

# CONVERSION D'UNE INSTALLATION FIOUL EN MAISON INDIVIDUELLE

OCTOBRE 2021



# 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

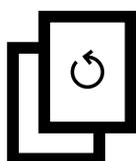


PROFEEL, un programme financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)



# SOMMAIRE

1	AVANT-PROPOS	4
2	DOMAINE D'APPLICATION	5
3	DÉFINITIONS	6
4	RÉFÉRENCES	9
5	OPTIMISATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE	11
6	SOLUTIONS DE RÉNOVATION : COMMENT CHOISIR ?	24
7	SOLUTIONS DE RENOVATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR	27
8	SOLUTIONS DE RENOVATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE	64



**VERSION**  
Initiale

**DATE DE LA PUBLICATION**  
Octobre 2021

**MODIFICATIONS**

# 1

## AVANT-PROPOS

### LA SUPPRESSION DES CHAUDIÈRES LES PLUS POLLUANTES EST UNE PRIORITÉ DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

Pour réussir la transition énergétique et atteindre la neutralité carbone en 2050, la rénovation énergétique des bâtiments, et plus particulièrement celle des maisons individuelles chauffées au fioul domestique, est une priorité.

Issu du raffinage du pétrole, le fioul domestique demeure en effet aujourd'hui une source importante d'émissions de CO<sub>2</sub>.

### LE MARCHÉ DE LA RÉNOVATION DES INSTALLATIONS FIOUL EST POTENTIELLEMENT IMMENSE !

Avec près de 3,3 millions de logements chauffés au fioul, soit environ 15 % des consommations d'énergie finale dans le secteur résidentiel, l'objectif est simple : optimiser et

remplacer les installations fioul par des équipements plus performants et répondant aux futures exigences de la limitation des gaz à effet de serre.

### LA RÉNOVATION DES INSTALLATIONS FIOUL NE DOIT PAS SE CONTENTER D'UN CHANGEMENT DE GÉNÉRATEUR

La France s'est donnée jusqu'à 2050 pour disposer d'un parc de maisons individuelles Rénové d'une consommation inférieure à 80kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup> et par an (soit classées A ou B au sens du diagnostic de performance énergétique). Le changement de chaudière ne sera pas suffisant pour atteindre ces objectifs.

La rénovation des maisons individuelles ne peut être efficace que si elle agit sur un ensemble de postes de travaux : les toitures et les combles, la ventilation, les menuiseries, le chauffage et l'eau chaude, les murs et les sols. L'idéal étant d'opter pour une rénovation en une seule fois.

### POURQUOI UN TEL GUIDE DESTINÉ AUX PROFESSIONNELS ?

La rénovation des maisons individuelles fonctionnant au fioul nécessite une étude complète. L'entreprise doit appréhender les difficