseaux ne le nécessitent pas. La température en chaufferie, ainsi que la température de surface des générateurs permettent d'avoir une idée de la performance des équipements en place.

Une vérification du fonctionnement des principaux équipements (système de découplage, vanne à trois voies de régulation, vase d'expansion, régulateur en fonction de l'extérieur) peut être faite aisément, ponctuellement. Néanmoins, des mesures enregistrées permettent, sur la durée de la mesure, de mettre en évidence des dysfonctionnements et de les localiser dans le temps.

On donne ci-dessous un exemple de la vérification du fonctionnement d'un régulateur en fonction de l'extérieur.

Le contrôle du fonctionnement du régulateur en fonction de l'extérieur requiert deux mesures de température (température extérieure, température au départ secondaire). La première solution, simple, sert à contrôler à partir de quelques points le paramétrage de la loi d'eau. La deuxième solution qui requiert la mise en place d'appareils enregistreurs permet de reconstituer la loi d'eau du régulateur à partir du nuage de points obtenu.

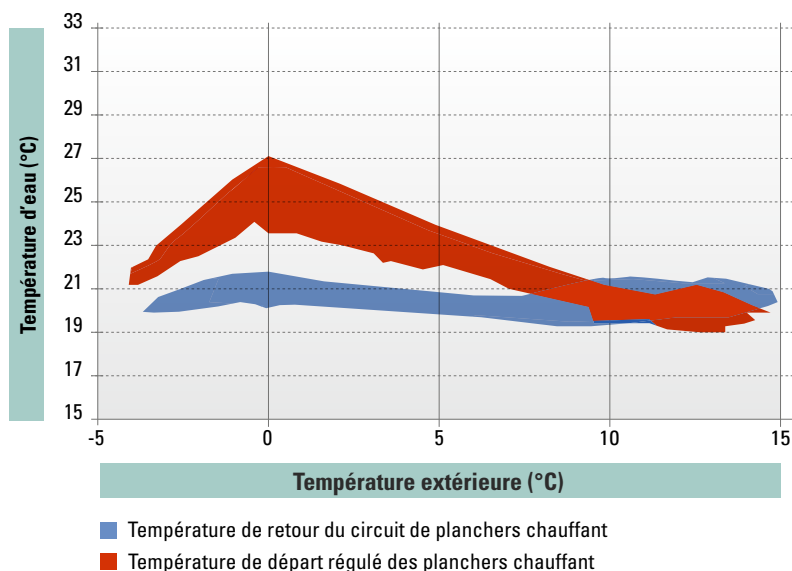


FIGURE 2

Nuage de points correspondant aux mesures enregistrées de température au départ secondaire et de température extérieure. Son tracé permet de vérifier le paramétrage de la loi d'eau affichée en face avant du régulateur (courbe de chauffe). Le tracé met en évidence une erreur de paramétrage de la courbe de chauffe. La consigne de température d'eau configurée pour le point de température extérieure négative est visiblement erronée.

NE PAS NÉGLIGER LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION EXISTANT

La rénovation de la chaufferie implique de s'intéresser au réseau de distribution. Le résultat final d'une opération de rénovation de chaufferie dépend non seulement des travaux et modifications opérés sur le système de génération de chaleur mais également sur le réseau de distribution de chauffage. En effet :

- le réseau peut être encombré par des boues à la suite de phénomènes de corrosion et d'entartrage. Ces boues peuvent être à l'origine de déséquilibre du réseau impliquant une dégradation du confort et une augmentation de la consommation d'énergie (du fait de surchauffes et des pertes de charge ainsi générées). Elles peuvent conduire dans certains cas à des désordres graves (notamment la détérioration du nouveau générateur).

- on estime que 60 à 70 % des bâtiments sont touchés par un déséquilibre thermique, source d'inconfort et de plaintes des usagers.

Les solutions apportées au déséquilibre thermique :

- augmentation du débit dans le circulateur
- décalage vers le haut de la courbe de chauffe

Ces opérations ne sont pas satisfaisantes. En effet :

- les occupants à proximité de la chaufferie surchaufferont (déséquilibre persiste, conséquences aggravées)
- puissance absorbée par le circulateur est augmentée (surconsommation)
- bruits de circulation importants (débits de circulation trop importants)
- consommations augmentées (augmentation de la température des logements, donc de la puissance délivrée par la chaudière)

II Dans le cas d'un nouveau générateur, il est fortement recommandé d'effectuer un désembouage. Les générateurs de chaleur sont de plus en plus sensibles à la qualité d'eau. Un embouage peut conduire rapidement à un percement du corps de chauffe. Les chaudières en fonte d'aluminium sont les plus sensibles.

ANALYSER LE CONTRAT D'EXPLOITATION-MAINTENANCE EXISTANT

Les occasions de renégocier le contrat sont notamment les suivantes :

- l'échéance du contrat en cours ;
- un audit énergétique ;
- une rénovation énergétique globale : réduction des besoins ;
- une rénovation de la chaufferie / un changement d'énergie de chauffage.

COMMENT FAIRE



D'après la loi du 29 octobre 1974 modifiée, les contrats d'exploitation doivent faire l'objet d'un avenant dans les cas suivants :

- si sont mises en œuvre des énergies ou des techniques nouvelles,
- si sont réalisés des travaux d'amélioration,
- si des économies supérieures à 10% sont réalisées.

C'est donc en particulier le cas lors d'une opération de modernisation de chaufferie.

L'auditeur peut avoir pour mission d'analyser le contrat de l'exploitant. L'audit portera sur les contrats de maintenance et de fourniture d'énergie sous leurs aspects juridiques et financiers. Les contrats (eau, gaz, énergie, ...) sont-ils optimisés ? Y'a-t-il une bonne adéquation entre les besoins du client et le contrat de maintenance effectif ? Le contrat d'exploitation en vigueur contient-il toutes les clauses nécessaires ? Le coût annuel de contrat d'exploitation est-il adapté aux prestations qu'il prévoit ?

La renégociation de son contrat actuel doit amener le maître d'ouvrages à :

- Renégocier le tarif P1 et la valeur des consommations énergétiques théoriques définies dans le contrat si nécessaire, en particulier si des travaux de rénovation énergétique ont eu lieu. Dans le cas d'un contrat P1 qui encadre la livraison et la facturation du combustible, le changement de combustible rend caduque cette
- prestation. Il est nécessaire, de redéfinir et de renégocier un certain nombre d'éléments dont entre autres, la valeur cible. L'unité de cette valeur pour le fioul est généralement exprimée en m³ ou litre et pour le gaz en MWh PCS ;
- Réajuster la température contractuelle conformément au Code de la Construction (19°C en moyenne) ;
- Renégocier le tarif lié au P2 en fonction de l'état des équipements ;
- Faire le point avec l'exploitant sur les dépenses P3 pour éviter un solde positif (en faveur de l'exploitant) trop important en fin de contrat, ou inclure une clause de répartition du poste P3 ;
- Intégrer de nouvelles clauses pouvant permettre d'augmenter la responsabilité de l'exploitant vis-à-vis des consommations par exemple ;
- Faire fournir un rapport annuel de la chaufferie.

CONSEILS



Pour les contrats de conduite des installations et de petits entretiens, P2, ainsi que pour les gros entretiens, P3, il conviendra également de réaliser un avenant pour apporter les modifications au contrat existant. En effet, la liste du matériel présente au contrat doit être mise à jour, ainsi que le nombre et la fréquence des points à entretenir.

5

3

OPTIMISATION D'UNE CHAUFFERIE EXISTANTE

Les gisements d'économie d'énergie dans le cadre d'une rénovation de chaufferie sont nombreux. Certains s'obtiennent par une optimisation de la mise au point de l'installation, d'autres impliquent des travaux, plus ou moins importants.

5.3.1 LES GISEMENTS D'ÉCONOMIE IMPLIQUANT UN RÉGLAGE DE L'INSTALLATION

RÉGLAGE DES DÉBITS

On constate généralement un surdimensionnement des circulateurs et un fonctionnement inutile à vitesse maximale. Les sur-débites constatés dans les installations de chauffage ont un impact sur les consommations

électriques mais aussi sur le rendement des chaudières notamment à condensation (en réduisant la période de condensation).

ATTENTION



Multiplier par 2 le débit augmente d'à peine 10 % la puissance émise.

Un circulateur à vitesse fixe, doit être réglé sur la vitesse à laquelle il a été sélectionné. Pour un circulateur à vitesse variable, le mode de fonctionnement du circulateur doit être à vitesse variable et la consigne de pression différentielle correctement réglée.

ATTENTION



En rénovation, le mode de fonctionnement à privilégier est un fonctionnement à pression différentielle constante afin d'assurer une alimentation correcte du réseau le plus défavorisé du circuit.

CONSEILS



Opter pour le réglage à HMT proportionnelle au débit assure une limite acceptable de la dérive du débit. Il faut cependant vérifier que ce dernier reste suffisamment élevé pour alimenter les émetteurs à charge partielle. Pour ce faire, on peut considérer le cas extrême où seul le premier circuit est en demande et se reporter à sa loi d'émission liant le débit à la puissance émise.

Cette adaptation de la HMT permet de maîtriser les dérives de débits dans les limites acceptables. Elle est surtout intéressante si les besoins des émetteurs varient de façon homogène. Dans le cas contraire, certains émetteurs ou circuits peuvent être sous-alimentés.

RÉGLAGE DES PRESSIONS

La pression du réseau, et notamment la pression de gonflage du vase d'expansion, joue un rôle important dans le bon fonctionnement de l'installation. Le vase d'expansion doit être correctement dimensionné.

ATTENTION



Aucun point du circuit ne doit se trouver en sous-pression pour éviter notamment des appoints d'eau induisant des apports d'oxygène, engendrant des corrosions et impliquant la formation de boues dans le réseau.

RÉGLAGE DU BRÛLEUR

Dans le cas d'un maintien ou d'un changement de chaudière, le brûleur doit être réglé. Il permet d'améliorer le rendement de production, d'abaisser le coût d'exploitation avec la diminution de la consommation, d'allonger la durée de vie des équipements de production et de diminuer le risque de dégagement de CO.

COMMENT FAIRE



Une température des fumées trop élevée est révélatrice d'un mauvais échange fumées-eau. Un défaut d'O₂ entraîne une production importante de monoxyde de carbone (CO), un encrassement de la chaudière et du conduit de fumée du fait des émissions d'imbrûlés solides (particules, suies et goudrons suivant le combustible). Un excès d'O₂ diminue le rendement de production.

ATTENTION



Le réglage du brûleur doit être conforme aux préconisations du fabricant.

RÉGLAGE DE LA TEMPÉRATURE DE DÉPART CHAUFFAGE ET RÉÉQUILIBRAGE HYDRAULIQUE DE L'INSTALLATION

Pour corriger les problèmes hydrauliques, ou compenser une température ambiante trop basse, il arrive que l'on augmente, dans le cas du chauffage, la température de l'eau de départ. Cela occasionne des surchauffes aux endroits les plus favorisés des bâtiments et implique des pertes ou des gains de chaleur dans la tuyauterie, réduisant ainsi le rendement global du système.

Un rééquilibrage hydraulique doit être proposé sur les bâtiments sujets à des déséquilibres thermiques importants

pouvant conduire à une augmentation de la température de départ chauffage. Il ne s'agit pas d'essayer de corriger un déséquilibre en tâtonnant sur le réglage de quelques organes. De telles pratiques ne procurent jamais de résultats à la hauteur du temps passé. Il faut inévitablement connaître les débits qui doivent circuler dans toutes les branches de l'installation et les régler par des organes de réglage adaptés et précis.

CONSEILS



La mise en évidence du déséquilibre thermique d'une installation de chauffage consiste à mesurer la température ambiante des locaux chauffés. Il y a déséquilibre thermique lorsque l'on constate en permanence par temps froid, non ensoleillé et non venté, des écarts de température intérieure supérieurs à 2°C entre les locaux d'un même bâtiment. Le déséquilibre hydraulique est une des causes du déséquilibre thermique. Il y a déséquilibre hydraulique si le débit d'eau n'est pas adapté aux besoins du local.

ATTENTION



Un rééquilibrage hydraulique ne peut pas compenser des erreurs de conception (mauvais dimensionnement des émetteurs par exemple) ou des défauts d'isolation du bâti.

5.3.2 LES GISEMENTS D'ÉCONOMIE IMPLIQUANT DES TRAVAUX**LIMITATION DES PERTES THERMIQUES**

COMMENT FAIRE



Même si l'intervention est source de gains importants (circuit généralement à température élevée), une réduction des longueurs de tuyauteries en chaufferie reste délicate (voir illusoire) pour une installation existante.

Les pertes thermiques du circuit hydraulique de chaufferie peuvent être aisément limitées en respectant quelques règles simples de conception :

- calorifugeage des tuyauteries et des composants hydrauliques (y compris le fond des volumes tam-

pons). Par exemple, en rénovation, le calorifugeage de l'échangeur ECS en chaufferie permet des gains sur les pertes thermiques non négligeables.

COMMENT FAIRE



Environ 0,7 kW de pertes moyennes enregistrées pour un échangeur de 50 kW non calorifugé (ENERTECH – Bâtiments de logements HQE® économes en énergie et en eau – programme ReStart – Evaluation des performances – Suivi lourd – Rapport – mars 2004).

- réduction du nombre de vannes installées (vannes d'équilibrage et vannes d'arrêt).

On donne ci-dessous un exemple de circuit de chaufferie disposant de l'équipement complet de vannes d'isolement.

Leur nombre est optimisé en considérant que certaines sont inutiles, leur fonction pouvant être assurée par les vannes d'équilibrage ou les vannes d'isolement motorisées en place.

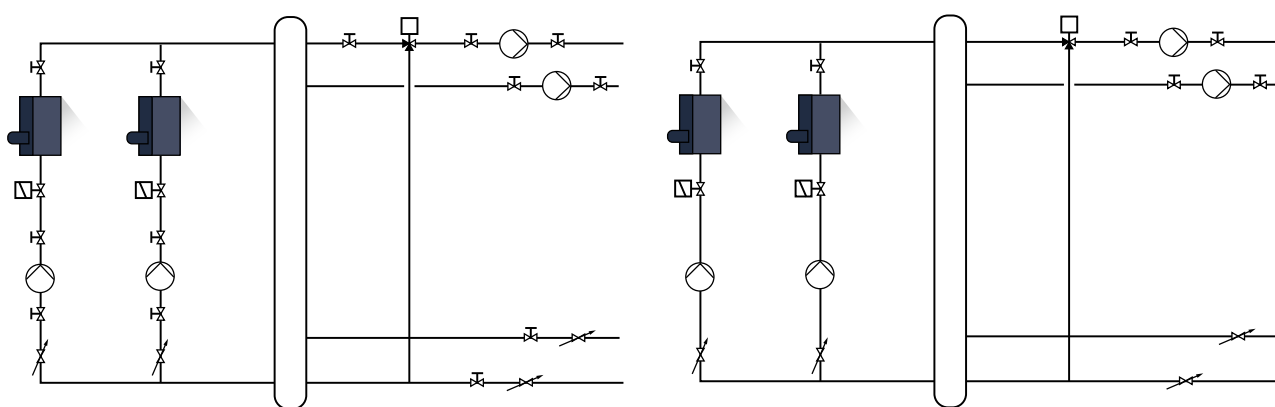


FIGURE 3

Exemple optimisé (à droite) d'équipement complet en vannes d'isolement manuelles d'un schéma de chaufferie. Cette fonction d'isolement peut aussi être assurée par une vanne d'équilibrage ou encore par une vanne d'isolement motorisée, ce qui a pour conséquences de réduire leur nombre.

RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES DES CIRCULATEURS

Le circuit de chaufferie comporte plusieurs circulateurs : circulateurs de recyclage, circulateurs de circulation. Les consommations électriques de ces composants qui travaillent des milliers d'heures par an peuvent être notablement réduites si leur sélection et leur dimensionnement sont optimisés.

COMMENT FAIRE



On constate généralement un surdimensionnement de la pompe de circulation du circuit de distribution de chauffage (du fait d'une surestimation des pertes de charge calculées ou d'une caractéristique de pompe choisie supérieure à celle requise). Un surdimensionnement moyen de 2,5 fois le débit suffisant est généralement constaté.

CONCEVOIR DES CIRCUITS À DÉBITS VARIABLES

- en choisissant des vannes de régulation terminale à 2 voies

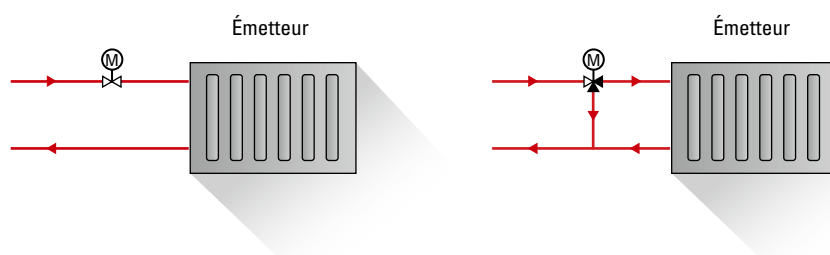


FIGURE 4

Choix de vannes de régulation à 2 voies : vannes à 2 voies sur les ventilo-convecteurs et les batteries des centrales de traitement d'air ou robinets thermostatiques sur les radiateurs

Points d'attention :

- Diminuer les pertes de charge des réseaux (concrètement : une perte de charge moyenne de 10 mm eau par mètre)
- Diviser les réseaux (réduit les pertes de charge de la distribution et donc la pression différentielle, permet d'interrompre le fonctionnement selon les besoins des circuits, facilite la mise au point et la maintenance)

- pour bénéficier des circulateurs à vitesse variable
La variation de vitesse présente l'intérêt de réduire la puissance électrique absorbée par la pompe. Ainsi, en réduisant la vitesse de moitié, la puissance absorbée est divisée par 8.

COMMENT FAIRE



Les économies estimées par le remplacement d'une pompe à vitesse fixe par une pompe à vitesse variable varient de 25 à 35 % suivant le surdimensionnement du circulateur d'origine et les variations de débit par fermeture de robinets thermostatiques. Des économies plus importantes, supérieures à 50 %, sont obtenues lorsque les pompes à vitesse variable alimentent par exemple des sous-stations de chauffage à débit variable.

Bien qu'elles s'adaptent automatiquement, ces pompes réclament néanmoins un effort de dimensionnement. Elles sont choisies selon les mêmes règles que les pompes à vitesse fixe, pour le régime nominal. Il est choisi :

- un mode de fonctionnement avec maintien d'une pression différentielle constante : à privilégier dans le cas d'installations à débit variable pour lesquelles les

pertes de charge des canalisations sont faibles par rapport aux pertes de charge des émetteurs

- un mode de fonctionnement avec pression différentielle proportionnelle au débit : à privilégier lorsque les pertes de charge des canalisations sont élevées par rapport aux pertes de charge des émetteurs.

ATTENTION



Lors de la mise en service, ne pas omettre de paramétrer le mode de fonctionnement du circulateur à vitesse variable et de régler la consigne de pression différentielle. Les économies sur les consommations électriques en dépendent.

AMÉLIORER LES ÉQUIPEMENTS DE LA CHAUFFERIE

L'amélioration de l'équipement de la chaufferie consiste à installer les matériels dont elle ne dispose pas (équipement de régulation du chauffage en fonction de la température extérieure, horloge de programmation permettant d'effectuer des réduits de nuit, équipement de mise en séquence, disconnecteur contrôlable et compteur pour surveiller les

appoints d'eau) ou bien à remplacer les matériels existants vieillissants (circulateurs, régulation, expansion, ...). Ces interventions permettent d'éviter les pannes en cours de saison de chauffe et d'améliorer les rendements et de diminuer les consommations.

REEMPLACER LA CHAUDIÈRE EXISTANTE

Une chaudière ancienne présente généralement un rendement faible dû à une mauvaise isolation. A ce constat peut s'ajouter l'absence d'entretien (pas de réglage de la combustion notamment) qui abaisse encore le rendement. Le remplacement des chaudières permet :

- de réduire les consommations de combustible et donc les charges, à confort égal, par l'augmentation du rendement et l'adaptation de la puissance aux besoins ;
- de réduire les coûts d'entretien et de maintenance : une chaudière neuve demande un entretien limité et peu coûteux ;
- de limiter les émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

Remplacer une chaudière doit notamment inclure :

- une opération de débouage et la mise en place de mesures pour limiter les phénomènes de corrosion et d'entartrage afin de protéger la chaudière neuve : contrôle des appoints d'eau, installation de pots à boues, traitement de l'eau, ... ;
- l'estimation de la surpuissance installée ;

ATTENTION



Dans le cas où la rénovation est globale (l'enveloppe et les systèmes), alors que les besoins de chauffage diminuent, la puissance de chauffage est très rarement recalculée pour l'adapter au bâtiment après travaux. Très souvent, les acteurs remettent une chaufferie d'une puissance équivalente à celle d'avant travaux pour éviter tous risques de plaintes ou de contre références.

- l'éventualité d'installer plusieurs chaudières, pour assurer un secours en cas d'incident sur une des chaudières et pour améliorer le rendement de l'ensemble en ne faisant fonctionner que le nombre de chaudières nécessaire. Une chaudière dédiée à la production d'ECS peut être proposée ;
- la remise en cause éventuelle du circuit hydraulique ;
- l'installation de chaudières plus performantes, notamment à condensation.

COMMENT FAIRE



Il est toujours préférable de remplacer une chaudière dans le cadre d'une intervention programmée plutôt que dans l'urgence, suite à une panne en cours de saison de chauffe. Le constat de la vétusté de la chaudière doit également être un moment privilégié pour se poser la question, du raccordement à un réseau de chaleur existant ou de l'installation d'une production d'ECS solaire par exemple.

AMÉLIORER LE SYSTÈME D'ÉVACUATION DES PRODUITS DE COMBUSTION

Dans le cas d'un changement de générateur (de type B), il y a lieu de valider la compatibilité du conduit de fumée existant. Il doit être vérifié : la classe de résistance à la température, à la pression, aux condensats et à la corrosion notamment.

// Dans le cas d'une chaudière à condensation ou à granulés, la réutilisation du conduit de fumée existant impliquera généralement son tubage pour assurer la résistance aux condensats.

DÉSEMBOLER LES INSTALLATIONS

Le réseau peut être encombré par des boues, constituées de particules solides, à la suite de phénomènes de corrosion et d'entartrage, notamment.

Les particules solides en suspension dans l'eau s'accumulent sous forme de dépôts boueux en partie basse des installations et dans les zones où les vitesses sont faibles (radiateurs, chaudières à fort volume d'eau, ...). Ces dépôts, lorsqu'ils deviennent importants, peuvent générer de nombreux désordres :

- corrosions par aération différentielle qui peuvent entraîner des perforations dans les émetteurs, les chaudières, ...
- contraintes mécaniques internes qui peuvent aller jusqu'à la rupture du corps de chauffe des chaudières en fonte
- colmatage des orifices de passage des organes de réglage, des robinets thermostatiques, des vannes de régulation...
- diminution des débits à l'origine de déséquilibres thermiques
- diminution des puissances émises par les radiateurs
- détérioration des circulateurs

ATTENTION



Les boues peuvent être à l'origine de déséquilibre du réseau impliquant une dégradation du confort et une augmentation de la consommation d'énergie (du fait de surchauffes et des pertes de charge ainsi générées). Elles peuvent conduire dans certains cas à des désordres graves (notamment la détérioration du nouveau générateur).

Avant tout désembouage, un diagnostic préalable du réseau de distribution de chauffage est recommandé. Ce diagnostic doit permettre de déterminer :

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

Il comprend :

- l'analyse de l'historique de l'installation (les appoints d'eau réalisés, les traitements d'eau mis en œuvre, les signes de corrosion, ...)
- l'examen physique du réseau : auscultation des canalisations, contrôle du vase d'expansion, contrôle des dispositifs de dégazage...
- les analyses physico-chimiques de l'eau d'appoint et de l'installation
- l'analyse des dépôts prélevés en point bas de l'installation

COMMENT FAIRE



L'arrêté sur l'entretien des chaudières paru le 24 juillet 2020 indique que le contrôle de l'embouement fait partie de l'entretien annuel d'une chaudière dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW. De plus, l'arrêté impose la fourniture de conseils portant notamment sur le réseau de distribution et l'intérêt de procéder à un désembouage.

ATTENTION



Quelle que soit la méthode de désembouage appliquée, il faut veiller à la comptabilité des produits utilisés avec les matériaux présents sur l'installation, en particulier en présence d'aluminium.

La plupart des procédures de désembouage, excepté la méthode « douce », nécessite un arrêt de l'installation. Une information préalable des occupants est dans ce cas nécessaire.

Le rééquilibrage du réseau après une opération de désembouage, surtout par les méthodes acides, est indispensable.

INSTALLER UNE TÉLÉGESTION

La télégestion consiste à surveiller, commander et optimiser le fonctionnement de la chaufferie à distance. L'exploitation de la chaufferie est donc de meilleure qualité : les consommations sont réduites par la correction plus rapide des défauts et des dérives détectées, les services de chauffage et de production d'eau chaude

sanitaire sont interrompus pour des durées plus courtes, le maintien dans le temps des performances énergétiques de l'installation, voire leur amélioration, est garanti par le contrôle plus régulier des consommations et des paramètres de fonctionnement.

METTRE EN PLACE DES ROBINETS THERMOSTATIQUES

La mise en place de robinets thermostatiques permet notamment une amélioration du confort par maintien de la température ambiante souhaitée et des économies d'énergie en évitant les surchauffes. En outre, la mise en place du dispositif de répartition des frais de chauffage est désormais associée à la mise à disposition de l'occupant « d'organes de régulation en fonction de la température

intérieure de la pièce, notamment de robinets thermostatiques en état de fonctionnement ». L'installation de robinets thermostatiques en remplacement des robinets manuels doit amener à des précautions quant aux incidences sur le circuit hydraulique. En outre, un désembouage de l'installation doit être mené et rééquilibrage du réseau de chauffage à prévoir.



SOLUTIONS DE RÉNOVATION, COMMENT CHOISIR ?



OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

De nombreuses solutions techniques peuvent être utilisées pour réaliser une même fonction (ici production de chauffage et/ou d'ECS). Le choix de la solution se fait en fonction des différents besoins et contraintes de l'installation et plus généralement du bâtiment existant.

Pour accompagner les professionnels, le tableau suivant :

- identifie les principales contraintes liées aux technologies présentées dans le présent document ;
- permet d'identifier les solutions techniques les plus adaptées.

Etat des lieux			Solutions de remplacement			Solutions d'hybridation		
			Pour le chauffage et l'ECS			Pour le chauffage et l'ECS		Pour l'ECS
			Générateurs (ch., PAC, cogé) gaz naturel	PAC en substitution	Chaudière bois	Ch. en relève d'une PAC	Ch. en relève d'une chaudière bois	Couplage avec CESC
			[Ch.7.5]	[Ch.7.7]	[Ch.7.6]	[Ch.8.2]	[Ch.8.1]	[Ch.8.3]
Contraintes d'approvisionnement	L'installation existante n'est pas raccordable au réseau de distribution de gaz naturel	Optimisation installation existante (Ch.5)						
	Pas de distributeur de combustible bois à proximité							
	Accès pour le distributeur de combustible bois impossible							
	Puissance d'abonnement et puissance électrique disponible non compatible							
Contraintes techniques	La chaudière existante n'est pas en bon état							
	Surface et/ou volume disponibles à l'intérieur limité							
	Surface et/ou volume disponibles à l'extérieur limité							
	Limite de propriété du voisinage (risque acoustique)							
	Régime de température de la boucle de chauffage élevé							
	Surface insuffisante ou non optimale pour l'implantation des capteurs solaires							

	Configuration défavorable (notamment vis-à-vis du surcoût associé)
	Configuration favorable
	Configuration favorable (si prise en compte des contraintes pour adapter la solution)

TABEAU 1 Identification des solutions les plus adaptées pour la conversion d'une chaufferie existante

6

2

MISE EN PRATIQUE

Outil d'aide à la décision : Mise en pratique

	Chaufferie n°1	Chaufferie n°2
L'installation existante n'est pas raccordable au réseau de distribution de gaz naturel	✓	✗
Pas de distributeur de combustibles bois à proximité	✓	✓
Accès pour le distributeur de combustible bois impossible	✗ fort dénivelé	✓
La chaudière existante n'est pas en bon état	✓	✗
Surface et/ou volume disponibles à l'intérieur limités	✓	✗ Faible surface
Surface et/ou volume disponibles à l'extérieur limités	✓	✓
Puissance d'abonnement et puissance électrique disponible non compatible	✓	✓
Limite de propriété du voisinage (risque acoustique)	✓	✗ Proche d'un bâtiment avoisinant
Régime de température de la boucle de chauffage élevé	✓	✗ Réseau haute température, constante
Surface insuffisante ou non optimale pour l'implantation des capteurs solaires	✗ Toiture en mauvais état	✓
Solutions envisageables	Maintien de la chaudière existante possible en relève d'une PAC électrique. Toutes les solutions de remplacement envisageables hors chaudière bois Point de vigilance : une solution d'intégration des capteurs solaires autre qu'en toiture doit être recherchée	Toutes les solutions de remplacement envisageables hors gaz naturel Point de vigilance : - pour les PAC (seule ou hybride), l'intégration acoustique de l'unité extérieure doit être réfléchie - pour les PAC et dans la mesure du possible, il convient de favoriser des actions visant à réduire les pertes thermiques du bâtiment à chauffer afin d'abaisser les régimes d'eau



SOLUTIONS DE RENOVATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR



GESTION DE L'ANCIENNE INSTALLATION FIOUL

DÉGAZAGE, NETTOYAGE ET NEUTRALISATION D'UNE CUVE FIOUL

L'article 28 de l'arrêté du 1er juillet 2004 précise que tout abandon d'un réservoir, qu'il soit définitif ou provisoire, doit faire l'objet de dispositions conduisant à éviter tout risque de formation de vapeur afin de limiter les risques d'inflammabilité et/ou d'explosion.

Concrètement, ces dispositions consistent en une vidange, un dégazage et un nettoyage de la cuve.

Ces opérations doivent être réalisées par une entreprise qualifiée qui doit fournir un premier certificat à l'utilisateur une fois les opérations d'inertage effectuées, garantissant ainsi leurs bonnes exécutions.

Une fois ces opérations effectuées, deux possibilités s'offrent aux professionnels pour rendre inutilisable la cuve :

- La neutralisation de la cuve fioul : cette opération consiste à rendre la cuve définitivement inutilisable. Dans ce cas, elle est comblée à l'aide de produits

solides inertes tels que du sable, du béton ou de la terre, ... L'intégralité de la surface de la paroi interne de la cuve doit être recouverte. Cette solution est à privilégier dans le cas des stockages enterrés ;

- L'enlèvement de la cuve fioul : cette solution est à privilégier dans le cas des cuves hors sol. La cuve peut être retirée directement ou après découpe pour faciliter le transport.

A la fin de ces opérations, le professionnel procède à l'enlèvement de la cuve le cas échéant et assure le transport des déchets engendrés par les opérations de nettoyage et éventuellement de découpe vers un centre des déchets agréé.

Une fois l'ensemble des opérations réalisées, le professionnel remet au propriétaire de l'installation un certificat d'abandon de cuve et un bordereau de suivi des déchets.

CONSEILS



L'article 28 de l'arrêté du 1er juillet 2004 précise également que si l'abandon de la cuve est consécutif à la modification de l'installation de chauffage, il appartient à l'entreprise intervenante de respecter l'ensemble de ces dispositions. Autrement dit, l'installateur à la charge d'engager une entreprise qualifiée pour réaliser les travaux inhérents à l'abandon de la cuve. Sa responsabilité est engagée.

DÉPOSE DU OU DES ANCIENS GÉNÉRATEURS FIOUL

L'ancienne installation de production de chaleur au fioul doit être retirée du local chaufferie et les déchets engendrés gérés par le professionnel. Une attention particulière doit être portée pour les générateurs installés avant 1997

vis-à-vis du risque amiante. Les opérations pouvant engendrer un risque de dégagement d'amiante doivent être réalisées par une entreprise possédant les qualifications professionnelles requises.

7 2

GESTION DE L'ÉVACUATION DES PRODUITS DE COMBUSTION

VÉRIFICATIONS PRÉALABLES DU CONDUIT EXISTANT

Lors d'un changement de combustible et de générateur, un conduit de fumée/cheminée peut être réutilisé. Il convient néanmoins de vérifier que celui-ci est apte à ce changement. Il s'agit ainsi de vérifier :

- sa vacuité (lors du ramonage préalable) ;
- son étanchéité à l'air ;
- la réalisation de l'ouvrage en termes de hauteur de débouché, continuité et section du conduit, tracé, trappe de ramonage, ... ;
- la compatibilité du dimensionnement et des caractéristiques du conduit existant en termes de section et hauteur ;
- la compatibilité du conduit avec le combustible et le nouveau générateur en termes de classe de température et de pression, résistance à la condensation, à la corrosion et au feu de cheminée ;

CONSEILS



Par exemple, les chaudières « basse température » et les chaudières « à condensation » ne doivent pas être installées et raccordées à un conduit de fumée maçonné.

- les distances de sécurité (par rapport à des matériaux combustibles à proximité).

Si ces vérifications sont concluantes alors le conduit peut être réutilisé. Si non, il faut le réhabiliter avec une nouvelle solution.

SOLUTIONS DE RÉHABILITATIONS POSSIBLES

Lors d'un changement de générateur, différentes solutions de réhabilitation du système assurant l'évacuation des fumées sont possibles :

- réutilisation du système existant, sous réserve d'un diagnostic le permettant ;
- tubage du système existant : cette solution permet de réhabiliter des conduits de fumée non étanches, de le rendre compatible avec les nouvelles caractéristiques propres au nouveau générateur ou encore de modifier sa section pour respecter le nouveau dimensionnement ;
- chemisage du conduit existant : cette solution permet de réhabiliter des conduits de fumée non étanches ;
- préconisation d'une solution avec appareils étanches (type C) que le conduit existant soit réutilisable ou non.

VÉRIFICATION DE LA COMPATIBILITÉ DU CONDUIT AVEC LE NOUVEAU GÉNÉRATEUR

// Les chaudières « basse température », « à condensation » et à granulés ne doivent pas être installées et raccordées à un conduit fumée maçonné (non résistant à la condensation).

égale à la température nominale de fonctionnement du générateur (température des fumées à la buse déclarée par le fabricant de la chaudière à puissance nominale) ;

- classe de pression : s'assurer que la classe de pression (pression positive, pression négative c'est-à-dire tirage naturel) est compatible avec le mode d'évacuation des produits de combustion ;
- classe de résistance à la condensation : s'assurer que le conduit est apte à recevoir ou non de la condensation en régime permanent de fonctionnement ;

La désignation du conduit de fumée est caractérisée par les grandeurs suivantes :

- classe de température : s'assurer que la classe de température du conduit existant soit supérieure ou

COMMENT FAIRE



Indépendamment du combustible, un conduit « W » (apte à recevoir les condensats) permet un fonctionnement en condition humide et est nécessaire pour le raccordement des appareils basse température et à granulés. Dans ce cas-là, prévoir en partie basse du conduit un dispositif d'évacuation des condensats.

- classe de résistance à la corrosion : s'assurer que le conduit est apte à résister aux agressions chimiques des condensats des fumées. Cette résistance est exprimée selon 3 classes, de 1 à 3 (la classe 3 offrant la meilleure résistance à la corrosion). Ces classes sont uniquement fonction du combustible et sont définies selon la NF DTU 24.1 ;
- classe de résistance au feu de cheminée : la classe définit l'aptitude du conduit à résister ou non au feu de cheminée. Il n'y a pas d'exigences spécifiques pour les conduits desservant des appareils à gaz (et au fioul). Les classes O (non résistant au feu de cheminée) et G (résistant au feu de cheminée) conviennent. Pour les combustibles solides, la classe G est obligatoire ;
- distance de sécurité minimale respectée entre la face externe du conduit d'origine et les matériaux combustibles adjacents c'est-à-dire les matériaux non

classés M0 ou A1 ou A2-s1, d0. Ces distances de sécurité sont définies dans la NF DTU 24.1 selon la température des fumées (donc indirectement selon le type de combustible et la type de générateur) et la nature du conduit (matériau et résistance thermique). A noter que lorsque la distance de sécurité déclarée par le fabricant est différente de celle figurant dans la NF DTU 24.1, il convient de respecter la distance maximale.

Globalement, les désignations minimales des composants utilisables avec des combustibles gazeux et solides sont définies dans le tableau suivant (issu de la NF DTU 24.1 P2).

- les types de conduits adaptés aux chaudières à condensation gaz sont : T120 N1 W Vm[C2] O (cas d'un remplacement de générateur) ;
Les types de conduits adaptés aux chaudières à granulés : T300 N1 W Vm[C2] G.

ADAPTATION DU CONDUIT DE FUMÉE AUX CONDITIONS D'UTILISATION

Si le conduit existant ne satisfait pas à l'usage prévu, il est nécessaire de procéder à une réhabilitation de celui-ci. Il est alors possible de tuber le conduit existant dans les conditions définies dans la NF DTU 24.1.

Le tubage consiste en l'introduction à l'intérieur d'un conduit de fumée d'un tube indépendant pour le rendre à nouveau utilisable pour l'évacuation des produits de combustion.

ATTENTION



Le tubage est uniquement admis dans un conduit répondant initialement aux conditions de stabilité et d'intégrité.

Avant tout tubage, des travaux préliminaires doivent être effectués, conformément au paragraphe 15.3 de la NF DTU 24.1 P1 :

- le conduit de fumée existant doit être ramonné, séché s'il a fait l'objet de condensation antérieure et débistré si nécessaire. Le débistrage s'effectue uniquement par action mécanique sur les parois du conduit ;
- les éléments terminaux des conduits (chapeaux pare pluie, mitron, anti-refouleurs, ...) doivent être déposés ;
- la vacuité doit être vérifiée. Il est préférable d'effectuer ce sondage dans le sens prévu pour le tubage. Si l'ensemble ne passe pas librement, le tubage ne doit pas être réalisé.

Les caractéristiques minimales propres aux tubages utilisables avec des combustibles :

- gazeux : T120 N1 W Vm[C2] ;
- bois déchiqueté : T400 N1 D Vm[C1] G (tubage rigide) et T400 N1 D Vm[C2] G (tubage flexible) ;

- granulés : T300 N1 W Vm[C2] G (tubage rigide) et T300 N1 W Vm[C2] G (tubage flexible).

La mise en œuvre du tubage doit être faite conformément à la NF DTU 24.1 ou à l'AT ou DTA du fabricant. Une attention particulière doit être apportée sur les points suivants :

- l'introduction du tubage flexible peut se faire par le haut comme par le bas. En revanche, le montage d'un tubage rigide sera privilégié par le haut ;
- le sens du montage doit être respecté. Celui-ci est indiqué par une flèche sur le tube, orientée dans le sens des fumées ;
- la fixation du tubage se fait en point haut (couronnement) et en point bas (embase) avec deux colliers de même métal que celui du tube ou toute autre pièce préconisée par le fabricant. Ces fixations doivent permettre la libre dilation du conduit ;
- la lame d'air entre l'ancien conduit et le tube doit être ventilée par des ouvertures de 5 cm² au minimum en

partie haute protégée contre d'éventuelles rentrées de pluies et de 20 cm² au minimum en partie basse ;

- la partie inférieure du tube doit être terminée par un té. Il permet à la fois de raccorder l'appareil et de collecter les suies. Un tampon avec purge doit être installé en pied de tube s'il y a risque de condensation ;

- après exécution du tubage et avant toute mise à disposition de l'utilisateur, il doit être procédé à un essai d'étanchéité (essai fumigène par exemple) ;
- tout tube présentant une fuite quelconque doit être déposé et remplacé entièrement. La réparation est interdite.

CONSEILS



A la fin des opérations de montage, l'installateur doit placer une nouvelle plaque signalétique à proximité de l'ouvrage, conformément à la NF DTU 24.1. Elle renseigne notamment sur les utilisations possibles du conduit tubé en termes de pression, condensation, matériau, ...

ADAPTATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE : EXEMPLE DU CHEMISAGE

Le chemisage d'un conduit tel que défini au paragraphe 14 de la NF DTU 24.1 P1 est « l'opération qui consiste à restituer au conduit concerné une étanchéité aux produits de combustion ». En revanche, le chemisage ne modifie pas le classement D (fonctionnement en condition sèche) du conduit d'origine SAUF en présence de procédés spéci-

fiques de réhabilitation reconnus aptes à l'emploi par un Avis Technique (AT) ou un Document Technique d'Application (DTA) valide et présentant les caractéristiques appropriées de résistance à la condensation. Dans ce cas-là, le domaine d'application du procédé, sa mise en œuvre, son entretien sont à effectuer conformément à l'AT ou DTA.

ATTENTION



Dans le cas d'un conduit non réhabilitable, la construction d'un conduit neuf doit être envisagée. Le conduit non réhabilitable doit être condamné et toutes dispositions doivent être prises pour empêcher définitivement tout branchement d'appareil, à quelque niveau que ce soit (Annexe C5.2 NF DTU 24.1).

ADAPTATION DU CARNEAU AUX CONDITIONS D'UTILISATION

Le carneau est le conduit d'allure horizontale reliant, dans un local de production de chaleur, un ou plusieurs conduits de raccordement à un conduit de fumée.

Afin de permettre l'écoulement des condensats, s'assurer de la présence d'une pente minimale de 3 % ascendant vers le conduit de fumée. Si nécessaire, un dispositif d'évacuation des condensats doit être prévu.

Le choix des composants constitutifs d'un carneau est fonction du type de combustible et du type d'appareil (standard, basse température, à condensation). Les carnaux métalliques sont à considérer comme des conduits de raccordement rigides (NF DTU 24.1 P1).

La désignation minimale d'un carneau utilisable avec des combustibles gazeux est récapitulée dans le tableau suivant.

Composant	Appareil standard	Appareil basse température	Appareil à condensation
Carneau	T250 N2 D Vm(CO) O	T160 N2 D Vm(CO) O Acier aluminé exclu	T120 N1 W Vm(C2) O

TABEAU 2 Désignations minimales des composants utilisables avec des combustibles gazeux (NF DTU 24.1 P1)

Une distance minimale de sécurité entre la paroi extérieure du carneau et les matériaux combustibles doit être respectée. Pour rappel, les matériaux combustibles sont les matériaux non classés MO ou A1 ou A2-s1, d0). La dis-

tance minimale de sécurité à respecter dépend du matériau composant le carneau et est définie selon les mêmes tableaux que pour les conduits de fumée (paragraphe 12 de la NF DTU 24.1 P1).

ADAPTATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE : SOLUTION AVEC APPAREILS ÉTANCHES (TYPE C)

Pour les bâtiments de type ERP, l'arrêté du 25 juin 1980 concernant l'implantation des chaufferies recevant des appareils étanches pour les établissements recevant du public) indique :

- pas d'implantation de chaufferie à l'étage courant, rez-de-chaussée et sous-sol ;
- implantation en terrasse, au dernier niveau ou à l'extérieur (si terminal verticale).

Pour les bâtiments d'habitation collective, le guide thématique EVAPDC de septembre 2019 (accompagnant l'arrêté du 23 février 2018) indique :

- la puissance utile totale des appareils de type C installés en SPE est limitée à 250 kW. Aucun terminal (vertical ou horizontal) d'appareil ou de groupement d'appareils de type C de puissance utile totale supérieure à 250 kW, installés en SPE, ne peut déboucher en façade ou en pied de façade d'immeuble ;

- toutefois, cette puissance peut être portée à 2000 kW si les SPE ne sont pas surmontés d'étage et que les appareils de type C sont raccordés directement à des terminaux verticaux, à travers la paroi haute du SPE ;
- aucun terminal (horizontal ou vertical) d'appareils ou de groupement d'appareils de type C de puissance utile totale supérieure à 70 kW et inférieure ou égale à 250 kW installés en SPE :
 - ne peut déboucher en façade ou en pied de façade d'immeuble comportant des entrées d'air ou des ouvrants
 - ne peut déboucher dans une courette ou une configuration de bâtiment en U
 - ne peut déboucher à moins de 1,80 m du sol environnant.

7

3

POINTS D'ATTENTION, AU-DELÀ DE LA CHAUFFERIE

La rénovation de la chaufferie implique aussi de s'intéresser au réseau de distribution. En effet, le résultat final d'une opération de rénovation de chaufferie dépendra non seulement des travaux et modifications opérés sur le système de génération de chaleur mais également sur le réseau de distribution de chauffage.

DÉSEMBOUAGE DES RÉSEAUX

Une analyse d'eau doit être réalisée. Si les résultats font apparaître une concentration importante de boues dans l'eau et révèlent la présence significative d'oxydes de fer et/ou de sels, il y a lieu de procéder au désembouage du circuit.

Avant tout désembouage, un diagnostic préalable du réseau de distribution de chauffage est à réaliser. Ce diagnostic doit permettre de déterminer :

- les causes de l'embouage. Le désembouage n'aura qu'un effet limité dans le temps si les facteurs responsables de l'embouage ne sont pas éliminés ;

COMMENT FAIRE



Les boues des circuits de chauffage sont constituées :

- d'impuretés résultantes d'un mauvais rinçage de l'installation lors de sa mise en service ou après des travaux
- de particules d'oxydes métalliques issues des corrosions : ces particules sont généralement prépondérantes sur les installations existantes embouées. Il s'agit de très fines particules qui ont la propriété d'être ferromagnétiques.
- de tartre : la quantité de tartre présente dans une installation dépend principalement des caractéristiques physico-chimiques (TH, TAC, pH, ...) de l'eau de remplissage et des volumes des appoints d'eau.

- l'intérêt et la faisabilité d'un désembouage. Cette question se pose tout particulièrement si les canalisations sont très dégradées ;

- la méthode de désembouage adaptée. Le nettoyage chimique est une opération dont la complexité est liée, en particulier, à l'état du réseau et à la nature du dépôt à éliminer ;

COMMENT FAIRE



Pour désembouger les installations de chauffage, différentes procédures et réactifs sont mis en œuvre. Un nettoyage mécanique peut dans certains cas suffire. Les réactifs et procédures mis en œuvre varient selon la taille de l'installation, la possibilité ou non de vidanger intégralement l'installation et de réaliser des chasses, la nature des matériaux présents, l'état des réseaux, la nature et la quantité de boues présentes... Les procédures sont liées aux réactifs utilisés.

ATTENTION



Quelle que soit la méthode de désembouage appliquée, il faut veiller à la comptabilité des produits utilisés avec les matériaux présents sur l'installation, en particulier en présence d'aluminium.

- les équipements éventuels à ajouter pour le désembouage : vannes de chasse, vannes de purge d'air, vannes d'isolement, dispositif de captage des boues, ...
- un traitement préventif du réseau contre la corrosion et l'entartrage. Il est recommandé de prévoir une solution de conditionnement de l'eau préventive chimique :
 - en présence d'aluminium : les radiateurs aluminium ou encore les chaudières avec un corps de chauffe en aluminium silicium sont très sensibles à la qualité d'eau. L'aluminium est un matériau sensible, notamment au pH élevé ;
 - en cas de réseau avec un régime d'eau très basse température ($T < 45^{\circ}\text{C}$) : cette température est favorable aux développements de bactéries pouvant provoquer l'embouage du réseau. De plus, à cette faible température les gaz restent dissous si bien que l'efficacité des dégazeurs (hors centrale de dégazage) sera limitée ce qui conduira à la corrosion des éléments en acier du réseau.

COMMENT FAIRE



Selon les matériaux présents dans l'installation (générateur, distribution, émission), il est nécessaire de contrôler la qualité d'eau. Les fabricants fournissent généralement des critères de qualité d'eau à respecter. Le respect de ces critères conditionne la validité de la garantie du constructeur. Les critères les plus communs concernent : le potentiel hydrogène (pH), la conductivité de l'eau, le taux de fer, le taux de cuivre, le titre hydrotimétrique (TH), le taux de chlorure.

LE RÉÉQUILIBRAGE DES RESEAUX

ATTENTION



Le rééquilibrage du réseau après une opération de désembouage, surtout par les méthodes acides, est indispensable.

Il y a déséquilibre thermique lorsque l'on constate en permanence par temps froid, non ensoleillé et non venté, des écarts de température intérieure supérieurs à 2°C entre les locaux d'un même bâtiment.

On estime que 60 à 70 % des bâtiments sont touchés par un déséquilibre thermique (sources d'inconforts et de plaintes des usagers). Du fait de :

- calculs initiaux de déperditions non conformes ;
- dimensionnement initial des émetteurs incorrect ;
- pertes calorifiques des canalisations de distribution ;
- défaut d'isolation thermique ;
- modifications thermiques du bâti non homogènes (isolation thermique de certaines parois seulement) ;
- modification de la répartition des débits dans les circuits de l'installation due à des phénomènes d'embouage, des manipulations des usagers, des mauvais réglages, ...

Le déséquilibre hydraulique est la cause principale du déséquilibre thermique. Il y a déséquilibre hydraulique si le débit d'eau qui détermine la puissance de l'émetteur n'est pas adapté aux besoins du local. Une opération de

rééquilibrage conduit à des économies sur les consommations de l'ordre de 10 à 20 %, voire plus sur des pathologies graves (notamment du fait d'un réglage de la loi de chauffe).

ATTENTION



Un rééquilibrage hydraulique ne peut pas compenser des erreurs de conception (mauvais dimensionnement des émetteurs par exemple) ou des défauts d'isolation du bâti.

LE RESEAU DE DISTRIBUTION D'ECS

COMMENT FAIRE



L'article 36 de l'arrêté du 23 juin 1978 modifié impose la mise en œuvre d'un dispositif de maintien en température de la distribution d'ECS, tel qu'un bouclage par exemple, lorsque le volume en eau entre la sortie de la production et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres.

Le réchauffage du bouclage (quand il assuré par le système de production d'ECS) influe fortement sur le fonctionnement et les performances du système de production. Les solutions à retenir pour limiter son impact sont les suivantes :

- prohiber le bouclage dans des bâtiments ayant de faibles besoins et/ou des points de puisage très éloignés les uns des autres ;
- ne pas alimenter avec le réseau bouclé certains postes de soutirage éloignés ;
- adopter une température de consigne de production collective d'ECS adaptée ;
- limiter les pertes thermiques de la boucle ;

- optimiser le système de réchauffage du bouclage existant.

Outre des pertes thermiques de stockage et de distribution plus importantes, une température plus élevée engendre :

- un risque de brûlure accru ;
- plus d'entartrage.
- limiter la consigne de production d'ECS
Il est recommandé d'adopter une température de consigne de production collective d'ECS de 60°C et pas au-delà, même si c'est possible réglementairement.

COMMENT FAIRE



A noter qu'une température de consigne de production collective d'ECS de 55°C, avec le différentiel de régulation généralement de 5 K, conduit à une température de sortie de production qui peut atteindre 50°C, voire moins, et être donc insuffisante pour maintenir le bouclage à au moins 50°C en tous points.

- limiter les pertes thermiques

Le poids des pertes thermiques du bouclage dans le bilan énergétique en ECS peut être très important. Elles peuvent dépasser très largement les besoins d'ECS si le bouclage est insuffisamment calorifugé et les besoins d'ECS du bâtiment faibles.

IMMEUBLE DE 40 LOGEMENTS

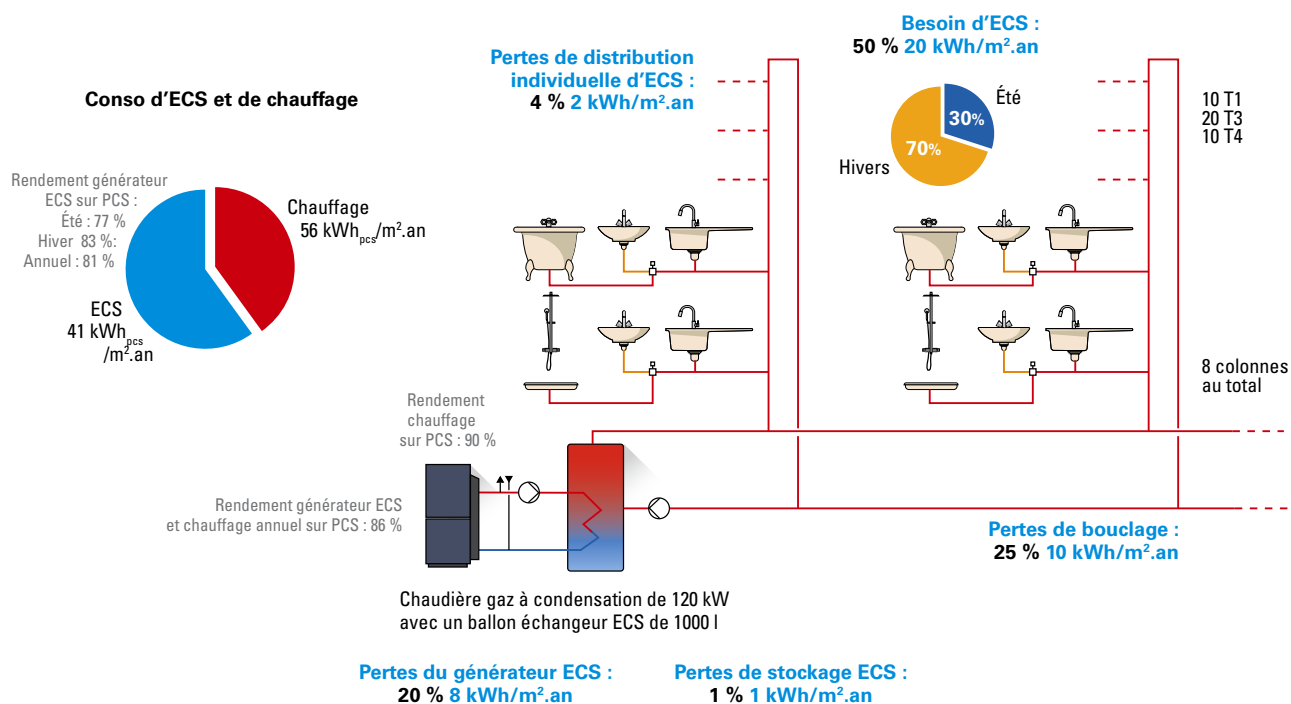


FIGURE 5

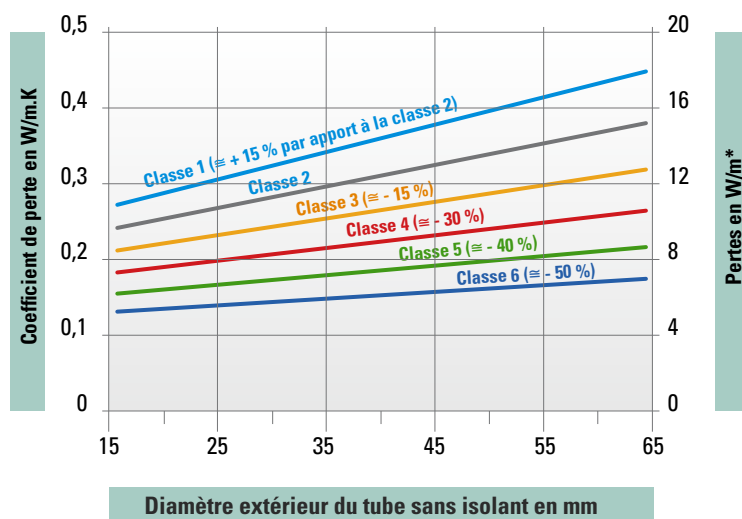
Poids des pertes thermiques du bouclage dans le bilan énergétique en ECS pour un ensemble de 40 logements.

Le poids des pertes thermiques de bouclage et les rendements de distribution liés à ces pertes dépendent des niveaux d'isolation, des longueurs de distribution, du tracé adopté et des besoins d'ECS du bâtiment.

COMMENT FAIRE



Plus les besoins sont faibles, plus l'impact des pertes thermiques est important.



* Pertes en W/m pour de l'eau à 60°C et une ambiance à 20°C

FIGURE 6 Evolution des pertes thermiques en fonction du diamètre extérieur du tube et de la classe d'isolation selon la norme NF EN 12828.

ATTENTION



Une isolation de classe 4 réduit d'environ un tiers les pertes de la boucle d'ECS par rapport à une classe 2

IMMEUBLE DE 40 LOGEMENTS

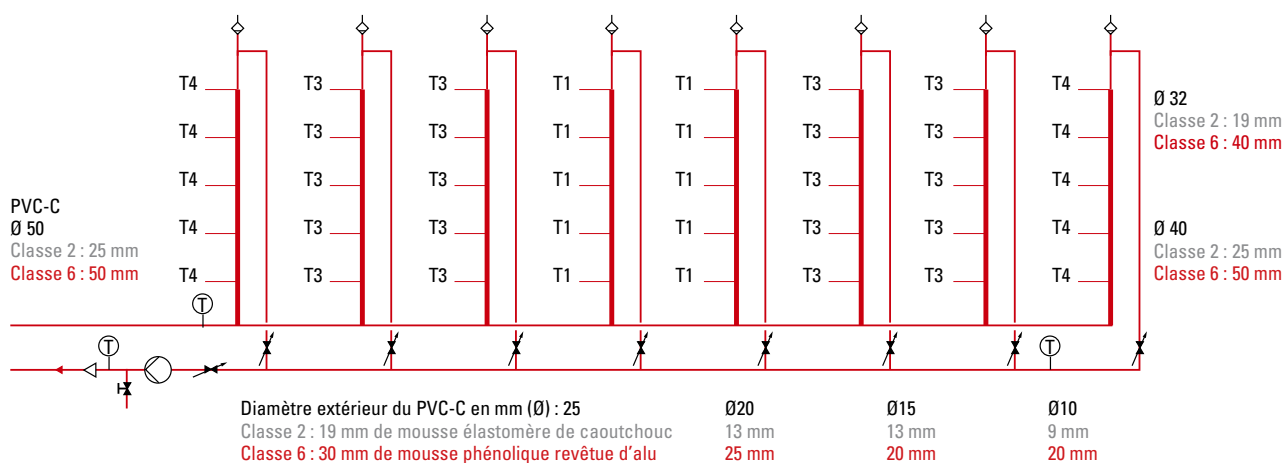


FIGURE 7 Evolution des pertes de bouclage pour une isolation de classe 2 et de classe 6

ATTENTION



Sur les installations existantes peu calorifugées, il est recommandé de procéder à la réfection du calorifuge pour atteindre un niveau d'isolation plus élevé, à minima de classe 4.

COMMENT FAIRE



Il est important également de veiller au remplacement du calorifuge dégradé ou retiré, notamment lors de travaux de réparation de fuites. Il est très fréquent sur les installations de constater l'absence de calorifuge après des travaux. La continuité de l'isolation thermique des réseaux d'ECS doit également être assurée, y compris au niveau des singularités trop souvent non prises en compte : vannes, colliers de fixation, ...

- optimiser le système de réchauffage du bouclage
Le réchauffage du bouclage est très souvent assuré par la production d'ECS. Cela permet d'éviter la mise en œuvre d'un système spécifique à cet usage. Toutefois

cela impacte fortement sur le fonctionnement, les performances ainsi que sur le dimensionnement des systèmes de production d'ECS et des générateurs de chaleur associés.

COMMENT FAIRE



Ce réchauffage ne joue pas seulement sur le bilan énergétique du système de production mais également sur :

- les débits de charge et décharge des ballons ;
- les températures au sein des ballons ;
- les temps de fonctionnement des générateurs de chaleur pour la production d'ECS ;
- les températures à l'entrée de ces générateurs de chaleur ...

L'utilisation d'un réchauffeur de boucle est recommandée dans le cas d'une production par :

- des chauffe-eau électriques à accumulation asservis aux heures creuses de la tarification ;
- des pompes à chaleur dédiées à l'ECS, si elles ne sont pas adaptées à cet usage.

L'optimisation du bouclage dépend :

- du système de production ;
- du point de raccordement du retour de bouclage sur ce système ;
- des pertes thermiques et du débit du bouclage.

7

4

RACCORDEMENT A UN RESEAU DE CHALEUR EXISTANT

Le constat de la vétusté de la chaudière doit être un moment privilégié pour se poser la question du changement éventuel d'énergie et du raccordement à un réseau de chaleur existant.

Pour le cas où l'immeuble ne serait pas raccordé à un réseau (gaz ou réseau de chaleur) et si le passage d'un réseau est programmé à brève échéance, il peut être intéressant de envisager le raccordement de l'installation au futur réseau. Une étude de faisabilité doit être menée pour examiner de telles solutions.

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend :

- une ou plusieurs unités de production de chaleur (par exemple, une chaufferie alimentée par un combustible fioul, gaz, bois...) ;
- un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur ;
- et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

AVANTAGES DU RACCORDEMENT AU RÉSEAU DE CHALEUR

- le local chaufferie existant devient un local de type sous-station. Le titre 2 de l'arrêté du 23 juin 1978 modifié définit les prescriptions à vérifier dans ce cas.
- l'absence de chaudière et de stocks de combustibles dans le bâtiment élimine les risques d'incendie, d'explosions et de rejet de monoxyde de carbone au sein des

logements, ainsi que certaines nuisances : le bruit des chaudières, les odeurs liées au type de combustible tel que le fioul ou encore les désordres liés à la livraison des combustibles, par exemple, le va-et-vient des camions.

COMMENT FAIRE



Sachant que l'implantation, la gestion et l'entretien des installations du réseau primaire sont assurés par l'exploitant, le risque et la responsabilité qui y sont liés lui incombent.

- les réseaux de chaleur donnent accès à une fourniture de chaleur générée par la consommation d'EnR&R
- le raccordement au réseau peut aussi permettre de minimiser l'impact visuel des systèmes de chauffage comme les cheminées. En outre, la réduction du bruit

au sein du bâtiment est réelle du fait de la délocalisation du système de production de chaleur. Le raccordement au réseau favorise également une meilleure performance environnementale du bâtiment et le contrôle des divers rejets notamment atmosphériques.

FAISABILITÉ DU RACCORDEMENT À UN RÉSEAU DE CHALEUR

- compatibilité du bâtiment
 - type de chauffage : pour un bâtiment alimenté via une chaudière collective au gaz ou au fioul, les travaux sont beaucoup plus limités : il suffit de remplacer la chaudière par un échangeur (sous-station).
 - contraintes techniques du réseau primaire et du local de la sous-station : l'implantation du réseau primaire d'un réseau de chaleur et l'emplacement des sous-stations est encadré par arrêté ministériel (Article 21 de l'arrêté interministériel du 23 juin 1978). Le local où sera situé la sous-station doit répondre à certaines contraintes techniques (hauteur sous-plafond, surface du local, système de ventilation, etc.).
- présence d'un réseau de chaleur et à une distance acceptable pour envisager un raccordement
 - compatibilité des besoins des bâtiments à raccorder avec la capacité de production du réseau de chaleur. L'évaluation de la consommation annuelle et le profil journalier du besoin de chaleur du bâtiment permettront à l'exploitant du réseau d'évaluer l'impact sur le foisonnement de son réseau et de s'assurer d'une production suffisante en période de pic de consommation et ainsi, de ne pas mettre en difficulté l'approvisionnement en chaleur (eau chaude sanitaire et chauffage) des installations actuellement raccordées.

COMMENT FAIRE



En première approche il convient de s'assurer que le rapport longueur/consommation soit bien supérieur à 1,5MWh/m à l'échelle du bâtiment à raccorder.

	Logement de 70 m ² , après 2005 (besoin chaleur : 96 kWh/m ² /an)	Logement de 70 m ² , années 80 (besoin chaleur : 136 kWh/m ² /an)
Consommation annuelle d'un logement (A)	6,72 MWh/an (= 70 m ² x 96 kWh/m ² /an)	9,52 MWh/an (= 70 m ² x 136 kWh/m ² /an)
Nombre de logements ³ de la copropriété (B)	10	10
Consommation totale de la copropriété (C) = (A) x (B)	67,2 MWh/an	95,2 MWh/an
Distance acceptable (D) = (C) x 1,5	100 m	140 m

TABLEAU 3 Exemple de calcul pour deux types de logements

COMMENT FAIRE



Les frais de raccordement à un réseau de chaleur varient de manière importante selon les réseaux et les bâtiments raccordés, notamment en fonction de l'éloignement au réseau primaire. Ils comprennent l'ensemble des travaux nécessaires pour étendre le réseau primaire jusqu'à la sous-station (point de livraison).



REEMPLACEMENT PAR LE GAZ

Ce chapitre permet de comprendre les enjeux techniques et réglementaires liés à une conversion d'une chaufferie fioul en gaz. Il permet d'identifier également les points clés pour concevoir et mettre en œuvre une telle solution (avec changement d'énergie et de générateur).

COMMENT FAIRE



Principale condition pour pouvoir remplacer la chaudière existante par un générateur fonctionnant au gaz : que le bâtiment soit raccordable au réseau de distribution de gaz naturel.

ATTENTION



Conformément aux nouvelles dénominations stipulées dans l'arrêté du 23 février 2018, le terme chaufferie utilisé ici est équivalent au nouveau terme local de production d'énergie (LPE).

7.5.1 INTERVENTIONS SUR LA CHAUFFERIE EXISTANTE

Pour rappel, lors d'une rénovation de chaufferie, avec ou sans changement d'énergie, le respect des textes réglementaires peut nécessiter les interventions de :

- mise en conformité de l'installation, où l'arrêté « chaufferie » s'applique intégralement ;
- mise en sécurité de l'installation, quand les travaux de réhabilitation conduisent à des transformations immobilières importantes.

Dans le cas d'une conversion de l'installation fioul en gaz, attention :

- aux moyens de lutte contre l'incendie
Pour les chaufferies au gaz, prévoir un extincteur à poudre polyvalente de classe minimum 5A – 34B accompagné d'un panneau précisant « Ne pas utiliser sur flamme gaz ».

COMMENT FAIRE



Pour les chaufferies à combustible solide ou liquide, un dépôt de sable de 0,1 m³ et une pelle ainsi que deux extincteurs portatifs (pour feux de classe 34 B1 ou B2 au moins) par brûleur, avec un maximum exigible de 4.

- à la régulation

L'installation ou le remplacement d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux doit être accompagné de la mise en place d'un appareil de régulation programmable du chauffage.

- à la ventilation du local

Les sections libres et les débits de ventilation à appliquer pour les chaufferies au gaz sont spécifiés dans le DTU 65.4. La ventilation basse peut être réalisée par des ouvertures en parois extérieures ou par des conduits d'air, munis ou non de moyens mécaniques.

Ventilation basse				
Gaz naturel	Toutes chaufferies	Type d'amenée d'air	Fonction	Ventilation basse VB
		Naturelle, orifice dans une paroi	Ventilation + Air comburant	$VB : S(\text{dm}^2) \geq P(\text{kW}) / 23$
			Ventilation seule	$VB : S(\text{dm}^2) \geq A(\text{m}^2) / 5$ Avec A : surface en m ² du plancher de la chaufferie
		Naturelle par conduit d'air ou mécanique par orifice dans une paroi ou mécanique par conduit d'air	Ventilation + Air comburant	Débit d'air indispensable des générateurs ou à défaut 1.72 m ³ /h par kW de puissance installée
			Ventilation seule	$V(\text{m}^3/\text{h}) \geq 10 \times A(\text{m}^2)$

TABEAU 4 Sections et débits de ventilation basse des chaufferies gaz

ATTENTION



Le fonctionnement des brûleurs doit être asservi au fonctionnement des moyens mécaniques éventuellement utilisés pour alimenter en air les générateurs.

La ventilation haute doit être assurée en tirage naturel par un conduit débouchant à l'air libre en toiture des bâtiments. Ce conduit doit prendre son départ au voisinage du plafond. La ventilation haute par ouvertures latérales (sur au moins deux parois distinctes) n'est autorisée que dans le cas de chaufferies situées en terrasse ou à l'extérieur du bâtiment.

ATTENTION



Lorsque le conduit de fumée est placé en gaine ventilée, celle-ci peut contenir le conduit de ventilation haute. En aucun cas, la gaine ne peut être utilisée comme conduit de ventilation haute de la chaufferie. Par ailleurs, l'espace compris entre le tubage et le conduit de fumée ne peut pas faire office de ventilation haute de la chaufferie.

Ventilation haute		
Tout type de gaz	Type d'évacuation d'air	Ventilation haute : VH dm ²
	Ouvertures latérales UNIUEMENT chaufferie terrasse et extérieure	$VH \geq A(\text{m}^2) / 10$ avec mini 2.5 dm ²
	Conduit débouchant en toiture	$VH \geq F(\text{dm}^2) / 2$ avec mini 2.5 dm ² Avec F : section totale en dm ² des conduits de fumée

TABEAU 5 Sections de ventilation haute des chaufferies gaz

COMMENT FAIRE



Pour le combustible fioul, les sections libres suivantes sont normalement prévues en chaufferie :

- ventilation basse : section de $0,03 \text{ dm}^2/\text{kW}$ de puissance utile (section minimale de $2,5 \text{ dm}^2$)
- ventilation haute : section de $0,02 \text{ dm}^2/\text{kW}$ de puissance utile (section minimale de $2,5 \text{ dm}^2$)

L'évacuation d'air est réalisée par un ou plusieurs conduits débouchant en toiture du bâtiment ou par une ou plusieurs ouvertures en parois de la chaufferie.

Pour illustrer, prenons un exemple avec les hypothèses suivantes :

- chaudière de type B prenant l'air de combustion dans la chaufferie
- chaufferie implantée à l'extérieur avec ouvertures latérales
- chaudière de puissance 300 kW
- surface de la chaufferie de 30 m^2

	Cas fioul (état initial)	Cas gaz (cas rénové)	Remarques
Ventilation basse	9 dm^2	13 dm^2	Augmentation de la ventilation basse en cas de changement de combustible
Ventilation haute	6 dm^2	3 dm^2	

TABLEAU 6 Sections de ventilation haute et basse : exemple d'une rénovation de chaufferie fioul-gaz

- dispositif de séparation

Dans le cas de l'utilisation de combustibles liquides, la chaufferie doit comporter un dispositif permettant de séparer ces produits des eaux à évacuer, et ceci avant tout pompage automatique ou non. Après la conversion au gaz naturel, ce dispositif n'est plus nécessaire.

7.5.2 CRÉATION DE L'ALIMENTATION EN GAZ NATUREL

Les prescriptions réglementaires et para-réglementaires concernant l'alimentation en gaz des chaufferies sont données dans les textes suivants :

- arrêté du 23 février 2018 (accompagné de 5 guides thématiques)

- NF DTU 61.1
- DTU 65.4

CONSEILS



Pour les immeubles existants construits avant l'entrée en vigueur de l'arrêté du 23 février 2018 et lorsqu'on réalise une installation de gaz neuve dans un bâtiment existant :

- respect des dispositions de l'arrêté (dispositions applicables aux bâtiments neufs)
- ou si les dispositions des lieux ne le permettent pas, appliquer l'article 17 du titre VII qui permet une souplesse en ce qui concerne la mise en œuvre des conduites montantes et l'alimentation en gaz des chaufferies.

ORGANES DE COUPURE

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

- un organe de coupure générale,
- un organe de coupure de chaufferie,

- un organe de coupure automatique, le cas échéant, si la conduite d'alimentation en gaz comporte un parcours intérieur au bâtiment avant de pénétrer dans la chaufferie et si elle est alimentée à une pression supérieure à 400 mbar.

ATTENTION



Les organes de coupure doivent être signalés, accessibles en permanence (au niveau du sol pour l'organe de coupure générale), facilement manœuvrables et munis d'une plaque d'identification indélébile.

L'organe de coupure générale (vanne, robinet ou obturateur) doit être à fermeture rapide. Il doit être placé à l'extérieur du bâtiment et à son voisinage immédiat. Cet organe de coupure est généralement situé en limite de

propriété. Il prend place en coffret ou en poste de détente.

Le type d'organe de coupure générale et son emplacement sont choisis par le distributeur ou en accord avec lui.

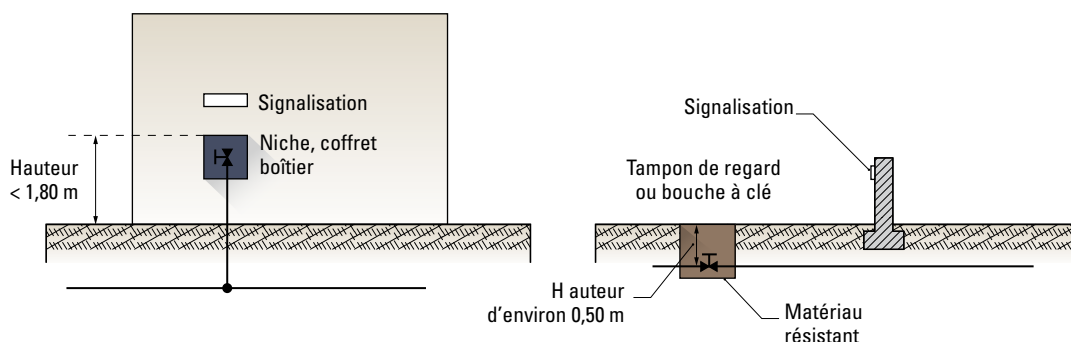


FIGURE 8 Exemples d'installations de l'organe de coupure générale en élévation (à gauche) et en souterrain (à droite).

L'organe de coupure de chaufferie (vanne, robinet ou obturateur) doit être placé avant pénétration dans la chaufferie. L'organe de coupure peut être placé à l'intérieur de la chaufferie ou du poste de détente à condition qu'il soit manœuvrable de l'extérieur, soit directement (trappe d'accès, système mécanique), soit à distance par commande pneumatique, mécanique ou électrique.

Il est par contre interdit de le placer à l'intérieur du sas. L'organe de coupure de chaufferie peut être confondu avec l'organe de coupure générale, à condition qu'il soit installé à proximité immédiate du point de pénétration. Si le poste de détente est accolé à la chaufferie, l'organe de coupure doit être placé avant celui-ci.

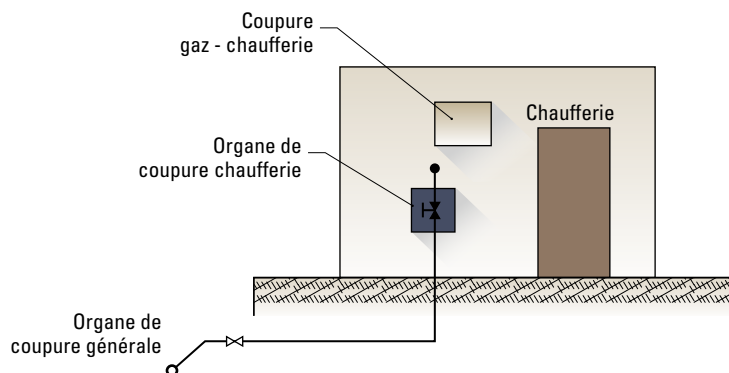


FIGURE 9 Disposition de l'organe de coupure de chaufferie. Il peut aussi être placé à l'intérieur de la chaufferie à condition qu'il soit manœuvrable de l'extérieur.

L'organe de coupure automatique est obligatoire si la conduite d'alimentation en gaz comporte un parcours intérieur au bâtiment avant de pénétrer dans la chaufferie et si elle est alimentée à une pression supérieure à 400 mbar.

Il doit être localisé à l'extérieur, en aval de l'organe de coupure générale, et avant la première pénétration dans

le bâtiment. Il est donc situé entre les deux organes de coupure décrits précédemment (figure 17).

Il a pour rôle d'interrompre le débit du gaz lorsqu'il dépasse une valeur supérieure à 1,5 fois son débit nominal. Il doit être d'un modèle agréé dont le débit nominal est voisin et immédiatement supérieur au débit maximal prévisionnel.

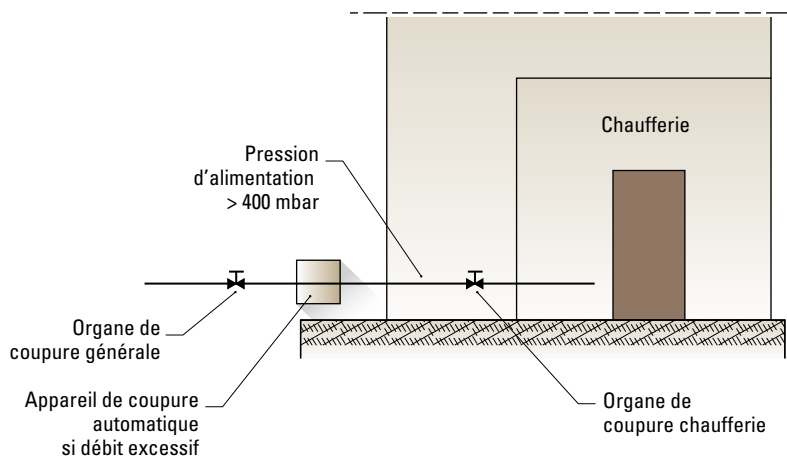


FIGURE 10 Exemple de mise en place d'un organe de coupure automatique dans un immeuble existant lorsque la pression d'alimentation est supérieure à 400 mbar

ALIMENTATION DES GÉNÉRATEURS

Les générateurs peuvent être raccordés à la canalisation d'alimentation en gaz par des canalisations rigides ou des tuyaux flexibles à armature métallique.

Les tuyaux flexibles doivent être raccordés par des raccords filetés ou des brides (moyens mécaniques fixes).

Ils ne doivent pas être bridés sur leur parcours et leur longueur ne peut être supérieure à 2 m.

Un robinet de commande est prévu sur la canalisation d'alimentation et à proximité de la chaudière afin d'interrompre l'admission de gaz en cas de nécessité.

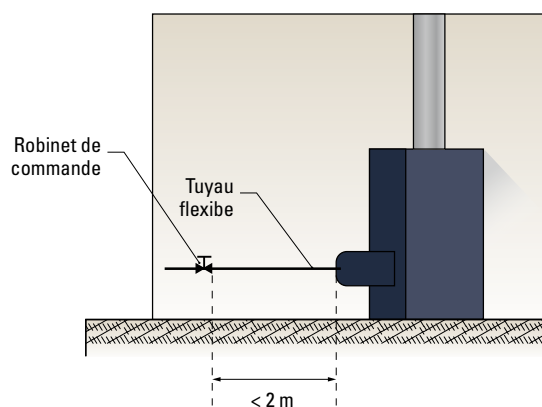


FIGURE 11 Un robinet de commande est placé sur l'alimentation de la chaudière.

Il est conseillé de prévoir une capacité tampon sur l'alimentation du brûleur afin d'éviter le déclenchement intempestif du dispositif de sécurité par surpression. Celle-ci doit être placée, soit à l'extérieur, soit dans la zone de la chaufferie où la température est la moins élevée.

COMMENT FAIRE



La capacité-tampon peut être remplacée par un anti-surpresseur.

PASSAGE DES CANALISATIONS GAZ EN IMMEUBLES EXISTANTS

Si la disposition des lieux l'oblige, la pénétration des conduites d'alimentation dans le bâtiment est autorisée mais doit avoir lieu au rez-de-chaussée ou au 1^{er} sous-sol.

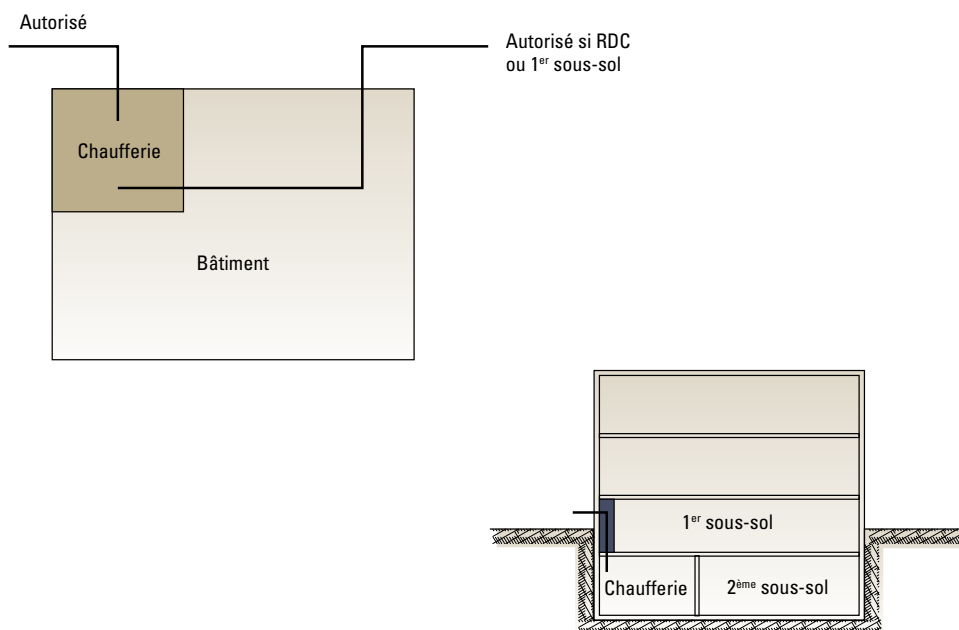


FIGURE 12 En immeuble existant, la pénétration peut se faire au rez-de-chaussée ou au 1^{er} sous-sol (à gauche) même si la chaufferie est en dessous du premier sous-sol (à droite).

Des dispositions sont à prendre selon la pression d'alimentation en gaz. Si la pression est inférieure à 400 mbar, la conduite doit être :

- soit en tube acier soudé ;

- soit placée sous gaine ouverte sur l'extérieur REI60, réalisée en matériaux incombustibles A2s1d0 et résistante aux chocs.

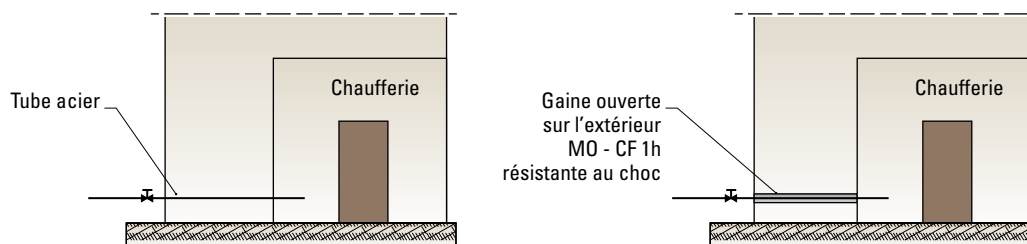


FIGURE 13 Deux solutions admises pour le passage de canalisations en immeubles existants si $p \leq 400$ mbar.

Si la pression est supérieure à 400 mbar, les mesures à prendre diffèrent en fonction de la puissance véhiculée par la conduite.

Si la puissance est inférieure ou égale à 1162 kW, la conduite doit être :

- soit en tube acier et équipée d'un organe de coupure automatique

- soit disposée en gaine ouverte sur l'extérieur REI60, réalisée en matériaux incombustibles A2s1d0 et résistante aux chocs.

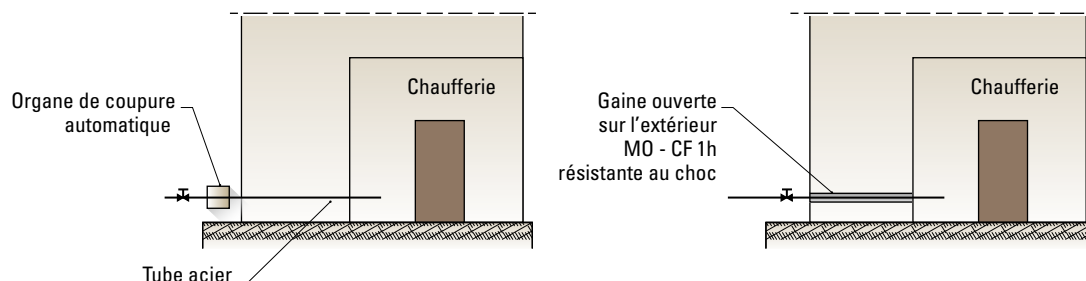


FIGURE 14 Deux solutions admises pour le passage de canalisations en immeubles existants si $p > 400$ mbar et si la puissance véhiculée est ≤ 1162 kW.

Si la puissance véhiculée est supérieure à 1162 kW, la conduite doit être disposée en gaine (voir caractéristiques ci-dessus) et comporter un organe de coupure automatique.

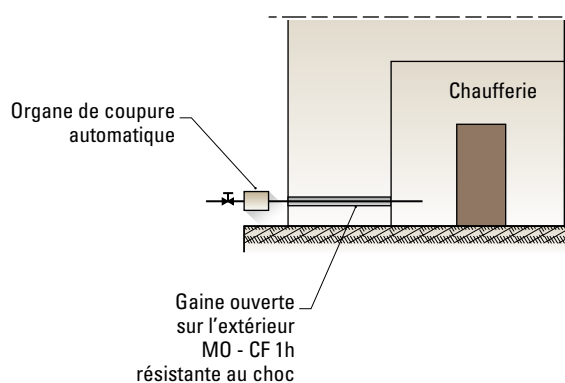


FIGURE 15 Dispositions à prendre pour le passage de canalisations en immeubles existants si $p > 400$ mbar et si la puissance véhiculée est > 1162 kW.

ALIMENTATION DES CHAUFFERIES EN TERRASSE OU AU DERNIER NIVEAU

Si la chaufferie est en terrasse ou en étage non surmontée d'étage habité, les conduites d'alimentation sont interdites à l'intérieur du bâtiment. Elles doivent être placées à l'extérieur, en apparent en façade, en gaine accolée ou intégrée à la façade. En cas d'impossibilité de cheminer en façade sur rue et s'il n'existe pas de passage destiné au franchissement du bâtiment, les conduites peuvent sous

certaines conditions traverser le bâtiment. Les conduites extérieures apparentes doivent passer à une distance d'au moins 0,4 m des ouvrants et 0,6 m des orifices de ventilation. Une protection mécanique par fourreau doit être mise en place si la conduite passe dans des parties accessibles (balcons, terrasses, ...).

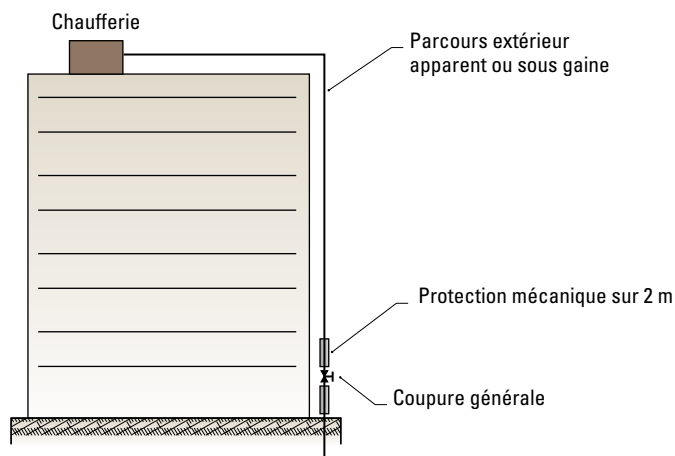


FIGURE 16 L'alimentation des chaufferies en terrasse ou au dernier niveau est réalisée par l'extérieur.

COMPTEUR GAZ

Les compteurs doivent être installés dans des locaux ou emplacements ventilés ou aérés, éclairés, à l'abri des causes de détérioration et permettant aisément leur relevé. Ils peuvent prendre place dans la chaufferie. Leur emplacement est déterminé en accord avec le distributeur, de même que leurs conditions de pose.

Les tuyauteries d'entrée et de sortie d'un compteur peuvent être réunies par l'intermédiaire d'une conduite de bypasse munie d'un robinet. Le robinet doit être plombé en position de fermeture. Seul le distributeur peut autoriser l'installation d'un bypasse.

BLOC ET POSTE DE DÉTENTE

Le bloc de détente regroupe l'ensemble des appareils (filtre, détendeur, déclencheur de sécurité, robinets, ...) ayant pour fonction de détendre le gaz d'une pression amont variable à une pression aval déterminée.

Le poste de détente est l'enceinte ou le local occupé par le bloc de détente. Le choix du type de bloc de détente doit se faire en accord avec le distributeur.

Le bloc de détente doit être situé à l'extérieur des bâtiments : en armoire, en niche, en coffret, ... Toutefois, il peut être placé :

- à l'intérieur de la chaufferie si celle-ci est extérieure, accolée ou non, en terrasse ou en étage non surmontée d'étage habité ;

Il ne doit pas exister de communication directe entre la chaufferie et le bâtiment et la puissance utile de la chaufferie doit être inférieure à 2000 kW ;

- dans le cas des bâtiments existants, à l'intérieur du bâtiment si le bloc de détente est alimenté à une pression au plus égale à 4 bars. Il doit être localisé, soit dans un local ventilé directement et en permanence sur l'extérieur situé le plus près possible du point de pénétration dans le bâtiment, soit à l'intérieur de la chaufferie.

COMMENT FAIRE



Notons que les détendeurs dont la puissance totale installée ne dépasse pas en moyenne 280 kW par chaudière sont autorisés dans les chaufferies des bâtiments neufs et existants.

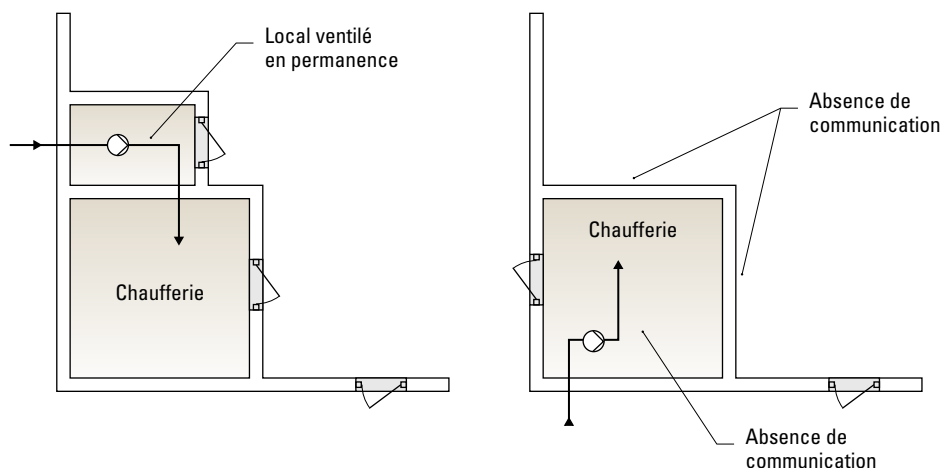


FIGURE 17 Cas d'installation du bloc de détente à l'intérieur d'un bâtiment existant s'il est alimenté à une pression au plus égale à 4 bar.

COMMENT FAIRE



L'établissement d'un certificat de conformité « modèle 3 » est obligatoire pour toute chaufferie alimentée en gaz des immeubles d'habitation qu'elle soit neuve, complétée ou modifiée. Il concerne l'installation des canalisations et organes accessoires d'alimentation des chaufferies.

7.5.3 L'ÉVACUATION DES CONDENSATS

COMMENT FAIRE



Les condensats provenant de la chaudière et du conduit de fumée sont acides. Ils ont un pH compris environ entre 3,5 et 5 pour la combustion du gaz naturel.

LA RÉGLEMENTATION

Concernant les déversements, l'article 29.2 du Règlement Sanitaire Départemental Type (circulaire du 9 août 1978 modifiée) précise que : « Il est interdit d'introduire dans les ouvrages publics, directement ou par l'intermédiaire de canalisations d'immeubles, toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'être la cause directe ou

indirecte soit d'un danger pour le personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation et de traitement, soit d'une dégradation desdits ouvrages ou d'une gêne dans leur fonctionnement. L'interdiction porte notamment sur le déversement d'hydrocarbures, d'acides ».

COMMENT FAIRE



Certaines communes interdisent, dans le règlement de leur service d'assainissement collectif, de déverser aux égouts les effluents dont le pH n'est pas compris entre 5,5 et 8,5.

LE DISPOSITIF D'ÉVACUATION

L'installation doit être réalisée de manière à limiter les risques de corrosion dus à l'acidité des condensats :

- éviter la stagnation des condensats ; les contre-pentes et autres points particuliers susceptibles de piéger les condensats,
- utiliser le PVC ou d'autres matériaux appropriés pour l'évacuation des condensats non neutralisés. L'emploi d'acier noir, d'acier galvanisé ou de cuivre n'est pas recommandé compte tenu des risques de corrosion.

La conduite d'évacuation des condensats vers le réseau public être parfaitement visible. Elle doit être réalisée en pente descendante et être équipée d'un siphon anti-odeur et d'un regard permettant le prélèvement d'échantillons. L'écoulement de sol doit impérativement se trouver en dessous de la cuvette de retenue du collecteur de fumées.

LE DISPOSITIF DE NEUTRALISATION

Il peut être associé à une pompe de relevage, si nécessaire. Il s'agit d'un bac rempli de granulés, généralement de carbonate de calcium (marbre ou pierre calcaire concassée), qui réagissent principalement avec l'acide carbonique contenu dans les condensats et permettent ainsi d'obtenir en sortie un pH pratiquement neutre.

La consommation de neutralisant étant fonction du mode de conduite de l'installation, il est nécessaire de déterminer les quantités à rajouter en effectuant des contrôles répétés durant la première année de service.

7.5.4 REMPLACEMENT DU BRÛLEUR DE LA CHAUDIÈRE EXISTANTE

Lors d'une conversion énergétique fioul/gaz en chaufferie, il peut être envisagé un remplacement du brûleur (avec changement d'énergie) tout en conservant la chaudière existante.

Dans un objectif de recherche d'efficacité énergétique des installations, l'opération se limitant au seul changement de

brûleur n'a d'intérêt que lorsque la chaudière existante est à condensation. Cette solution technique permet potentiellement d'apporter un gain énergétique. Dans les autres cas, le remplacement du générateur existant (de type standard ou basse température) par une nouvelle chaudière à condensation s'avère plus pertinent.

COMMENT FAIRE



Le changement seul du brûleur peut être légitimé si la chaudière existante est à condensation et donc relativement récente. Il n'est donc pas justifié techniquement et économiquement de la remplacer pour une chaudière à condensation car la chaudière existante permet d'atteindre des rendements élevés.

Il y a aura un gain énergétique si la chaudière est conçue pour accepter la condensation. La température de condensation de la vapeur d'eau est plus élevée dans des gaz de combustion issus du gaz naturel (T° condensation $\approx 57^{\circ}\text{C}$) que pour le fioul domestique (T° condensation $\approx 47^{\circ}\text{C}$). Le phénomène de condensation sera plus important ce qui permettra d'augmenter le rendement du générateur.

ATTENTION



Dans le cas d'un changement de brûleur avec conversion énergétique, cette opération impose une bonne connaissance tant du brûleur retenu que de la chaudière existante en vue de réussir ce couplage. Il est fortement recommandé de s'adresser au fabricant du brûleur. Sur la base des éléments fournis (marque et modèle de la chaudière), il lui sera possible de déterminer le brûleur le plus adapté et de conseiller sur les options intéressantes financièrement et énergétiquement (avec ou sans régulation modulante, modulation ventilateur...).

7.5.5 REMPLACEMENT DE LA CHAUDIÈRE EXISTANTE PAR UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR OPTIMISER LES PERFORMANCES ?

Pour favoriser la condensation, les règles générales à suivre sont les suivantes :

- dimensionner la production au plus juste ;
- adopter une régulation en fonction de l'extérieur agissant sur le générateur si la production d'ECS le permet ;

- privilégier la modulation et un fonctionnement à faible taux de charge de la chaudière : plus le taux de modulation d'un brûleur est faible, plus son rendement est élevé. Le fonctionnement à charge partielle contribue à l'amélioration du rendement.

CONSEILS



La plupart des chaudières à condensation peuvent moduler jusqu'à 20 % de leur puissance nominale. En cas de surpuissance importante, le seuil minimal de modulation du brûleur est rapidement atteint. La chaufferie fonctionnera alors en « tout ou rien », pendant des cycles courts un grand nombre de jour de l'année. Plus le surdimensionnement est important et plus le nombre de cycles courts augmente.

Répartir la puissance maximale appelée sur plusieurs générateurs permet un fonctionnement à charge partielle et une augmentation la plage de modulation globale de la chaufferie.

Pour une chaufferie composée de deux chaudières à condensation, il convient de privilégier une cascade parallèle : plus les taux de charge (supérieurs au seuil de modulation) sont faibles, meilleurs sont les performances de la chaudière.

ATTENTION



La puissance est répartie de manière homogène sur plusieurs chaudières. Cette répartition permet :

- d'éviter un surdimensionnement de la puissance chauffage (comparativement à la règle des 2/3)
- d'augmenter la plage de modulation globale de la chaufferie

CONSEILS



Pour une chaufferie composée d'une chaudière à condensation et d'une chaudière à basse température, il convient de donner la priorité de fonctionnement à la chaudière à condensation dans la commande en séquence. La chaudière basse température vient en appoint. Il est donc déconseillé dans ce cas d'effectuer des permutations d'ordre de priorité pour équilibrer les durées de fonctionnement sur la saison de chauffe.

- organiser les réseaux de distribution par niveau de température

Minimiser la température de retour des circuits en entrée de chaudière : pour une installation réhabilitée, l'organisation des circuits doit être conçue par zone desservie et par niveau de température : radiateurs, plancher chauffant, ventilo-convecteurs, batteries chaudes, ECS,

COMMENT FAIRE



Les températures favorables à la condensation sont :

- 60/40°C, 65/50°C, 60/45°C ou 55/45°C pour des radiateurs
- 45/35°C pour des planchers chauffants

CONSEILS



Plusieurs configurations de chaudières peuvent se présenter selon les spécificités d'un projet (réseau de chauffage haute et/ou basse température, production d'ECS...). Il n'y a pas de solution unique, l'essentiel est de choisir un schéma hydraulique qui permette à la chaudière de condenser le plus souvent possible.

ATTENTION



Certaines configurations nécessitent de conserver des générateurs de type haute température. Il convient dans ce cas d'étudier la faisabilité de monter un condenseur extérieur sur le conduit de fumées et de le raccorder en dérivation sur le circuit dont le retour est à plus faible température.

- éviter les recyclages d'eau chaude des départs vers les retours (éviter bouteille de découplage si la chaudière ne requiert pas de débit minimal)

COMMENT FAIRE



Certaines chaudières à condensation sont aujourd'hui conçues avec un foyer principal condenseur irrigué depuis un ou deux retours et des générateurs sans contraintes de débit minimum, ni de température minimum de retour. Installer ces générateurs à condensation sur une bouteille casse-pression risque de permettre la circulation d'une partie de l'eau de départ chaudière directement vers son retour, augmentant artificiellement la température de ce retour et nuisant ainsi à la condensation recherchée.

- réduire les débits dans la distribution pour augmenter la chute de température
 - éviter les surdimensionnements de puissance, de pertes de charges, de débits, de circulateur
 - adopter un fonctionnement des circulateurs à vitesse variable
- adapter la solution de production ECS à la condensation en limitant un maximum la situation où la chaudière travaille en mode ECS ou en essayant de condenser en mode ECS (par exemple, en sélectionnant des échangeurs de plus grande efficacité)

Par exemple, la solution de production d'ECS instantanée avec échangeur est non recommandée. Cette solution requiert en effet :

- une puissance très élevée des générateurs de chaleur pour assurer les besoins de pointes rarement rencontrés. Pendant une très grande partie du temps, les puissances appelées sont très faibles. Cela conduit à un fonctionnement des générateurs à très faibles taux de charge, particulièrement en été, avec des cycles marche-arrêt préjudiciables.
- un fonctionnement permanent de la chaudière à une température de sortie d'eau élevée, y compris en l'absence de soutirage pour assurer le réchauffage de la boucle d'ECS.

CONSEILS



Les solutions de type préparateur ECS permettant un fonctionnement marche/arrêt des circulateurs sont à privilégier (préparateur ECS avec échangeur immergé ou de type échangeur extérieur intégrant un stockage suffisant). Elles permettent de limiter une maximum la situation où le générateur travaille en mode ECS sans conduire à un surdimensionnement de la puissance de la chaufferie.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

Dans le cas où la rénovation est globale (l'enveloppe et les systèmes), alors que les besoins de chauffage diminuent, la puissance de chauffage est très rarement recalculée pour l'adapter au bâtiment après travaux. Très souvent, les

acteurs remettent une chaufferie d'une puissance équivalente à celle d'avant travaux pour éviter tous risques de plaintes ou de contre références.

ATTENTION



Remplacer une chaudière ne consiste pas simplement à ôter l'ancienne et à en installer une nouvelle de puissance identique. Le bâtiment a pu faire l'objet d'une isolation par l'extérieur ou de la pose de double vitrage qui ont conduit à une réduction des besoins en chauffage. A l'inverse, il a pu être l'objet d'extensions. Par ailleurs, des surpuissances de 50 % n'étaient pas rares autrefois.

CONSEILS



Le remplacement des chaudières doit être l'occasion, dans le cadre d'une démarche d'amélioration globale de l'installation, de s'interroger sur l'état du bâtiment et éventuellement de mener des interventions d'isolation, de remplacement des fenêtres, ... qui permettront de réduire la puissance installée en chaufferie, de diminuer les consommations et d'améliorer le confort.

La puissance requise pour le chauffage est fonction des déperditions thermiques et de la surpuissance de relance éventuellement considérée. Aucune règle normalisée existe pour déterminer la puissance nécessaire à la production d'ECS ou la puissance totale de la chaufferie.

COMMENT FAIRE



Le CCTG, dont les règles de dimensionnement étaient imposées précédemment dans les marchés publics et servaient de référence dans les marchés privés n'est plus en vigueur. Dans ce CCTG, des coefficients de surpuissance étaient indiqués en fonction du combustible et des puissances de la chaufferie. Dans ce CCTG étaient également données des règles pour la répartition des puissances des chaudières, la règle des 2/3.

Il n'y a aucun avantage à installer des chaudières surdimensionnées. Au contraire :

- des chaudières surdimensionnées assurent le même niveau de confort de chauffage que des chaudières correctement dimensionnées.
- le nombre de cycles marche/arrêt augmente fortement avec le surdimensionnement des chaudières. Les chaudières ainsi que les organes de régulation risquent de s'user prématurément.

- l'investissement initial nécessaire pour installer des chaudières de plus grosse puissance est bien plus important. Si, en plus, les éléments sont usés plus rapidement, des investissements pour le remplacement des équipements usés sont à prévoir. Les coûts de réparation et maintenance pourraient également augmenter. Ces observations sont d'autant plus importantes sur des bâtiments de plus faible inertie où des appels de chauffage plus fréquents amèneraient à l'augmentation du nombre de cycles marche/arrêt.

ATTENTION



Un surdimensionnement entraîne des coûts de maintenance plus élevés, une réduction de la durée de vie de la chaudière, ainsi qu'une augmentation des rejets de substances nocives dans l'atmosphère. Il ne faut pas non plus négliger d'autres facteurs comme la surface nécessaire pour installer des chaudières supplémentaires et de plus forte puissance.

7.5.6 COUPLAGE AVEC POMPE À CHALEUR À ABSORPTION GAZ

COMMENT FAIRE



Comparativement aux PAC électriques, les PAC à absorption comportent, à la place d'un compresseur mécanique, un compresseur thermochimique. Elles sont composées (en plus d'un absorbeur, d'un évaporateur et d'un condenseur) d'un « circuit noir » contenant une solution eau-ammoniac ainsi qu'un bouilleur fonctionnant avec un brûleur gaz.

La chaudière gaz à condensation peut être couplée à une (ou plusieurs) PAC à absorption fonctionnant au gaz et ce, pour couvrir les besoins de chauffage et/ou d'ECS du bâtiment (ou encore de refroidissement dans le cas des PAC réversibles). La PAC à absorption puise une partie de

son énergie de l'air extérieur (PAC aérothermique) ou du sol (PAC géothermique). Elle fonctionne prioritairement. Autrement dit, pour les températures extérieures les plus basses, la chaudière gaz fonctionne en appoint de la PAC pour couvrir le complément des besoins.

ATTENTION



En rénovation, un montage en relèvement avec un appoint est préféré à celui en substitution. Il permet d'optimiser les performances saisonnières de l'installation en sollicitant la PAC le plus souvent à puissance nominale. Une PAC gaz à absorption justifie en effet d'une plage de modulation limitée (entre 50 et 100 %).

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR INSTALLER LE SYSTÈME ?

Les principaux paramètres à prendre en compte pour statuer sur la faisabilité d'un projet de PAC à absorption sont les suivants :

- l'espace disponible pour l'implantation de la pompe à chaleur : vérifier les intégrations acoustique, technique et de sécurité

ATTENTION



La PAC peut être installée en chaufferie si présence de deux détecteurs d'ammoniac, d'une ventilation d'urgence classe ATEX 2 et tubage de la soupape de sécurité ammoniac jusqu'à l'extérieur dans une zone non accessible au public.

Aujourd'hui seules les PAC géothermiques peuvent être posées dans un local (pour les puissances utiles supérieures à 70 kW, dans un Local de Production d'Energie). Ces locaux satisfont aux règles du cahier des charges CNPGn°001 tant qu'ils satisfont aux dispositions de l'arrêté du 23 février 2018 et notamment :

- Unité de production uniquement de type géothermique
- Puissance de chaque unité inférieure à 70 kW
- Local non implanté en étage courant
- Signalétique « installation contenant de l'ammoniac apposée au niveau de chaque porte d'accès »

ATTENTION



L'installation d'une (ou plusieurs) PAC à absorption et d'une (ou plusieurs) chaudières gaz est possible si la (ou les) chaudières sont à circuit de combustion étanche (de type C).

- l'espace disponible pour la mise en place d'un volume tampon

CONSEILS



La PAC à absorption préfère les cycles de marche/arrêt longs. Des cycles trop courts fatiguent prématurément la machine. Lorsqu'elle est mise en fonctionnement, la PAC à absorption doit de fait fonctionner un certain temps. Un 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 PAC, évitant les éventuels cycles courts.

- les 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 possibilité d'implanter les sondes dans le cas d'une PAC géothermique : une pompe à chaleur d'une puissance de 40 kW (restituée) aura besoin d'une source froide de 15 kW. Si on considère un sol où l'on peut en moyenne récupérer 50 W/m linéaire de sonde (à affiner selon la nature réelle du sol où aura lieu cette

construction), cette PAC nécessitera l'installation de 3 sondes de 100 m de profondeur pour garantir un puisage d'énergie suffisant. Doit être respecté une distance d'éloignement entre deux sondes de 8 à 10 m pour des forages de profondeur inférieure ou égale de 100 m et de 14 m pour des forages à 200 m de profondeur. Cette distance a pour but de ne pas trop puiser la chaleur dans le sol afin que celui-ci puisse se régénérer l'été.

COMMENT FAIRE



A puissance restituée équivalente, une pompe à chaleur électrique géothermique aurait besoin de deux fois plus de sondes.

- 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 ;

ATTENTION



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

- 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.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR OPTIMISER LES PERFORMANCES ?

Du point de vue thermique, il est généralement possible de convertir une installation avec chaudière fioul en une installation avec PAC gaz et chaudière gaz en appoint. Néanmoins, certaines contraintes existent pour une bonne adaptation d'une PAC :

- les modules de PAC sont actuellement d'une puissance moyenne unique de 40 kW (actuellement,

modèles distribués en France). Une mise en cascade de plusieurs modules (avec un maximum fixé par le constructeur) est possible pour les opérations impliquant des puissances plus élevées. Pour des opérations de quelques logements, l'installation d'une PAC à absorption peut paraître élevée voire surdimensionnée en termes de puissance.

CONSEILS



Pour des opérations appelant de faible puissance, la mise en place d'un ballon tampon (2000 litres pour une puissance installée de 40 kW) est requise pour donner une inertie suffisante à la PAC).

- les températures d'aller et de retour d'eau dans la PAC à absorption sont limitées par les caractéristiques intrinsèques de la machine et de son fluide frigorigène. Par exemple, pour les modèles aérothermiques Haute Température, on a :
 - Température maximale de retour admissible par la PAC : 55°C en conditions nominales
 - Température d'eau de consigne : 65°C en conditions nominales (et 70°C si la PAC justifie d'un mode ECS)

CONSEILS



Il est préférable de ne pas dépasser des températures primaires pour la production d'ECS de plus de 65°C. A 70°C, la PAC baisse sa puissance de 50 %.

- une attention particulière doit être portée sur la correspondance des régimes d'eau entre la PAC et la chaudière gaz d'appoint ;

ATTENTION



En rénovation, la chaudière ne doit pas pouvoir venir arrêter la PAC : si la chaudière d'appoint produit des températures dépassant la température maximale de retour admissible par la PAC, cette dernière se met à l'arrêt.

- la performance d'une PAC à absorption est fortement influencée par les températures d'eau de fonctionnement. Plus cette dernière est faible, plus les performances de la PAC sont élevées. Dans le cas de

projets en rénovation, le régime d'eau nécessaire doit ainsi être évalué précisément en confrontant, pour les principales zones du bâtiment, les déperditions et les caractéristiques des émetteurs ;

COMMENT FAIRE



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. 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.

ATTENTION



L'emplacement des sondes de mise en marche et d'arrêt de la PAC à absorption ainsi que celui des départ/retour chauffage sont à vérifier avec soin.

- le couplage PAC et chaudière doit permettre un fonctionnement optimal des deux générateurs. On donne ci-dessous, un exemple de configuration de raccordement permettant d'associer une PAC à absorption et une chaudière gaz. Une (ou plusieurs) PAC sont raccor-

dées en cascade avec un (ou plusieurs) générateurs d'appoint pour la production de chauffage. C'est la chaudière qui assure la production d'eau chaude sanitaire, en priorité sur le chauffage.

CONSEILS



Outre la simplification du raccordement hydraulique de l'installation, l'isolement de la boucle de production d'ECS (par la V3V sur le retour notamment) permet d'éviter d'éventuelles perturbations par des retours d'eau à la PAC 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.

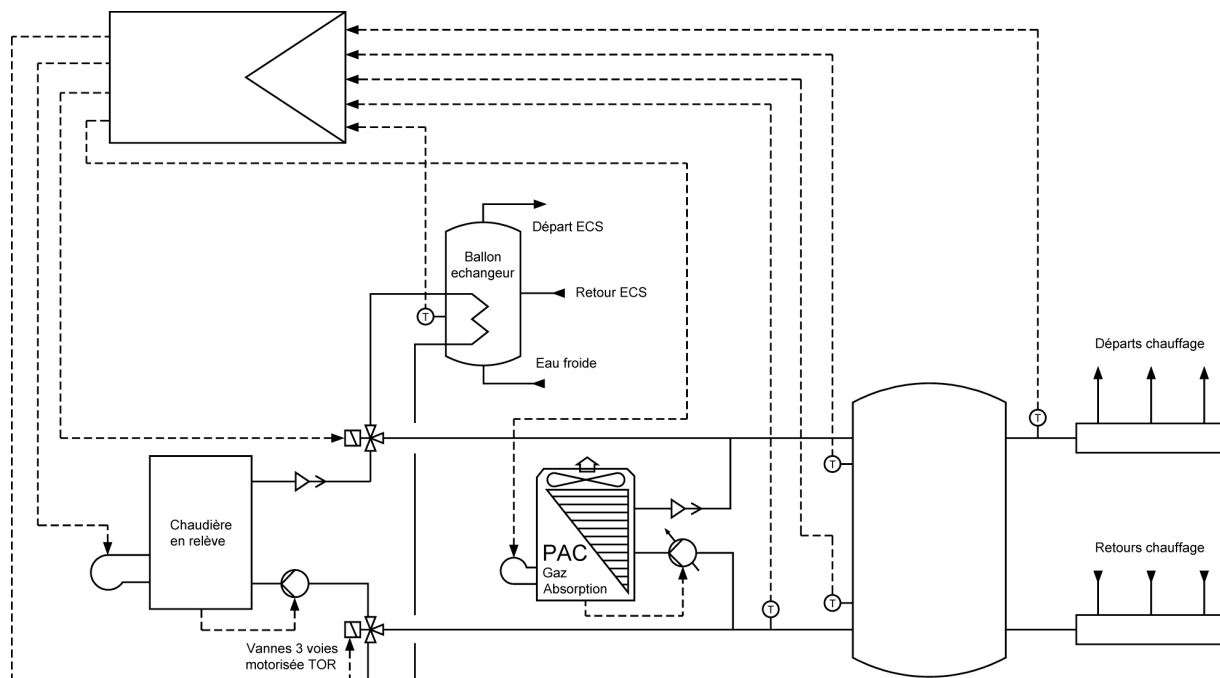


FIGURE 18 Exemple de configuration PAC et chaudière avec une production d'ECS assurée uniquement par la chaudière d'appoint

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

Dans ce cas d'un montage en relèvement avec un appoint, la PAC est sous dimensionnée : la puissance installée est choisie pour couvrir 30 à 50% des déperditions. On donne ci-dessous, et à titre d'exemple, les évolutions mensuelles

des énergies fournies par la PAC et par la chaudière d'appoint dans le cadre d'un projet de rénovation d'une crèche. Le taux de couverture annuel constaté (part des besoins couverts par la PAC) est supérieur à 80 %.

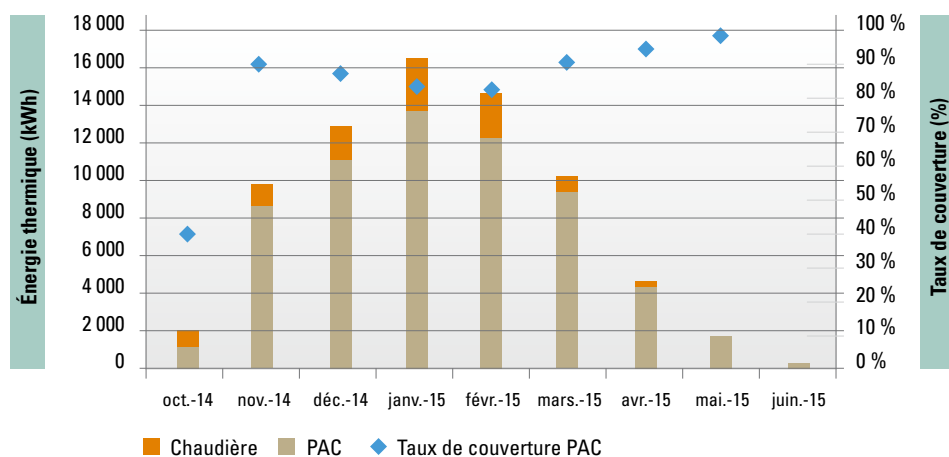


FIGURE 19 Evolutions mensuelles des énergies fournies par la PAC et par la chaudière

CONSEILS



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

7.5.7 COUPLAGE AVEC UNE COGÉNÉRATION GAZ

La cogénération est la production simultanée d'une énergie mécanique (le plus souvent transformée en électricité) et d'une énergie thermique à partir d'une source unique d'énergie primaire (ici le gaz).

COMMENT FAIRE



Pour des applications résidentielles ou tertiaires, les catégories de cogénération considérées sont basées sur les plages d'abonnement. On distingue donc :

- La micro-cogénération, définie pour une puissance inférieure à 36 kVA
- La mini-cogénération, définie pour une puissance comprise entre 36 et 250 kVA

L'installation d'un système de cogénération gaz est composée :

- d'un module de cogénération intégrant un moteur à combustion interne fonctionnant au gaz naturel ;
- d'un appoint, thermique ;
- du raccordement électrique du module de cogénération au réseau électrique.

Les productions thermique et électrique sont toutes deux valorisées :

- utilisation de la production thermique dans les bâtiments pour le chauffage et/ou l'ECS ;
- utilisation de la production électrique dans les bâtiments au niveau du bâtiment (en autoconsommation).

ATTENTION



A ce jour, la seule possibilité de valoriser l'électricité produite par le cogénérateur est l'autoconsommation sur site ou l'autoconsommation collective.

Dans le cadre d'une rénovation de chaufferie fioul, la chaudière gaz à condensation peut être couplée à un (ou plusieurs) module de cogénération et ce, pour couvrir les besoins de chauffage et/ou d'ECS du bâtiment.

CONSEILS



La production électrique du cogénérateur peut être utilisée par exemple pour répondre aux besoins en électricité des parties communes des logements collectifs.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR INSTALLER LE SYSTÈME ?

Les principaux paramètres à prendre en compte pour statuer sur la faisabilité d'un projet de cogénération sont les suivants :

- les besoins thermiques du bâtiment sont suffisants et adaptés à la gamme de modules disponibles sur le marché ;

- une évacuation des produits de combustion spécifique est possible : du fait de la température élevée des produits de combustion en sortie de certains modules et de la contre-pression, une évacuation spécifique doit être prévue ;

ATTENTION



L'évacuation des produits de combustion de la cogénération doit être séparée de celle de l'appoint thermique.

- l'emplacement disponible pour l'installation de cogénérateur, dans la chaufferie existante ou dans un nouveau local dédié, est suffisant. L'accès est possible pour la livraison du module ;

ATTENTION



Un module de cogénération est soit implanté dans un local uniquement dédié à la cogénération, soit implanté dans un local avec le générateur d'appoint sous réserve que la notice du fabricant n'interdise pas de le faire fonctionner avec lesdits appareils.

- l'aération est suffisante (et entrées d'air) de la chaufferie pour l'installation du cogénérateur ;

COMMENT FAIRE



Les modules s'installent en chaufferie répondant aux normes incendie en vigueur (ventilation haute et basse suffisantes, température maximale de 30°C).

- la solidité de la structure du bâtiment (de la dalle) est suffisante pour supporter le poids et les vibrations du cogénérateur (notamment pour les chaufferies n'étant pas sur terre-plein) ;
- le raccordement au réseau électrique est possible : la puissance nominale de production électrique du module est compatible avec la puissance d'abonnement électrique. Autrement dit, la puissance d'abonnement est supérieure à la puissance du module de cogénération.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR OPTIMISER LES PERFORMANCES ?

Du point de vue thermique, il est généralement possible de convertir une installation avec chaudière fioul en une installation avec module de cogénération et chaudière gaz en appoint. Néanmoins, certaines contraintes existent pour une bonne adaptation d'une cogénération :

- adaptation du réseau de chauffage :
 - la température de retour d'eau au cogénérateur ne doit pas être trop élevée (pour refroidir le moteur) ni trop basse (pour éviter tout choc thermique du moteur). Pour connaître les plages de températures de retour d'eau acceptées par les modules de cogénération, se référer aux documentations des fabricants,
 - la cogénération requiert des débits les plus constants possibles. Il est nécessaire de privilégier

des cycles de fonctionnement d'une heure minimum et de prévoir un volume tampon (ballon ou réseau important),

- le débit d'eau devant circuler dans le cogénérateur pour son refroidissement et le débit d'eau du réseau hydraulique du bâtiment doivent être compatibles. Si non, un découplage hydraulique doit être prévu (bouteille ou volume tampon notamment).
- adaptation du réseau gaz : modification du réseau, abonnement suffisant, pression d'arrivée acceptée par le cogénérateur, compatibilité du type de gaz ;
- compatibilité de la qualité d'eau avec les différents systèmes, organes et réseaux.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

Le module de cogénération doit jouer le rôle de base thermique. Pour obtenir les meilleures performances possibles, le fonctionnement à régime nominal doit être privilégié.

ATTENTION



Le cogénérateur n'est pas dimensionné de manière à assurer la totalité des besoins thermiques.

Le module de cogénération fonctionne prioritairement. Autrement dit, pour les températures extérieures les plus basses, la chaudière gaz fonctionne en appoint de la cogénération pour couvrir le complément des besoins.

ATTENTION



Une fois le dimensionnement thermique réalisé, la prise en compte de la valorisation de l'électricité entre en ligne de compte. Il faudra bien veiller à ce que l'électricité produite trouve un débouché dans le bâtiment (autoconsommation). Sinon elle sera réinjectée gratuitement sur le réseau électrique et donc perdue pour le propriétaire de la cogénération.

7

6

REEMPLACEMENT PAR LE BOIS

7.6.1 INTERVENTIONS SUR LA CHAUFFERIE EXISTANTE

Les chaufferies bois ne disposent pas de réglementation particulière, s'inscrivent dans le cadre des chaufferies classiques et doivent à ce titre respecter l'arrêté du 23 juin 1978 modifié. Celle pour le silo qui lui est associé, est spécifique au bois. Il doit répondre à quelques règles essentielles pour être fonctionnel, sans quoi, l'installation en pâtira durant toute sa durée de vie.

Dans le cas d'une conversion de l'installation fioul en bois, attention :

- à la régulation
L'installation ou le remplacement d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux doit être accompagné de la mise en place d'un appareil de régulation programmable du chauffage.
- à la ventilation du local

Il est nécessaire de se conformer aux prescriptions du fabricant de la (ou des) chaudières pour connaître les amenées d'air nécessaires. En l'absence d'indication il est généralement utilisé les valeurs suivantes :

- ventilation haute : la section doit être égale à $0,02 \text{ dm}^2/\text{kW}$ de puissance utile avec un minimum de $2,5 \text{ dm}^2$;
- ventilation basse : la section doit être égale à $0,03 \text{ dm}^2/\text{kW}$ de puissance utile avec un minimum de $2,5 \text{ dm}^2$.

- au traitement acoustique du local
L'ensemble des équipements de la chaufferie génère des émissions sonores importantes qui imposent un traitement acoustique au minimum pour les ventilations hautes et basses, par la mise en place de pièges acoustiques (baffles) dans les veines d'air.

7.6.2 RÉNOVATION PAR LE BOIS, TOUJOURS POSSIBLE ?

Au-delà de toute notion de thermique et d'hydraulique, la rénovation d'une chaufferie par le bois peut s'avérer difficile sur certaines configurations de bâtiment. Il convient donc de s'interroger sur la faisabilité de l'opération vis-à-vis de ces différents paramètres avant d'aller plus loin dans l'étude de l'installation.

Ces difficultés peuvent être liées :

- à la disponibilité d'un combustible de qualité et d'un distributeur à proximité ;
- à l'implantation du silo de stockage ainsi qu'à son accès (vis-à-vis de l'approvisionnement et de la chaudière) ;
- à l'implantation de l'installation (chaudière, silo et ballon d'hydroaccumulation si requis).

7.6.3 RÉNOVATION PAR SUBSTITUTION, TOUJOURS POSSIBLE ?

En fonction de la taille des projets, on distingue deux types de conception d'installation possibles pour les chaudières bois : la conception en mono-énergie (utilisant uniquement du bois, avec une ou plusieurs chaudières) ou en bi-énergie (utilisant du bois et une autre énergie en complément).

ATTENTION



La mono énergie est réservée aux chaufferies bois de moyenne puissance (généralement moins de 200 kW).

Dans ce cas, le maître d'ouvrage doit se poser la question de la nécessité, ou non, de garantir une continuité de la production de chaleur sur le site. En effet, si nous pouvons envisager une coupure de chauffage momentanée sur un gymnase ou une salle des fêtes, il est plus difficile à vivre

sur des logements, une école ou une maison de retraite. Aussi plusieurs options s'offrent au maître d'ouvrage :

- la mono-énergie bois avec une seule chaudière : dans ce cas, l'installation n'a pas de secours et couvre seule la totalité des besoins sur la période de chauffage.

COMMENT FAIRE



Cette solution est intéressante pour une entreprise dont les besoins de process sont relativement constants dans le temps, beaucoup moins pour une installation collective pour laquelle il faut tenir compte des jours exceptionnellement froids : la chaudière doit alors avoir une puissance élevée et fonctionne sur une partie de la demi-saison à un taux de charge inférieur au minimum recommandé par le constructeur (généralement 15 à 25 %), induisant une combustion incomplète et une dégradation des performances énergétiques et environnementales ainsi qu'un risque sur la durée de vie des équipements.

- la mono-énergie bois avec 2 chaudières ou plus : cette solution pénalise sensiblement l'investissement de l'opération sans apporter d'intérêts économiques ou environnementaux significatifs. Pour des puissances in-

férieures à 200 kW, il est conseillé de s'inscrire dans le cas précédent (un secours extrême peut être apporté par un combustible fossile présentant un coût d'achat de matériel de 5 à 6 fois moins cher).

7.6.4 EVALUATION DES CONTRAINTES TECHNIQUES D'UN PROJET BOIS

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

- s'assurer d'une bonne livraison de combustible

COMMENT FAIRE



La production de combustible doit être locale, un maximum à circuits courts (distributeur en moyenne à 50 km du consommateur final).

Le distributeur doit maîtriser tous les paramètres d'une livraison de qualité et notamment prendre en compte les spécificités d'un combustible bois.

Par exemple, de nombreux paramètres sont à considérer lors de la livraison du granulé : le dénivelé (fort dénivelé

positif ou négatif), la longueur des tuyaux d'alimentation, les pressions de soufflage. Par exemple, préférez un distributeur équipé d'un camion conçu pour le granulé bois (basse pression), une pression de soufflage minimale permettant de conserver la qualité des granulés.

ATTENTION



Une fois les équipements bois choisis (technologie, puissance et marque), il est indispensable de rédiger un cahier des charges d'approvisionnement en combustibles adapté. Ce document traduit précisément les caractéristiques du combustible requis (granulométrie, humidité, suivie de la prestation, modalités de livraison, ...).

- disposer d'un silo de stockage adapté

ATTENTION



Le concepteur du silo de stockage doit prévoir un silo adapté aux futures livraisons sur le site de la chaufferie. Pour cela, il doit :

- connaître les filières d'approvisionnement existantes sur le territoire (le cas échéant en se faisant accompagner par un animateur local de la filière bois-énergie) ;
- définir, en concertation avec le maître d'ouvrage, la solution d'approvisionnement la plus probable.

- en assurant au livreur un bon accès au silo de stockage

CONSEILS



Quelques contraintes de livraison pour le granulé : dimensions (par exemple : longueur de 9 m, hauteur de 4 m et largeur de 3 m) et charge (jusqu'à 32 tonnes) du camion mais aussi distance maximale entre le point de livraison et le silo de stockage (généralement de 20 mètres linéaires). Quelques contraintes de livraison pour le bois déchiqueté : rayon de braquage et poids total en charge du véhicule de livraison, aire de retournement, nécessité que le camion recule en ligne droite vers le silo, limitation de la pente d'accès au silo à 3%, ...

ATTENTION



L'emplacement du générateur doit être choisi de manière à minimiser la distance avec le local de stockage de combustibles. La distance maximale admissible entre les deux dépend des caractéristiques du système d'extraction et de convoyage du combustible. Il convient de se référer aux recommandations du fabricant en la matière.

- en justifiant d'un stockage pérenne (absence d'humidité, solidité du silo et des matériaux utilisés, sécurité, fonction de contrôle du niveau) et d'un volume suffisant.

CONSEILS



Par exemple, un volume de silo de 100 m³ permet une autonomie de 20 jours pour une puissance installée de 500 kW.

Le silo de stockage des chaufferies bois ne disposent pas de réglementation particulière. L'arrêté du 25 juin 1980 modifié concernant les établissements recevant du public stipule que les soutes de stockage du combustible

doivent être pourvues de ventilations haute et basse dans les mêmes conditions et avec les mêmes sections que la chaufferie. Il est recommandé que le renouvellement d'air soit au minimum de 0,3 fois le volume du silo par heure.

COMMENT FAIRE



La mise en place d'une ventilation basse dans un silo est en général assez coûteuse et peu efficace notamment lorsque le silo est plein. En effet, après la première livraison de bois dans le silo, la ventilation basse est complètement obstruée par les morceaux de bois et les poussières.

En accord avec le contrôleur technique de l'opération, dans la mesure où il existe une ventilation de la partie haute du silo (naturelle ou forcée), il peut être dérogé au cas par cas à la mise en place d'une ventilation basse et notamment :

- pour les silos enterrés (fosses) ;
- pour les silos de plain-pied livrés par soufflerie.

- justifier d'un local technique de taille suffisante
Les dimensions de ce local doivent être suffisantes pour accueillir la chaudière, le système d'alimentation (mais aussi des systèmes de traitement des fumées, si présent) et, le cas échéant, les ballons de stockage ECS

et d'hydro-accumulation. Il convient par ailleurs de prévoir des espaces libres autour de la chaudière afin de faciliter son utilisation et son entretien. Veiller également à ce que l'accès au local (porte, escalier, couloir, etc.) permette le passage des différents équipements.

CONSEILS



La chaudière bois est généralement assez imposante (plus que la chaudière fioul existante) et les distances de sécurité importantes (de l'ordre de 50 à 60 cm à l'arrière et sur les côtés [données propres à chaque produit]).

- vérifier le système d'évacuation des produits de combustion
Si un conduit existant est déjà en place, un diagnostic s'impose pour savoir s'il est réutilisable avec le nouvel appareil fonctionnant aux granulés ou au bois déchiqueté. Si le conduit n'est pas compatible avec la future installation, il doit alors être réhabilité par un tubage, un autre procédé équivalent (comme le chemisage) ou par la mise en place d'un nouvel ouvrage.
- prévoir un système de traitement de fumées adapté
Le traitement des poussières par multicyclone est largement utilisé et permet de respecter des seuils de performance de 150 mg/Nm³.

COMMENT FAIRE



Les techniques de dépoussiérage par filtres à manches et électrofiltres sont utilisées pour des chaufferies où la réglementation fixe une valeur limite de rejet de poussières plus faible ($P > 1\text{MW}$ ou PPA), qui ne peut pas être garantie par un multicyclone.

- Prévoir une évacuation adaptée pour les cendres
 - Prévoir le cheminement du bac à roulettes (éviter les marches)
 - Prévoir un monte-charge ou une rampe pour les chaufferies enterrées lorsque le bac à cendres dépasse les 15 litres

COMMENT FAIRE



Il est important, au stade de la conception de la chaufferie, de déterminer le type de combustible utilisé et donc d'effectuer une estimation de la production de cendres et des moyens à mettre en œuvre (contenant, type de collecte, accès, stockage...).

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR OPTIMISER LES PERFORMANCES DE L'INSTALLATION ?

Les règles générales pour optimiser le fonctionnement d'une chaudière bois sont les suivantes :

- privilégier un combustible de qualité

ATTENTION



Le concepteur doit préconiser une technologie (de système d'extraction, d'alimentation et de foyer notamment) adaptée aux caractéristiques combustibles disponibles (localement) et pressentis comme susceptibles d'approvisionner l'installation.

Les paramètres liés aux combustibles ont un impact équivalent voire supérieur à la technologie de l'appareil sur les performances (rendement, émissions de poussière, monoxyde de carbone). Un appareil récent, fonctionnant avec un combustible de mauvaise qualité peut même avoir un

rendement inférieur à celui d'un appareil ancien alimenté avec un combustible de qualité.

Le concepteur doit être en mesure d'évaluer l'envergure et la nature des filières d'approvisionnement existantes en fonction de la gamme de puissance de la future installation.

COMMENT FAIRE



Pour des raisons économiques mais souvent culturelles et idéologiques, le bois déchiqueté est plus souvent préconisé pour le chauffage collectif et tertiaire. Néanmoins, la solution granulé de bois apparaît dans certains cas comme une alternative à étudier de près. Généralement de faibles puissances, les chaudières granulés se sont développées progressivement pour répondre au marché du collectif et tertiaire et notamment pour :

- les bâtiments de taille réduite (moins de 1000 MWh de consommation annuelle)
- dans des sites à fortes contraintes (de livraison ou d'implantation)
- dans les bâtiments à forte intermittente, du type scolaire et tertiaire
- pour des chauffages d'appoint sur un réseau de chaleur bois plaquettes

Pour les chaufferies aux granulés, il est primordial d'exiger de son fournisseur un granulé de bois dont la qualité est certifiée (ENplus®, NF Biocombustibles Solides et DINplus).

COMMENT FAIRE



Aujourd'hui, plus de 97 % de la production française est certifiée.

Les chaufferies au bois déchiqueté impliquent l'utilisation de combustibles hétérogènes (granulométrie, humidité) et de faible PCI. Par exemple :

- l'humidité ou la teneur en eau du combustible bois impacte le choix technologique de la chaudière, la gamme de puissance de la chaudière retenue, la conservation

du bois, la masse volumique apparente du bois, le contenu énergétique

- la granulométrie du combustible bois est un paramètre primordial dans le choix de l'installation de chauffage depuis le lieu de stockage jusqu'au type de foyer utilisé.

COMMENT FAIRE



Plus la granulométrie du combustible est homogène, plus le système d'alimentation, et d'extraction, du combustible est simple.

- la teneur en cendres du combustible élevée ne favorise pas une bonne combustion. Des problèmes techniques liés à un taux de cendres plus ou moins important du combustible bois peuvent être rencontrés (formation de mâchefers dans le foyer, encrassement des surfaces d'échange, entraînement de cendres volantes, source de pollution, évacuation plus complexe des cendres).

ATTENTION



Une fois les équipements bois choisis (technologie, puissance et marque), il est indispensable de rédiger un cahier des charges d'approvisionnement en combustibles adapté. Ce document traduit précisément les caractéristiques du combustible requis (granulométrie, humidité, suivie de la prestation, modalités de livraison...).

- assurer un tirage stable
Le tirage doit être le plus stable possible. Il ne doit pas être trop fort, ni insuffisant. S'il est insuffisant, il y a risque :
 - de refoulement des fumées
 - d'encrassement de l'appareil et du conduit de fumée (goudronnage)
 - de combustion inefficace et polluante
 - d'un entretien plus régulier et d'une durée de vie des équipements limitée.
 S'il est trop fort :
 - l'appareil peut fonctionner en surrégime (surchauffe et limitation de la durée de vie de l'équipement)
 - la consommation est augmentée
- assurer une amenée d'air comburant suffisante
- identifier le besoin d'un ballon d'hydroaccumulation et le dimensionner le cas échéant
Certaines chaudières automatiques nécessitent un volume d'hydroaccumulation :
 - chaudières non-modulantes ou peu modulantes
 - chaudières modulantes mais surdimensionnées
 - chaudières raccordées à un réseau basse température

COMMENT FAIRE



Il permet :

- de lisser les appels de puissance chauffage et ECS
- d'annuler les phases de ralenti de la chaudière
- de gérer les excédents d'énergie
- de répondre à la faible réactivité de la chaudière
- d'assurer un découplage hydraulique

Pour les chaudières à granulés : la mise en œuvre d'un ballon d'hydroaccumulation n'est généralement pas nécessaire étant donné que la chaudière fonctionne avec modulation de puissance et qu'il s'agit d'une installation à coupure rapide. Pour les chaudières modulantes, un ballon d'hydroaccumulation est mis en place à la demande du fabricant.

Néanmoins, un ballon d'hydroaccumulation permet d'allonger la durée des cycles de fonctionnement de la chaudière et ainsi de diminuer le nombre d'allumages, la consommation électrique et l'usure de l'allumeur.

ATTENTION



Dans tous les cas, il est nécessaire de respecter la notice technique du fabricant.

- adopter une régulation en fonction de l'extérieur
Il est fortement recommandé de privilégier une régulation en fonction de la température extérieure.
- considérer les spécificités hydrauliques d'un générateur bois

COMMENT FAIRE



Pour les chaudières bois n'acceptant pas la condensation, il est nécessaire de maîtriser la température de retour d'eau via un dispositif anti-retour froid. Celui-ci peut être intégré à la chaudière. Si ce n'est pas le cas, il est nécessaire d'installer une vanne mélangeuse thermostatique en entrée de chaudière.

La puissance délivrée par la chaudière bois est notamment fonction de la température des retours qui l'alimente : des températures de retour trop basses impliquent un débit sur la vanne mélangeuse plus important et donc une puissance disponible sur la chaudière bois plus faible.

ATTENTION



La chaudière bois doit être alimentée par des températures les plus hautes possibles.

Le ballon d'hydroaccumulation, s'il existe, se place en dérivation entre la chaudière et le circuit de chauffage (montage de type « open buffer » notamment). Ce montage permet une charge et une décharge de l'énergie produite par la chaudière bois. Si plusieurs ballons sont mis en œuvre, ils sont raccordés en série.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

Un mauvais dimensionnement de l'appareil de chauffage au bois implique :

- un mauvais rendement de combustion lorsque l'appareil fonctionne à une allure réduite (inférieure à son régime nominal) ;
- une augmentation des phases de mise en marche et d'arrêt ;
- une sollicitation accrue des mécanismes de régulation (accélération de leur usure) ;
- une augmentation des pertes thermiques par chaleur sensible des fumées et par imbrûlés gazeux
- une augmentation des émissions polluantes.

COMMENT FAIRE



Dans le cas d'une installation mono-énergie (cas d'une substitution de la chaudière existante), la puissance de la chaudière bois correspond au niveau de l'appel de puissance maximale pour le chauffage (pour la température extérieure de base, mais hors surpuissance) à laquelle est ajoutée, le cas échéant, la puissance liée à la production d'ECS (dans la mesure où le concepteur aura cherché au préalable à la limiter au maximum).

ATTENTION



Dans ce type de conception, l'installation d'un ballon tampon d'une capacité de 30 litres par kW bois reste obligatoire (le cas échéant, celui-ci contribue également partiellement à l'effacement de l'appel d'ECS).

Dans ce cas, il n'existe pas de surpuissance sur la chaudière bois, mais l'installation dispose néanmoins d'une « réserve » sur le ballon d'hydroaccumulation.

En fonction des projets, le concepteur pourra chercher à « effacer » au maximum l'appel de puissance ECS, par la mise en œuvre de différents dispositifs, qui peuvent se cumuler :

- décalage des heures de relance du chauffage avec les pics de soutirage de l'ECS, pour éviter que les puissances ne se surajoutent simultanément ;
- priorisation temporisée de la production d'ECS, en coupant ponctuellement le chauffage (l'inertie des

bâtiments compense partiellement cet arrêt momentané) ;

- installation d'un ballon de stockage de l'ECS pour lisser les appels de puissances ECS ;
- installation d'un ballon d'hydroaccumulation sur le primaire de l'installation, pour lisser les appels de puissance (chauffage et ECS).

7.6.5 CRÉATION D'UNE CHAUFFERIE PRÉFABRIQUÉE

Les chaufferies bois préfabriquées (ou modulaires) sont composées de modules préparés en usine (un à plusieurs suivant la solution définie pour la chaufferie et le stockage du combustible). Elles sont adaptées à de multiples projets qu'ils soient individuels ou collectifs (réseau, bâtiment tertiaire).

COMMENT FAIRE



La seule limite consiste dans le transport et la manutention pour des chaufferies de puissance importante. Dans ce cas, une solution consiste à assembler sur site plusieurs modules pour des exigences particulières liées à la puissance ou aux réseaux hydrauliques.

La chaufferie préfabriquée peut être équipée d'une à plusieurs chaudières, de l'hydraulique primaire, des silos et de ses convoyeurs, de différents circuits secondaires, dont l'ECS. Tous les composants sont montés sur châssis, assemblés, raccordés, précâblés. L'intervention sur chantier est limitée à l'assemblage des différents modules.

La configuration de « plain-pied » permet de prévoir plusieurs solutions de livraison du bois déchiqueté.

- livraison par camion benne ;
- livraison par camion souffleur ;

- livraison par camion benne à fond mouvant ;
- livraison à l'aide de benne interchangeable (équipées d'un fond racleur).

La chaufferie préfabriquée sur mesure peut s'avérer être une solution particulièrement adaptée dans des situations contraignantes telles que :

- des interventions difficiles en raison de contraintes liées à l'accessibilité ou à la structure du bâtiment ;
- une réhabilitation impliquant de lourds travaux de maçonnerie.



REEMPLACEMENT PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU

La pompe à chaleur air extérieur/eau peut remplir les mêmes fonctions que l'ancienne chaudière fioul. Dans le cas d'une substitution, la PAC doit assurer les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire simultanément.

La PAC peut également assurer uniquement les besoins de chauffage (la production d'eau chaude sanitaire étant

séparée) ou uniquement l'ECS (la production de chauffage étant séparée). Ces deux dernières configurations sont respectivement traitées aux chapitres 8.2 et 8.3 du présent guide).

ATTENTION



La puissance de la PAC sélectionnée en substitution (pour un mode chauffage) peut être insuffisante et conduire à un inconfort lors du réchauffage du ballon d'ECS. Dans ce cas, la production d'ECS peut être séparée.

Une pompe à chaleur se différencie d'une chaudière principalement sur les points suivants :

- la température maximale de production ;
- la variation de la puissance et des performances en fonction de la température de source froide ;
- l'élévation nominale de température dans le générateur ;
- la plage acceptable du débit hydraulique ;
- la nature de l'énergie utilisée (nécessité d'une source froide) ;
- la souplesse de fonctionnement.

Les PAC air extérieur/eau regroupent les technologies suivantes :

- la PAC air extérieur/eau monobloc extérieure (la plus couramment installée) ;
- la PAC air extérieur/eau monobloc intérieure ;
- la PAC air extérieur/eau en éléments séparés (selon les industriels, différents systèmes sont proposés (bibloc, split système)).

Les solutions de type « monobloc » permettent :

- de ne pas avoir la contrainte vis-à-vis de la liaison frigorifique entre l'unité extérieure et le module intérieur

(tous les composants frigorifiques sont rassemblés dans l'appareil)

- avoir les mêmes compétences pour l'installation et la maintenance des PAC et des chaudières

On distingue les pompes à chaleur air extérieur/eau fonctionnant en tout ou rien (maintien de la température d'eau

à chauffer en mettant en marche ou à l'arrêt le compresseur) et celles fonctionnant à vitesse variable dit Inverter (avec modulation de la vitesse de rotation du compresseur afin d'adapter la puissance thermique au besoin).

COMMENT FAIRE



La chaudière existante peut également être remplacée par une PAC eau glycolée/eau (captage par capteurs géothermiques), une PAC eau/eau (nappe phréatique) ou sur boucle d'eau. Ces solutions, présentant des contraintes d'installation plus fortes en rénovation, ne sont pas traitées dans ce guide.

7.7.1 INTERVENTIONS SUR LA CHAUFFERIE EXISTANTE

Local technique : la PAC monobloc est généralement installée à l'extérieur (en toiture ou au sol). Une installation à l'intérieur, en local technique, est possible sous réserve que la PAC soit équipée d'un réseau d'amenée d'air neuf et de rejet à l'extérieur avec ventilateur spécifique. Ce local technique est assimilable à une sous-station (conformément à l'arrêté du 23 juin 1978).

Spécifications acoustiques réglementaires (Réglementation sur le bruit intérieur, Réglementation sur le bruit de voisinage) la PAC et ses équipements doivent respecter les réglementations en vigueur sur le bruit intérieur et sur le

bruit au voisinage. Elles reposent sur la connaissance des puissances acoustiques des PAC monobloc (ou des unités extérieure et intérieure pour un PAC en éléments séparés). Ces données sont fournies par le fabricant.

Spécifications vis-à-vis du fluide frigorigène utilisé : les exigences relatives à la charge de fluide ou encore aux mesures de sécurité à adopter sont « réglementées » via la NF EN 378 (application volontaire) ou pour les ERP (cat 1 à 4) via l'arrêté du 10 mai 2019 (application obligatoire).

Les exigences peuvent notamment différer selon la nature du fluide (A1, A2L...) et selon la bâtiment.

7.7.2 RÉNOVATION PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU, TOUJOURS POSSIBLE ?

Au-delà de toute notion de thermique et d'hydraulique, la rénovation d'une installation de chauffage à eau chaude

par une pompe à chaleur air/eau peut s'avérer très difficile voire impossible.

ATTENTION



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

Il convient donc de s'interroger sur la faisabilité de l'opération vis à vis de ces différents paramètres avant d'aller plus loin dans l'étude de l'installation. Ces difficultés peuvent être liées :

- à l'implantation de la PAC
 - Si implantation en extérieur : les contraintes liées à l'encombrement de la machine sont faibles. Cependant, une attention particulière est nécessaire sur l'intégration de l'unité extérieure ou de la PAC monobloc à l'extérieur du logement. L'article R1336-7 du code de la santé publique définit des seuils de

pression acoustique à respecter à l'extérieur. Pour plus d'informations, se référer aux fiches techniques acoustiques publiée par l'AFPAC

- l'installation comprendra presque toujours des équipements tels qu'un module hydraulique et un ballon tampon qui, eux, devront pouvoir être installés dans un local.
- Si implantation en intérieur : une surface au sol suffisante doit être disponible pour pouvoir installer la PAC et ses accessoires (module hydraulique, ballon, ...).

ATTENTION



Les PAC air-eau en collectif sont presque systématiquement implantées à l'extérieur (débits importants dans le cas de PAC gainables).

- à la disponibilité de la source froide

Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur impose qu'elle prélève de la chaleur sur une source de chaleur extérieure (dite « source froide »). L'air extérieur est une source de chaleur qui est disponible sur tous les sites

COMMENT FAIRE



Etant donnés les niveaux et l'amplitude annuelle saisonnière des températures de l'air extérieur, les PAC air-eau ont des COP saisonniers plus faibles que les PAC eau glycolée/eau ou eau/eau. Elles n'imposent en revanche aucun travaux pour réaliser le captage d'énergie (forage ou décapage du terrain).

- à la nature du courant électrique disponible

L'installation électrique des bâtiments d'habitation doit respecter les dispositions des normes NF C 14-100 et NF C 15-100 en vigueur au moment de la demande de permis de construire ou de la déclaration préalable de construction.

Cette norme préconise de limiter les intensités de démarrage des moteurs de manière à éviter des per-

turbations excessives. Elle ne fournit cependant pas de préconisation spécifique pour garantir un bon fonctionnement des matériels de type PAC qui peuvent avoir des courants de démarrage importants. En habitat, l'intensité électrique appelée ne doit pas dépasser pas 45 A pour les installations en monophasé.

CONSEILS



Au-delà de ces intensités, l'alimentation électrique est subordonnée à l'accord préalable du distributeur d'énergie afin que des dispositions soient prises pour que leur utilisation reste compatible avec la conservation des installations de distribution et la desserte sans troubles graves pour les usagers.

CONSEILS



Les démarrages d'une pompe à chaleur raccordée en monophasé, alors que sa puissance électrique aurait justifié un raccordement électrique en triphasé, engendrent des baisses de tension sur l'installation.

Une très grande majorité de pompes à chaleur fonctionnant en TOR devrait donc être raccordée en triphasé. Cette contrainte peut constituer un obstacle important en rénovation (il n'est pas certain que le distributeur d'énergie propose toujours (et sur tout le territoire) la possibilité de convertir une installation électrique monophasée en triphasé, cette prestation présentant dans tous les cas un certain coût).

L'intensité électrique appelée au démarrage par une pompe à chaleur dont le compresseur est piloté par un Inverter (variateur de fréquence) augmente progressivement et ne dépasse jamais la valeur appelée à pleine charge. Cette technologie permet donc de raccorder en monophasé des machines de puissance thermique nominale bien plus élevée. Une autre solution pourrait alors consister à mettre en place un régulateur électronique de démarrage entre la PAC et l'installation électrique.

7.7.3 RÉNOVATION PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU EN SUBSTITUTION, TOUJOURS POSSIBLE ?

Il est toujours possible d'un point de vue thermique et hydraulique de proposer une solution de rénovation et la solution préconisée sera quasiment toujours une solutions de type PAC + appoint.

CONSEILS



Même dans les situations où la température de production de la PAC est toujours suffisante, il est le plus souvent préférable de tout de même l'associer avec un système d'appoint. En effet, si la PAC doit couvrir seule l'ensemble des besoins de chauffage, sa puissance calorifique devra être dimensionnée par rapport aux besoins de chauffage à la température de base. Si la machine n'est pas capable de moduler sa puissance (grâce à un Inverter ou une architecture bi-étagée), elle fonctionnera quasiment toute l'année à faible taux de charge, ce qui diminuera son rendement saisonnier et pourra altérer sa durée de vie.

La puissance de l'appoint électrique peut ne pas être suffisante. En effet, l'offre (les appoints électriques proposés par les constructeurs dépassent rarement 9 kW et la puissance électrique à souscrire limitent la puissance d'appoint pouvant être mise en œuvre). Ce point peut constituer un obstacle à la réalisation d'une rénovation par substitution.

COMMENT FAIRE



La limite sur la puissance d'appoint, influe sur l'intérêt énergétique et économique de cette solution. C'est pourquoi, dans certains cas, seule une PAC dite « haute température » pourra permettre une rénovation en substitution.

7.7.4 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU

Face à cette tendance lourde d'intégration de PAC dans les chaufferies, il est important de noter que :

- l'offre industrielle est récente et encore en construction. Certains grands acteurs de chaudières collectives ne sont pas encore positionnés sur une offre de PAC ;
- pas ou peu de retours d'expérience sont disponibles, notamment sur l'aspect performantiel ;
- les méthodes de dimensionnement (pour les systèmes de production d'ECS et/ou de chauffage) sont propres à chaque industriel ;
- des dysfonctionnements récurrents liés à l'hydraulique et à la régulation sont constatés sur les installations comportant des générateurs couplant plusieurs énergies et/ou technologies.

COMMENT FAIRE



Le guide Technique Le dimensionnement des systèmes de production d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif de 2019 ne traite du dimensionnement des PAC qui assurent uniquement le réchauffage des besoins d'ECS, pas le réchauffage du bouclage, ni le chauffage des bâtiments

ATTENTION



La plupart des machines en éléments séparés nécessitent la manipulation de fluide frigorigène lors de l'installation, ce qui implique de se conformer à la réglementation concernant les fluides frigorigènes, notamment les articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

- Avoir un espace disponible pour l'implantation de la pompe à chaleur à l'extérieur ou de l'unité extérieure en vérifiant les intégrations acoustique, technique et esthétique.
- Prévoir les dégagements nécessaires autour de l'unité extérieure ainsi que les vents dominants

ATTENTION



Il convient de s'assurer que l'implantation de la pompe à chaleur n'est pas contraire aux règles d'urbanisme ou de copropriété.

- Éviter les nuisances sonores pour le voisinage
L'article R1336-7 du code de la santé publique fixe les valeurs limites d'émergence sonore admises : 5 dB(A) en période diurne et 3 dB(A) en période nocturne.

COMMENT FAIRE



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.

Cette réglementation implique une attention particulière à l'intégration de l'unité extérieure à l'extérieur.

CONSEILS



- placer l'appareil hors de vue du voisinage direct, à partir d'une terrasse ou à partir de baies vitrées : l'abriter derrière un obstacle naturel formant écran tel qu'un rideau d'arbustes, une haie, une butte de terre ou un mur de clôture en conservant une distance minimale ;
- éviter la proximité d'une ou de plusieurs parois fortement réverbérantes.

Un écran acoustique peut être installé tout en restant vigilant sur le risque potentiel des ondes sonores réfléchies par une mauvaise implantation de l'unité extérieure vis-à-vis de l'écran. Il convient de se rapprocher des services de l'urbanisme pour savoir si une demande de travaux en mairie est nécessaire.

- Penser à l'évacuation des condensats en évitant l'écoulement des condensats sur une zone passante (risque de gel)
- Avoir un espace disponible pour l'implantation de la pompe à chaleur ou de l'unité intérieure dans un local

ATTENTION



Une pompe à chaleur peut être installée dans un local fermé ou semi-ouvert dès lors qu'elle est équipée d'un réseau d'amenée d'air neuf et de rejet à l'extérieur avec ventilateur spécifique.

- En vérifiant la place disponible pour l'installation de la pompe à chaleur et de ses accessoires (volume tampon notamment)
- En prenant en compte les possibles nuisances sonores vis-à-vis du voisinage ;
- En assurant l'évacuation des condensats dans le réseau d'évacuation du bâtiment (nécessité d'une pompe de relevage lorsqu'il n'y a pas de possibilités d'évacuation) ;
- En vérifiant la place disponible pour l'accès et la maintenance des différents éléments.

ATTENTION



Afin de réduire les dangers possibles des systèmes frigorifiques pour les personnes, les biens et l'environnement, il est recommandé de respecter la charge maximale de fluide frigorigène définie selon le calcul de la norme NF EN 378. Cette charge maximale dépend notamment du fluide frigorigène et du local où est installé l'appareil.

- Vérifier la nature du courant électrique disponible
L'arrêté du 24 décembre 2007 définit notamment les critères de qualité du réseau public de transport et de distribution d'électricité. Si les caractéristiques du réseau électrique sont en dehors des critères de l'arrêté, certains matériels pourraient être endommagés, voire ne pas fonctionner. Le cas le plus général, est la chute de tension qui provoque la mise en défaut de la pompe à chaleur.

Il est recommandé de :

- Vérifier si la tension est monophasée ou triphasée
- Vérifier si possible la chute de tension à la mise en fonctionnement d'appareils résistifs (tels que four, fer à repasser...),
- Vérifier la protection différentielle et le calibre du disjoncteur
- Vérifier la puissance d'abonnement et la puissance électrique disponible (il est recommandé de prendre contact avec le distributeur d'énergie)
- Prendre connaissance d'éventuelles variations de tension constatées

- Choisir sa pompe à chaleur en fonction de la loi d'eau de l'installation

COMMENT FAIRE



Certaines PAC permettent d'obtenir de l'eau chaude jusqu'à une température de 80°C sans appoint. Elles sont parfois présentées sous le terme de « pompe à chaleur très haute température ».

Lorsque l'installation d'une pompe à chaleur est envisagée, il est préférable de chercher à diminuer les températures de fonctionnement de l'installation de chauffage. 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 de la substitution de chaudière, l'option de changer les émetteurs est envisageable.

La conception du réseau hydraulique sera différente selon que l'installation de la pompe à chaleur en substitution de chaudière existante est prévue :

- avec un changement des émetteurs : le réseau hydraulique est entièrement reconsidéré pour répondre aux spécificités de la pompe à chaleur (comme pour une installation neuve)

CONSEILS



Dans le cas de la substitution de chaudière, l'option de changer les émetteurs est envisageable. Ils doivent être dimensionnés pour une basse température d'eau, obtenue par une pompe à chaleur standard. Cependant, excepté le cas des ventilo-convecteurs, les émetteurs à basse température présentent des surfaces d'échange et donc des encombrements plus importants.

- en conservant les émetteurs existants : une adaptation du réseau est nécessaire pour répondre aux spécificités de la pompe à chaleur. Selon les émetteurs en place, un découplage hydraulique entre la production et les émetteurs est nécessaire. Il peut être constitué par un bypass, une bouteille de découplage ou un volume tampon à quatre piquages. Ce découplage permet d'une part d'alimenter la pompe à chaleur conçue pour travailler avec un débit correspondant à un écart

de température d'eau entrée-sortie de 5 à 7 K et d'autre part d'alimenter les radiateurs avec un débit correspondant à un écart de température plus important. Il permet également d'avoir un débit mieux contrôlé aux bornes de la PAC (pour beaucoup de PAC, il est préférable de travailler à débit constant).

- S'assurer de la qualité d'eau du réseau existant (pH, dureté, conductivité).

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR OPTIMISER LES PERFORMANCES DE L'INSTALLATION ?

La performance se dégrade en fonction :

- de la température extérieure : plus la température extérieure est faible et plus le COP et la puissance thermique (à régime de compresseur équivalent) sont faibles ;
- de la température de départ de la pompe à chaleur. Par exemple, une diminution de la température de dé-

part de 65 à 45°C permet d'améliorer de plus d'un point le COP pour une température extérieure de 7°C.

- Privilégier la modulation et un fonctionnement à faible taux de charge de la PAC. Répartir la puissance maximale appelée sur plusieurs PAC permet un fonctionnement à charge partielle et une augmentation la plage de modulation globale de la chaufferie.

- Maîtriser le débit dans la pompe à chaleur
 - Respecter le débit nominal indiqué par le fabricant : le maintien aux bornes de la pompe à chaleur du débit nominal indiqué par le fabricant permet de garantir ses performances. Il convient de le respecter.

COMMENT FAIRE



Or, il est souvent constaté un débit plus élevé causé par un surdimensionnement du circulateur (surestimation des pertes de charge, choix d'un circulateur surpuissant), l'absence de vanne d'équilibrage ou encore le réglage systématique du circulateur en vitesse supérieure. Ce sur-débit engendre un excès de consommation électrique du circulateur et peut être à l'origine de bruit dans l'installation. De plus, il induit une température plus élevée en sortie d'émetteurs et donc en entrée de pompe à chaleur qui n'est pas favorable.

Au contraire, un débit trop réduit peut conduire à une chute de performance de la pompe à chaleur, voire à sa mise à l'arrêt.

Il convient donc de ne pas trop s'écarter du débit nominal.

- Respecter le débit minimal spécifié : ce débit minimal est spécifié dans la documentation technique de la pompe à chaleur, il est de l'ordre de 40 % du débit nominal.
En présence de robinets thermostatiques sur les radiateurs ou de vannes à deux voies de régulation sur les circuits de planchers chauffants, il est donc nécessaire de prévoir une soupape de pression différentielle. Elle a pour fonction de s'ouvrir pour dériver un débit dans la production lorsque les robinets ou les vannes se ferment sous l'effet d'une élévation de température ambiante.
- Vérifier l'adéquation entre le débit des émetteurs et le débit de la pompe à chaleur
Il est nécessaire de vérifier que le débit qui irrigue la pompe à chaleur (déterminé pour un écart de température d'eau de 5 à 7 K entre l'entrée et la sortie) est compatible avec le débit dans les émetteurs.

ATTENTION



Dans le cas d'une substitution de chaudière, un diagnostic des émetteurs permet de s'assurer que leur surdimensionnement est suffisant pour l'alimentation par une pompe à chaleur et de veiller à ce que le réseau hydraulique admette un débit plus important (il s'agit en particulier de limiter l'augmentation du bruit).

Le cas échéant, la mise en place d'un découplage entre la production et les émetteurs peut s'avérer nécessaire.

Ce découplage permet d'une part d'alimenter la pompe à chaleur conçue pour travailler avec un débit correspondant à un écart de température d'eau de 5 à 7 K et d'autre part d'alimenter les radiateurs avec un débit correspondant à un écart de température plus important. Le sur-débit au primaire doit donc être maîtrisé.

- Vérifier que le volume de l'installation est supérieur au volume minimal recommandé par le fabricant.

Ce volume permet d'assurer une inertie suffisante et de maintenir un temps de fonctionnement minimal du compresseur, évitant une usure prématurée provoquée par les cycles marche/arrêt trop fréquents.

COMMENT FAIRE



Pour les pompes à chaleur avec compresseur à vitesse variable, le volume d'eau minimal requis est plus faible que pour un compresseur contrôlé en tout ou rien puisque sa puissance peut être modulée.

Dans la notice technique de la pompe à chaleur, le fabricant peut spécifier le volume minimal d'eau auquel doit être raccordée la machine. Ce volume permet d'assurer une inertie suffisante pour maintenir un temps de fonctionnement minimal du compresseur, évitant une usure prématurée provoquée par des cycles marche/arrêt trop fréquents.

Certains constructeurs de pompe à chaleur intègrent d'ailleurs cette restriction de démarrage (entre 5 et 10 minutes) directement via la régulation pour éviter le fameux "stop and go" mais qui n'est pas toujours suffisante.

ATTENTION



Attention, ce volume minimal d'eau pris en compte est celui du ou de tous les circuits traversés en permanence par un débit et jamais isolés de la pompe à chaleur par la régulation. Si des radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques ou si les circuits de plancher chauffant sont dotés de vannes à deux voies terminales, le volume des réseaux émetteurs ne sera pas comptabilisé pour calculer le volume de l'installation.

COMMENT FAIRE



Certains fabricants proposent un volume tampon intégré à la machine mais ce volume est souvent faible devant le volume minimal à respecter. Il convient de vérifier son dimensionnement par rapport aux caractéristiques de l'installation.

ATTENTION



Un constructeur de pompe à chaleur peut exiger l'installation d'un volume tampon en supplément pour le bon fonctionnement de son système. Sinon, il est en droit de refuser d'appliquer la garantie de l'appareil pour un non-respect des préconisations de montages hydrauliques.

CONSEILS



Le volume tampon offre d'autres intérêts :

- la possibilité de lui intégrer un système d'appoint (électrique ou autre) quand il est installé après la pompe à chaleur ;
- Lorsqu'il est placé en aval, permet de ne pas ressentir d'inconfort dans le logement par une circulation d'eau refroidie dans le circuit de chauffage lors des séquences de dégivrage en inversion de cycle ;
- la possibilité, dans certains pays, de faire face à des temps d'arrêt requis par le tarif de l'énergie électrique. Il est alors chargé de stocker de l'eau chaude pour réduire le nombre de démarrages de la pompe à chaleur. Ainsi, elle démarre uniquement pour chauffer l'eau contenue dans ce ballon ; le circuit de chauffage vient ensuite y puiser l'eau dont il a besoin pour fonctionner ;
- la possibilité de coupler la PAC à un autre système de chauffage à eau chaude (solaire ...) ou une chaudière existante.

- Adopter une production à température variable, régulée en fonction de la température extérieure
La régulation en fonction de la température extérieure agissant sur la consigne de température de départ de la pompe à chaleur permet de produire de l'eau à température plus basse, favorable à la performance de

la machine. La pompe à chaleur n'est plus maintenue en température inutilement élevée et les pertes thermiques sont réduites. De plus, dans certaines configurations, il est fait l'économie d'une vanne à trois voies de régulation.

COMMENT FAIRE



Pour la plupart des fabricants, cette régulation en fonction de l'extérieur est naturellement assurée par le régulateur intégré à la pompe à chaleur. Il s'agit de demander à la pompe à chaleur de produire une température d'eau variable selon la température extérieure mesurée. Cette fonction peut aussi être assurée par les régulateurs localisés en tableau électrique.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

ATTENTION



Eviter le surdimensionnement : en cas de surpuissance importante, le seuil minimal de modulation de la PAC est rapidement atteint. La chaufferie fonctionnera alors en « tout ou rien », pendant des cycles courts un grand nombre de jour de l'année. Plus le surdimensionnement est important et plus le nombre de cycles courts augmente.

- Dimensionnement de la PAC tout ou rien et de l'appoint électrique
La puissance calorifique de la pompe à chaleur est comprise entre 70 et 100% des déperditions calculées pour la température extérieure de base du lieu.
La puissance totale délivrée par la pompe à chaleur et l'appoint est égale à 120% des déperditions calculées pour la température extérieure de base du lieu.
La température limite de fonctionnement garanti d'arrêt de la pompe à chaleur est inférieure de 5 K à la température extérieure de base. Une minoration de l'écart de 5 K est prévue lorsque la température extérieure de base est inférieure à -10°C .
- Dimensionnement de la PAC à compresseur à vitesse variable et de l'appoint électrique
La puissance calorifique de la pompe à chaleur est comprise entre 80 et 100% des déperditions calculées pour la température extérieure de base du lieu.
La puissance totale délivrée par la pompe à chaleur et l'appoint est égale à 120% des déperditions calculées pour la température extérieure de base du lieu.
La température limite de fonctionnement garanti d'arrêt de la pompe à chaleur est inférieure de 5 K à la température extérieure de base. Une minoration de l'écart de 5 K est prévue lorsque la température extérieure de base est inférieure à -10°C .

COMMENT FAIRE



La température limite de fonctionnement garanti est la température extérieure en dessous de laquelle le constructeur ne garantit pas le fonctionnement satisfaisant de la pompe à chaleur ni l'obtention des performances attendues.

- Dimensionnement du volume tampon
Le dimensionnement du volume tampon est réalisé en fonction du temps minimal de fonctionnement recommandé par le fabricant.

CONSEILS



Si cette information n'est pas présente, il est recommandé d'avoir un temps minimal de fonctionnement de 6 minutes.



SOLUTIONS DE RENOVATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

En fonction de l'état de la (ou des) chaudière(s) existante(s), il peut être proposé de la (les) maintenir en fonctionnement et, dans ce cas, de la (les) coupler à un autre système.

8

1

CHAUDIÈRE EXISTANTE EN RELÈVE D'UNE CHAUDIÈRE BOIS

En fonction de la taille des projets, on distingue deux types de conception d'installation possibles pour les chaudières bois : la conception en mono-énergie (utilisant uniquement du bois) ou en bi-énergie (utilisant du bois et une autre énergie en complément).

ATTENTION



La bi-énergie est la configuration rencontrée quasi systématiquement pour les chaufferies de plus de 200 kW. Dans ce type de conception, le complément est fourni par un ou plusieurs générateurs d'appoint utilisant un combustible fossile.

La disponibilité d'un second combustible en relèvement (gaz naturel ou fioul), permet d'optimiser techniquement et économiquement le dimensionnement du générateur bois en diminuant sa puissance.

Le complément d'énergie est fourni par la ou les chaudières existante disposant (généralement) d'une plus grande plage de modulation (notamment pour le gaz naturel) et d'une meilleure réactivité. Le (ou les) générateur(s) d'appoint couvre(nt) le complément des besoins pendant

les périodes les plus froides et les plus douces de l'année, durant lesquelles la chaudière bois ne peut pas assurer la production de chaleur :

- en période très froide, quand la puissance appelée est supérieure à la puissance du générateur bois,
- en fin de demi-saison et en été, quand la puissance appelée est inférieure au minimum technique de fonctionnement de la chaudière bois (soit environ 25 % de sa puissance nominale).

8.1.1 RÉNOVATION PAR UNE CHAUDIÈRE BOIS EN RELÈVE, TOUJOURS POSSIBLE ?

Au-delà de toute notion de thermique et d'hydraulique, l'intégration d'une chaudière à bois peut s'avérer difficile sur certaines configurations de bâtiment. Il convient donc de s'interroger sur la faisabilité de l'opération vis à vis de ces différents paramètres avant d'aller plus loin dans l'étude de l'installation.

Comme pour une substitution, ces difficultés peuvent être liées :

- à la disponibilité d'un combustible de qualité et d'un distributeur à proximité ;
- à l'implantation du silo de stockage ainsi qu'à son accès (vis-à-vis de l'approvisionnement et de la chaudière) ;
- à l'implantation de l'installation (chaudière, silo et du ballon d'hydroaccumulation si requis).

8.1.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR UNE CHAUDIÈRE BOIS AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

Les règles générales pour l'installation d'une chaudière bois en relève de la chaudière existante sont similaires à celles explicitées pour les chaudières bois installées en substitution. On retrouve :

- S'assurer d'une bonne livraison de combustible ;
 - Disposer d'un silo de stockage adapté
 - en assurant au livreur un bon accès au silo de stockage
 - en justifiant d'un stockage pérenne et d'un volume suffisant.
 - Justifier d'un local technique de taille suffisante ;
 - Vérifier le système d'évacuation des produits de combustion
- Si un conduit existant est déjà en place, un diagnostic s'impose pour savoir s'il est également utilisable avec le nouvel appareil fonctionnant aux granulés ou au bois déchiqueté.
 - Si le conduit n'est pas compatible avec la future installation, il doit alors être réhabilité par un tubage ou par la mise en place d'un nouvel ouvrage.
 - Si le conduit de fumée est réutilisé (avec ou sans tubage), il résiste aux caractéristiques du combustible le plus contraignant.
 - Prévoir un système de traitement de fumées adapté ;
 - Prévoir une évacuation adaptée pour les cendres.

CONSEILS



D'une façon générale, plusieurs appareils peuvent être raccordés sur un même conduit de fumée si les technologies des chaudières sont identiques, si ce conduit est compatible avec les produits de la combustion du ou des combustibles, et que ses caractéristiques sont telles qu'un tirage suffisant soit assuré dans toutes les conditions de fonctionnement. Un fonctionnement en simultané des appareils est possible en chaufferie.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'OPTIMISATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME ?

Les règles générales pour optimiser le fonctionnement d'une chaudière bois en relève de la chaudière existante sont similaires à celles explicitées pour les chaudières bois installées en substitution. On retrouve :

- Privilégier un combustible de qualité ;
- Assurer un tirage stable ;
- Assurer une amenée d'air comburant suffisante ;
- Identifier le besoin d'un ballon d'hydroaccumulation ;

ATTENTION



Le ballon d'hydroaccumulation ne doit pas être réchauffé par le générateur d'appoint.

- Considérer les spécificités hydrauliques des générateurs bois.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

Pour une configuration de type bi-énergie, un dimensionnement de la chaudière bois aux alentours de 50-60 % de la puissance maximale appelée du site considéré permet d'atteindre un taux de couverture global des besoins annuels par le bois compris entre 80 et 90 %, tout en permettant un fonctionnement à un taux de charge élevé

sur l'ensemble de l'année. La courbe monotone ci-dessous représente la répartition des appels de puissance sur une année. Généralement, un dimensionnement de la chaudière bois aux alentours de 60 % de la puissance maximale appelée permet de couvrir 85 % à 90 % des besoins annuels. Le reste est couvert par la chaudière d'appoint.

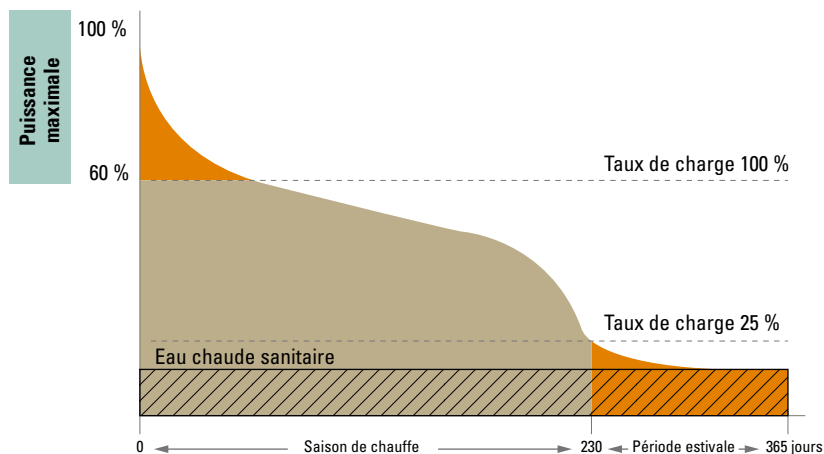


FIGURE 20 Dimensionnement de la chaudière bois dans une configuration bi-énergie

La puissance de la (ou des) chaudières d'appoint correspond dans le cas d'une rénovation à l'appel de puissance maximum déterminé pour le site considéré.

COMMENT FAIRE



Le fonctionnement de la cascade entre la chaudière bois et appoint est géré automatiquement par une armoire de régulation. La continuité de la fourniture d'énergie du site est ainsi assurée, y compris lors des arrêts techniques de la chaudière bois (ramonages...) ou si un problème survient sur l'installation.

8

2

CHAUDIÈRE EXISTANTE EN RELÈVE D'UNE POMPE À CHALEUR AIR/EAU

La pompe à chaleur est associée à la chaudière existante qui assure l'appoint.

Le raccordement hydraulique et la régulation mise en œuvre doivent permettre à la PAC d'être le moyen de production prioritaire. Une partie de la consommation d'énergie

fossile est substituée par une consommation d'énergie électrique. Ce taux de conversion dépendra du dimensionnement de la PAC, tant en terme de température qu'en terme de puissance calorifique.

CONSEILS



Deux configurations peuvent être rencontrées : la PAC et la chaudière assure le chauffage et la production d'ECS ou la PAC assure uniquement le chauffage (l'ECS étant assurée par un système séparé).

8.2.1 RÉNOVATION PAR UNE PAC AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE, TOUJOURS POSSIBLE ?

Comme pour les PAC en substitution, il convient à l'installateur de s'interroger de la faisabilité de l'opération vis à vis de :

- l'implantation de la PAC
- la disponibilité de la source froide
- la nature du courant électrique disponible

Il est toujours possible d'un point de vue thermique et hydraulique de proposer une solution de rénovation d'une

installation de chauffage à eau chaude par un système de type chaudière existante en relève d'une PAC air/eau. Dans la configuration « PAC en relève de chaudière », la puissance de l'appoint (la chaudière) sera toujours suffisante (puisque ce système couvrirait initialement seul l'ensemble des besoins).

COMMENT FAIRE



C'est la nature de l'appoint qui permet de distinguer deux types de solutions de rénovation avec une PAC air/eau :

- appoint chaudière : solution de type PAC en relève de chaudière
 - appoint électrique : solution de type PAC en substitution de chaudière (chapitre 7.7)
- Une estimation des consommations permet d'évaluer l'intérêt énergétique, environnemental et économique de l'une ou l'autre solution.

Le circuit hydraulique existant est adapté en fonction du mode de fonctionnement choisi : alterné ou simultané.

CONSEILS



Le fonctionnement « en simultané » permet d'obtenir un meilleur rendement saisonnier mais la solution « alterné » est plus simple à mettre en œuvre. Dans tous les cas, l'objectif est de favoriser le fonctionnement de la pompe à chaleur lorsqu'elle est la plus performante.

- Mode alterné : les deux générateurs ne fonctionnent jamais ensemble.
La PAC assure seule le chauffage pour une température extérieure supérieure à la température d'équilibre. En dessous de la température d'équilibre, la chaudière assure seule les besoins.

COMMENT FAIRE



Le point d'équilibre désigne la température minimale à partir de laquelle la PAC n'est plus en mesure de chauffer suffisamment l'eau du réseau de chauffage. C'est le point de déclenchement de la chaudière d'appoint. En principe, ce point est situé entre -5°C et 5°C .

La mise en fonctionnement de l'un ou l'autre des générateurs est réalisée selon la température extérieure mesurée et la température d'équilibre paramétrée dans le régulateur. La logique est la suivante :

- $T^{\circ}\text{ extérieure} > T^{\circ}\text{ d'équilibre}$ → la pompe à chaleur fonctionne
- $T^{\circ}\text{ extérieure} < T^{\circ}\text{ d'équilibre}$ → la chaudière fioul fonctionne
- Mode simultané : les deux générateurs fonctionnent ensemble
La PAC assure seule le chauffage jusqu'à la température d'équilibre. En dessous de cette température

d'équilibre, la PAC et la chaudière fonctionnent ensemble pour assurer la totalité des besoins (jusqu'à la température extérieure d'arrêt de la PAC à partir de laquelle la chaudière assure seule les besoins). La régulation repose sur deux valeurs de températures paramétrées dans le régulateur que sont : la température d'équilibre (ou de bivalence) et la température d'arrêt. La logique est la suivante :

- $T^{\circ}\text{ extérieure} > T^{\circ}\text{ d'équilibre}$ → PAC seule
- $T^{\circ}\text{ d'arrêt} < T^{\circ}\text{ extérieure} < T^{\circ}\text{ d'équilibre}$ → chaudière + PAC
- $T^{\circ}\text{ extérieure} < T^{\circ}\text{ d'arrêt}$ → chaudière seule

8.2.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE

ATTENTION



Les points de vigilance spécifiés pour les PAC en substitution de chaudière s'appliquent également dans une configuration du type chaudière existante en relève de PAC.

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION ET L'OPTIMISATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME ?

- Pas de modification du débit du réseau de chauffage existant
L'installation de la PAC ne doit pas engendrer de modification du débit du réseau existant et doit permettre de satisfaire :
 - un débit adapté dans la pompe à chaleur pour qu'elle délivre sa puissance avec un faible écart de température ;
 - un débit constant dans la pompe à chaleur afin d'éviter des variations importantes de température d'eau au condenseur (pour les modèles qui n'acceptent pas de débit variable) ;
- une température d'eau la plus basse possible même lorsque la chaudière est sollicitée.
- Gestion de la PAC et de la chaudière par la même régulation
Il est préférable qu'une même régulation gère le fonctionnement de la PAC, de l'appoint de chauffage (chaudière existante) mais aussi des éventuelles vannes de mélange (3 ou 4 voies) et les auxiliaires. Si la PAC contribue à la préparation de l'ECS, cette régulation devra de plus gérer la priorité ECS (basculement d'une vanne ou enclenchement d'un circulateur) et le fonctionnement de l'appoint ECS.

COMMENT FAIRE



Si le mode de fonctionnement alternatif est retenu, chaque générateur dispose de sa propre régulation.

- Pour un fonctionnement en mode alterné :
Chaque générateur possède son propre circulateur. Celui-ci doit être piloté de la même manière que le générateur auquel il est associé.

La figure ci-dessous présente le schéma hydraulique et de régulation d'une installation en fonctionnement alterné. La vanne 3 voies en aval de la chaudière n'est pas nécessaire si la régulation de la chaudière permet la modulation de la température de départ d'eau.

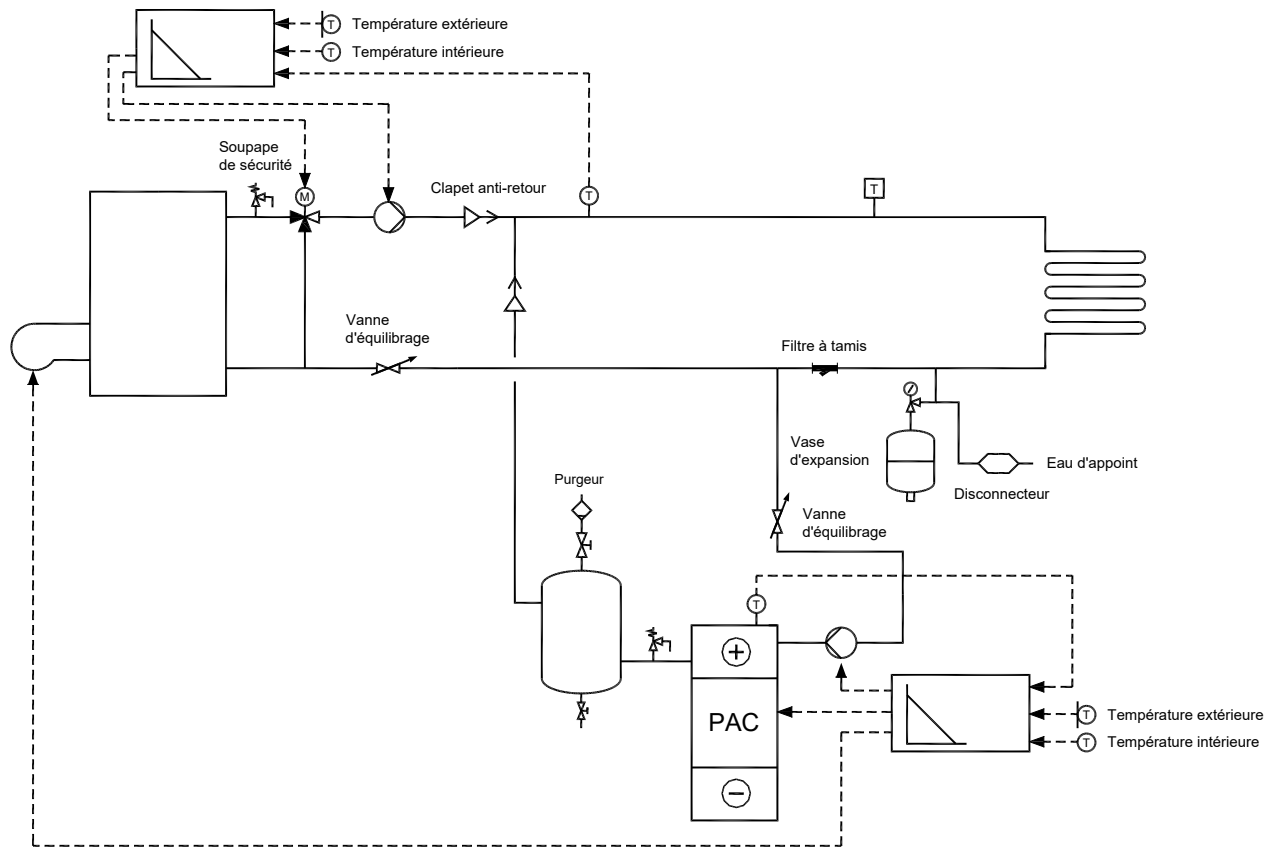


FIGURE 21 Exemple de schéma hydraulique - fonctionnement alterné

- Pour un fonctionnement en mode simultané :
La PAC est raccordée en dérivation sur le retour à l'aide d'un collecteur horizontal ou d'un bypass. La chaudière assure l'appoint en élevant la température d'eau préchauffée par la PAC. Pour favoriser la performance du système, il est nécessaire de respecter les points suivants :
 - raccorder la PAC sur le retour chauffage (température plus froide en entrée condenseur ce qui améliore sa performance),
 - piloter les équipements hydrauliques pour éviter l'irrigation du générateur à l'arrêt.

COMMENT FAIRE



Lorsque la chaudière n'est pas sollicitée, elle ne doit pas être irriguée afin de ne pas engendrer de pertes thermiques inutiles. Il en est de même pour la PAC lorsqu'elle ne fonctionne pas, par jours de grands froids. La commande de circulateurs ou de vannes directionnelles permet d'assurer cette fonction.

Dans le schéma ci-dessous, ce pilotage est assuré par l'asservissement du circulateur de la PAC et du pilotage de la vanne directionnelle pour la chaudière. Cette dernière peut aussi servir comme vanne de régulation de la tempé-

rature de départ d'eau de la chaudière si cette régulation n'est pas disponible sur la chaudière. Le circulateur de chauffage, en aval de la chaudière, doit fonctionner en permanence et ne doit pas être piloté par la chaudière.

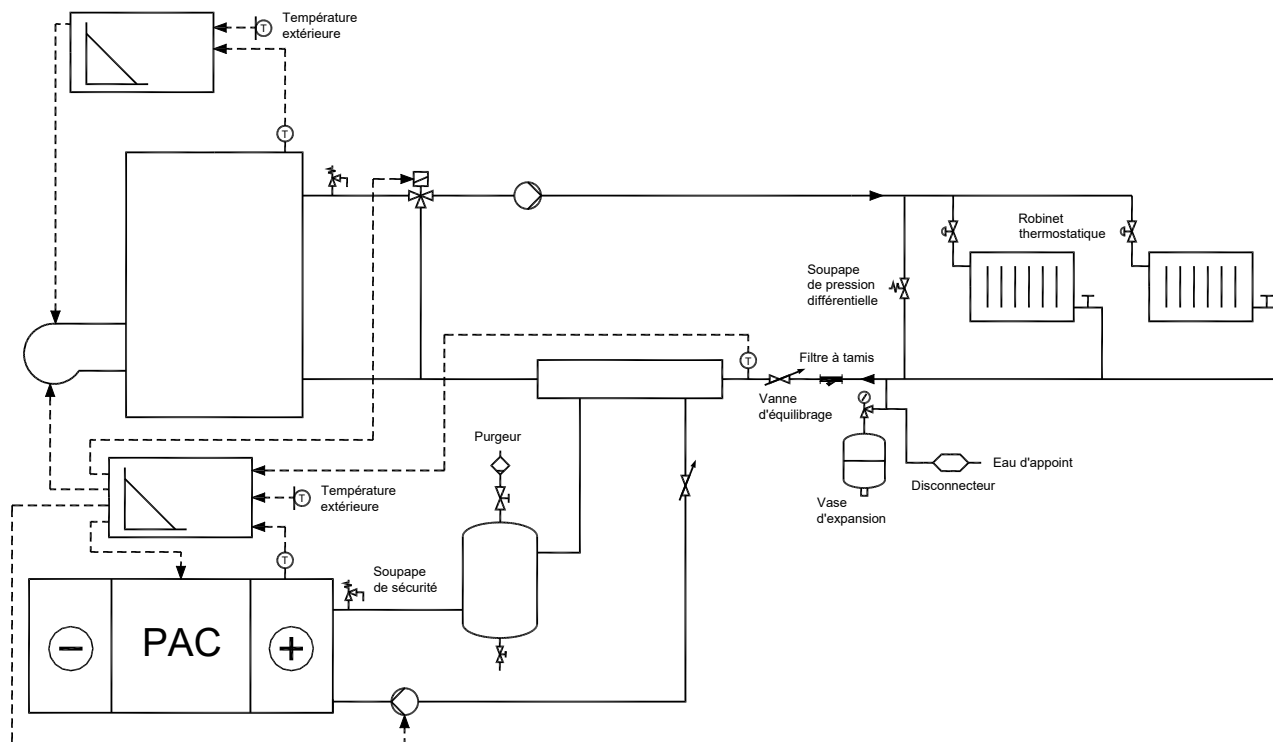


FIGURE 22 Exemple de schéma hydraulique – fonctionnement simultané

COMMENT FAIRE



Le schéma montre une distribution hydraulique possible avec la PAC en parallèle de la chaudière par l'intermédiaire d'un collecteur. Toutefois, il est envisageable d'utiliser un ballon 4 piquages

QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

La chaudière existante est conservée et est utilisée en appoint de la PAC, voire fonctionne seule les jours les plus froids.

ATTENTION



La compatibilité de la température de retour d'eau maximale admissible au niveau de la pompe à chaleur est vérifiée par rapport à la température de départ d'eau nécessaire à l'installation.

La somme de la puissance calorifique de la chaudière et de la PAC est supérieure ou égale à 120% des déperditions calculées à la température extérieure de base, quel que soit le type de pompe à chaleur installée.

Il revient au concepteur de fournir une solution technico-économique permettant de couvrir 120% des déperditions à la température extérieure de base tout en optimisant la performance saisonnière.

8

3

COUPLAGE À UNE INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE POUR LA PRODUCTION D'ECS

La production d'eau chaude sanitaire peut être assurée, au moins en partie, par un système utilisant l'énergie solaire thermique. Les systèmes proposés dans ce chapitre peuvent être couplés et intégrés aux différentes solutions de rénovation présentées dans ce guide (avec changement du générateur ou maintien de celui existant).

COMMENT FAIRE



Contrairement à la pratique courante d'une couverture des seuls besoins en eau chaude sanitaire (ECS), on peut opter pour un système combiné prenant aussi en compte les besoins de chauffage. On parle de SSC collectif prenant par exemple la forme de MTA (Modules Thermiques d'Appartements) intégrant une production solaire sur la boucle primaire.

8.3.1 INTÉGRATION DU SOLAIRE, TOUJOURS POSSIBLE ?

L'ensemble des points suivants doivent être vérifiés afin de statuer rapidement sur la faisabilité d'un chauffe-eau solaire.

JUSTIFIER DE CONSOMMATIONS D'EAU CHAUDE SANITAIRE RELATIVEMENT IMPORTANTES ET STABLES

Pour être performante, une installation solaire doit être préconisée pour des applications justifiant de consommations d'eau chaude sanitaire suffisantes et régulières tout au long de l'année. C'est le cas notamment des bâtiments d'habitation collectifs, des établissements de santé et de certains hôtels.

Les projets ne répondant pas à ces critères de régularité et de niveau de consommation doivent être exclus ou intégrer les précautions nécessaires au bon fonctionnement de l'installation solaire (choix d'une solution auto vidangeable notamment pour des consommations irrégulières à certaines périodes de l'année).

Le concepteur doit évaluer au mieux ces consommations d'eau chaude sanitaire ainsi que le profil annuel de puisage. Pour l'estimation des consommations, le concepteur peut :

- idéalement, mesurer la consommation d'eau chaude et le profil de puisage réels du bâtiment concerné (cas d'installation existante) ;
- se baser sur des ratios de consommation empiriques. Le profil annuel de puisage étant quant à lui approché à partir de statistiques de consommations de bâtiments existants similaires.

POSSÉDER UNE SURFACE SUFFISANTE ET OPTIMALE

La surface disponible pour la mise en place du champ de capteurs solaires doit être suffisante et optimale. Elle doit être correctement orientée (+/-45° par rapport au Sud) et sans effet majeur d'ombrage sur les capteurs.

L'emplacement choisi doit permettre un ensoleillement optimal adapté au profil annuel de puisage (quand cela est possible).

COMMENT FAIRE



Le ratio communément admis pour une première estimation de la surface de capteurs est de 45 à 75 litres de volume solaire par m² de capteurs plans vitrés. Cette valeur a pour unique vocation de démarrer un calcul itératif permettant d'optimiser le dimensionnement. Il doit être confirmé par une étude solaire approfondie.

POSSÉDER UN EMPLACEMENT SUFFISANT POUR RECEVOIR LE(S) BALLON(S) DE STOCKAGE SOLAIRE(S)

Ce type d'installation nécessite de disposer ou de créer un local technique, fermé, en zone hors gel et accessible (local préfabriqué en toiture terrasse par exemple). Il doit pouvoir accueillir (en surface et hauteur) le ou les ballon(s) de stockage solaire(s) ainsi que tous les raccords et

équipements solaires nécessaires au bon fonctionnement de l'installation (vase d'expansion, échangeur solaire et régulation notamment). La masse du ballon ne doit pas dépasser la charge utile du plancher.

COMMENT FAIRE



Le volume du(des) ballon(s) de stockage solaire correspond à la consommation moyenne journalière d'eau chaude sanitaire, pour la période de fonctionnement la plus défavorable de l'année (faible consommation d'ECS et fort ensoleillement).

Des contraintes liées aux dimensions du local technique (surface réellement disponible notamment), peuvent conduire à réduire la valeur de prédimensionnement du volume de stockage solaire (et donc à réduire proportionnellement celle pour la surface de capteurs solaires).

8.3.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR LE SOLAIRE THERMIQUE

MAÎTRISER LA TEMPÉRATURE EN ENTRÉE DES CAPTEURS SOLAIRES

Plus la température en entrée de capteur est faible, et plus les performances de capteur ainsi que la productivité sont élevées. C'est pourquoi, différentes règles sont à appliquer pour assurer une productivité optimale et un taux de couverture adapté aux besoins.

- en dimensionnant au plus proche des besoins
La base d'un bon dimensionnement pour une installation solaire est l'évaluation des besoins journaliers. Objectif : avoir un volume de stockage renouvelé chaque jour afin :
 - d'abaisser la température du volume solaire pour optimiser la récupération

- de limiter le développement des bactéries telles que les légionelles.

Le surdimensionnement, du fait d'une surestimation des consommations d'eau chaude sanitaire notamment, est un défaut trop souvent rencontré sur les installations solaires. Un surdimensionnement augmente le coût de l'installation solaire, limite sa productivité et génère des problèmes de surchauffe l'été avec une altération du liquide antigel, une usure prématurée des matériaux et une contre-performance de l'installation.

CONSEILS



L'énergie solaire produite constitue le préchauffage de l'eau chaude sanitaire : il existe toujours un système d'appoint permettant d'atteindre la consigne (confort et sécurité) pour l'utilisateur. En l'absence de mesures précises, le dimensionnement de l'apport solaire sera toujours basé sur la fourchette basse des besoins en eau chaude sanitaire, et celui du système d'appoint sur les besoins en pointe.

- en optimisant le ratio « Volume / Surface de capteurs »
Un minimum de 50 litres de volume solaire par m² de capteurs solaires plans vitrés installés doit être respecté. Néanmoins, le volume de stockage solaire ne doit pas être surdimensionné. En effet, un volume trop important conduit à une montée en température des ballons de stockage solaires difficile.
- en surdimensionnant l'échangeur solaire
Pour éviter toute perte de production solaire, mieux vaut légèrement surdimensionner l'échangeur de chaleur solaire. La puissance de l'échangeur doit respecter un minimum de 700 W/m² de capteurs solaires et son coefficient d'échange de 100 W/m² de capteurs solaires·K.
En outre, l'échangeur extérieur à plaques doit être raccordé en contre-courant. Une circulation à contre-courant permet d'assurer un échange de chaleur maximal et une homogénéisation des températures.
- en maîtrisant les débits sur le circuit solaire
Le débit du circuit solaire est un point clé du bon fonctionnement d'une installation solaire. Il est essentiel que son débit soit justement dimensionné (et qu'il puisse être contrôlé). Dans tous les cas, se référer aux préconisations du fabricant.
- en raccordant correctement le (ou les) ballon(s) de stockage solaire
Si plusieurs dispositifs de stockage centralisé sont installés, ils sont raccordés en série et à contre-courant de la circulation d'eau chaude sanitaire.
Quel que soit le nombre de ballons raccordés :
 - le ballon où arrive l'eau froide est le plus froid ;
 - le ballon où arrive la sortie de l'échangeur à plaques est le plus chaud (ballon intégrant le départ d'eau chaude préchauffée par le solaire)

EN MAÎTRISANT LE COUPLAGE AVEC L'APPOINT

Quel que soit le système de production solaire installé, il faut lui adjoindre un appoint afin de couvrir la totalité des besoins journaliers en eau chaude sanitaire et en chauffage.

// Les installations utilisant du solaire thermique sont l'objet de problèmes récurrents, principalement dû à une méconnaissance de l'hydraulique par les professionnels. Ces erreurs peuvent-elles être évitées ? Existe-t-il des précautions particulières à prendre ? Oui, en retenant l'un des principes clés d'une installation à succès, à savoir l'utilisation d'un schéma hydraulique simple, robuste et compréhensible.

Il faut veiller en outre à la bonne adéquation entre :

- la température de stockage et celle de la distribution, dont le différentiel de ces deux températures soit le plus faible possible afin de limiter la quantité d'eau froide introduit dans le réseau d'ECS ;
- température de production qui doit être réglé en-dessous de la température de stockage solaire afin de limiter l'appoint lorsque l'ensoleillement est suffisant.

8

4

COUPLAGE À UNE PAC POUR LA PRODUCTION D'ECS

Les systèmes proposés dans ce chapitre peuvent être couplés et intégrés aux différentes solutions de rénovation présentées dans ce guide (avec changement du générateur ou maintien de celui existant).

Il existe deux catégories de PAC dédiée à la production d'ECS :

- la PAC couvre seule les besoins d'ECS avec parfois le recours à un appoint électrique. Les résistances électriques peuvent assurer également le secours

- la PAC ne couvre qu'une partie des besoins d'ECS. Elle vient en préchauffage. Elle assure une part ENR variable selon le choix qui sera fait par le client en fonction souvent de critère économique. Dans ce cas, la production d'ECS principale (gaz par exemple) est dimensionnée pour pouvoir couvrir seule les besoins d'ECS

COMMENT FAIRE



L'énergie nécessaire au maintien en température de la distribution collective est fournie par un dispositif spécifique (réchauffeur de boucle par exemple) ou directement par la PAC, à condition que celle-ci soit adaptée pour cet usage.

Les solutions de type pompe à chaleur dédiée à la production d'ECS sont multiples. Les sources d'énergie valorisées varient selon le système. En rénovation, les pompes à chaleur fonctionnent généralement sur :

- air extérieur
- capteurs solaires thermiques
- eaux grises

COMMENT FAIRE



Compte tenu de la diversité des systèmes, seuls quelques-uns sont évoqués brièvement ci-après. Il s'agit souvent de systèmes propres à un constructeur.

LES POMPES À CHALEUR SUR AIR EXTÉRIEUR DÉDIÉES À LA PRODUCTION D'ECS

Elles sont également appelées chauffe-eau thermodynamiques collectifs. Elles assurent une production d'ECS par accumulation.

Pour pouvoir recourir à ce système, il est nécessaire de disposer d'un espace à l'extérieur pour l'implantation du groupe monobloc ou de l'unité extérieure permettant de satisfaire les contraintes acoustiques, esthétiques et techniques. La longueur maximale de liaison frigorifique entre l'unité extérieure et le module intérieur est notamment à prendre en compte pour les pompes à chaleur bi-bloc. Ainsi sur certains modèles, la distance entre le local technique et l'unité extérieure ne peut dépasser 10 mètres. Un emplacement suffisant doit être également disponible pour l'installation des ballons d'accumulation d'ECS.

Une ou plusieurs pompes à chaleur air extérieur/eau peuvent être utilisées selon les besoins d'ECS. Leur puissance thermique varie d'environ 10 à 20 kW selon les modèles. Il s'agit de pompes à chaleur à haute température monoblocs ou bi-blocs capables de produire de l'ECS jusqu'à 60°C fonctionnant sur des plages de -20 à au moins +35°C. Les modèles monoblocs, contrairement aux modèles bi-blocs présentent moins de contraintes d'installation (pas d'intervention de frigoriste, pas de longueur maximale de liaison frigorifique) par contre le raccordement en eau glycolée entre l'unité extérieure et intérieure génère une perte de performance.

Le transfert d'énergie entre la pompe à chaleur et les ballons d'ECS est assuré par un module hydraulique comprenant un échangeur à plaques, différents acces-

soires hydrauliques (circulateur, vase d'expansion, soupapes, ...) et dans le cas des modèles bi-bloc le condenseur de la pompe à chaleur.

Un ou plusieurs ballons de stockage d'ECS peuvent être nécessaires selon les besoins et les contraintes d'encombrement. Leur capacité varie de 500 à 3000 litres. Ces ballons sont réchauffés par la pompe à chaleur en période nocturne, un seul réchauffage conduisant à de meilleures performances que de multiples relances durant la journée.

Au niveau de l'appoint, les configurations diffèrent selon l'énergie utilisée :

- un appoint électrique par un ou deux thermoplongeurs intégrés dans le ou les ballons de stockage d'ECS. Le maintien en température du bouclage d'ECS est assuré dans ce cas par un réchauffeur de boucle indépendant pour éviter de détruire la stratification dans le ballon (un réchauffeur avec un thermoplongeur ou un petit chauffe-eau thermodynamique assurant le rôle de réchauffeur) ;
- un ballon échangeur d'appoint raccordé à un générateur de chaleur (chaudière, sous-station) ou bien un accumulateur gaz d'appoint. Cet appoint assure également le réchauffage de la boucle d'ECS de manière à ne pas dégrader les performances énergétiques. Ce système peut être dimensionné pour couvrir pratiquement tous les besoins par la pompe à chaleur ou bien pour des raisons de coût d'investissement ou d'encombrement seulement une partie.

LES POMPES À CHALEUR SUR EAUX GRISES DÉDIÉES À LA PRODUCTION D'ECS

D'autres systèmes récupèrent la chaleur des eaux grises provenant des lavabos, douches, baignoires, machines à laver et éventuellement des cuisines. Les eaux grises collectées dans des cuves sont utilisées comme source froide de pompes à chaleur assurant seules ou avec un appoint le réchauffage de ballons d'ECS. Ces eaux grises sont filtrées en amont par un système autonettoyant (filtre

à tapis à déroulement semi-automatique à changer environ tous les 6 mois...) ou bien au sein de la cuve par un filtre décanteur. Dans ce dernier cas, la cuve est vidangée et nettoyée automatiquement chaque jour, un nettoyage manuel étant également à réaliser environ tous les deux mois.

CONSEILS



Les volumes de stockage d'eaux grises et d'ECS nécessaires sont relativement importants. Par exemple pour un immeuble de 70 logements, un volume de stockage d'environ 18 m³ d'eaux grises et 9 m³ d'ECS sont requis dans le cas d'un système assurant une production nocturne d'ECS par accumulation.

Un calorifugeage des réseaux d'évacuation est également nécessaire afin d'obtenir une température de source froide d'environ 30°C en moyenne.

LES POMPES À CHALEUR SUR CAPTEURS SOLAIRES NON VITRÉS DÉDIÉES À LA PRODUCTION D'ECS

D'autres systèmes dédiés à la production d'ECS associent des pompes à chaleur eau glycolée/eau à des capteurs solaires thermiques non vitrés (moquette solaire). Ces derniers permettent de récupérer, outre l'énergie solaire,

de la chaleur de l'atmosphère (de l'air, de la pluie...). Cette chaleur est absorbée, notamment la nuit, lorsque l'eau glycolée dans les capteurs refroidie par la pompe à chaleur devient plus froide que la température extérieure.

CONSEILS



Pour pouvoir opter pour ce système, il est nécessaire de disposer, pour l'implantation des capteurs, d'une surface suffisante sans effet d'ombrage, correctement inclinée et orientée. Un emplacement suffisant doit être également disponible pour accueillir les ballons d'accumulation.

Les pompes à chaleur couplées pour couvrir les besoins énergétiques ont une puissance thermique qui varie de 8 à 23 kW selon les modèles. Il s'agit de pompes à chaleur à haute température capables de produire de l'ECS sans appoint à plus de 55°C. Elles fonctionnent jusqu'à des

températures extérieures minimales de -5°C. Au-delà un appoint, généralement des thermoplongeurs intégrés dans les ballons d'ECS prennent le relais. Un échangeur supplémentaire éventuel permet lorsque l'ensoleillement est important de réchauffer directement les ballons d'ECS.

COMMENT FAIRE



D'autres systèmes existent : PAC au CO₂, PAC à échange direct avec un stockage d'ECS à « stratification dynamique », ...

TABLE DES MATIÈRES

1	AVANT-PROPOS	4
2	DOMAINE D'APPLICATION	5
3	DÉFINITIONS	6
4	RÉFÉRENCES	8
4.1	Références réglementaires	8
4.2	Références normatives	8
4.3	Autres documents	9
5	GESTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE	10
5.1	Mise en sécurité de la chaufferie existante	10
5.1.1	Pourquoi ?	10
5.1.2	Quand ?	10
5.1.3	Comment ?	11
5.2	Réalisation d'un diagnostic technique de la chaufferie existante	12
5.2.1	Pourquoi ?	12
5.2.2	Comment ?	13
5.3	Optimisation d'une chaufferie existante	16
5.3.1	Les gisements d'économie impliquant un réglage de l'installation	16
5.3.2	Les gisements d'économie impliquant des travaux	18
6	SOLUTIONS DE RÉNOVATION, COMMENT CHOISIR ?	23
6.1	Outil d'aide à la décision	23
6.2	Mise En pratique	25
7	SOLUTIONS DE RENOVATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR	26
7.1	Gestion de l'ancienne installation fioul	26
7.2	Gestion de l'évacuation des produits de combustion	27
7.3	Points d'attention, au-delà de la chaufferie	30
7.4	Raccordement a un reseau de chaleur existant	35
7.5	Remplacement par le gaz	37
7.5.1	Interventions sur la chaufferie existante	37
7.5.2	Création de l'alimentation en gaz naturel	39
7.5.3	L'évacuation des condensats	45
7.5.4	Remplacement du brûleur de la chaudière existante	46

TABLE DES MATIÈRES

7.5.5	Remplacement de la chaudière existante par une chaudière à condensation	46
7.5.6	Couplage avec pompe à chaleur à absorption gaz	49
7.5.7	Couplage avec une cogénération gaz	54
7.6	Remplacement par le bois	56
7.6.1	Interventions sur la chaufferie existante	56
7.6.2	Rénovation par le bois, toujours possible ?	56
7.6.3	Rénovation par substitution, toujours possible ?	57
7.6.4	Évaluation des contraintes techniques d'un projet bois	57
7.6.5	Création d'une chaufferie préfabriquée	63
7.7	Remplacement par une PAC air extérieur/eau	63
7.7.1	Interventions sur la chaufferie existante	64
7.7.2	Rénovation par une PAC air extérieur/eau, toujours possible ?	64
7.7.3	Rénovation par une PAC air extérieur/eau en substitution, toujours possible ?	65
7.7.4	Conditions techniques d'une rénovation par une PAC air extérieur/eau	66

8

SOLUTIONS DE RÉNOVATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

72

8.1	Chaudière existante en relève d'une chaudière bois	72
8.1.1	Rénovation par une chaudière bois en relève, toujours possible ?	72
8.1.2	Conditions techniques d'une rénovation par une CHAUDIÈRE BOIS avec chaudière en relève	73
8.2	Chaudière existante en relève d'une pompe à chaleur air/eau	74
8.2.1	Rénovation par une PAC avec chaudière en relève, toujours possible ?	75
8.2.2	Conditions techniques d'une rénovation par une PAC air extérieur/eau avec chaudière en relève	76
8.3	Couplage à une installation solaire thermique pour la production d'ECS	79
8.3.1	Intégration du solaire, toujours possible ?	79
8.3.2	Conditions techniques d'une rénovation par le solaire thermique	80
8.4	Couplage à une PAC pour la production d'ECS	81

NOTES

[illegible]

[illegible]

RÉSUMÉ

« Que ce soit vis-à-vis des exigences de réduction des consommations, de décarbonation des installations, de recours aux énergies renouvelables ou encore des évolutions des besoins et des usages, le concept de chaufferie tel que nous le connaissons depuis des décennies est fortement remis en cause. En outre, dans l'hypothèse d'une approche par séquençage des travaux, la rénovation de la chaufferie apparaît généralement comme la solution la plus pertinente à mettre en œuvre lors d'une rénovation énergétique d'un bâtiment.

Le parc des chaufferies existantes fonctionnant au fioul devrait faire l'objet, dans les prochaines années, de nombreuses rénovations. Ces dernières nécessitent une étude détaillée permettant d'appréhender au mieux les difficultés techniques mais aussi réglementaires liées à un changement d'énergie, à un changement de générateurs ou encore à des modifications de l'hydraulique.

Ce guide est destiné à tous ceux qui sont impliqués dans un projet de rénovation de chaufferie fonctionnant au fioul. Il permet de :

- diagnostiquer l'état et le fonctionnement des installations existantes ;
- prescrire les améliorations nécessaires afin de mettre les chaufferies en sécurité et permettre une exploitation efficace ;
- déterminer les solutions techniques de conversion les plus adaptées en fonction des différents besoins et contraintes de l'installation et du bâtiment existant ;
- identifier les points de vigilance dans la rénovation des chaufferies afin qu'elles atteignent les performances optimales offertes par les technologies actuelles ».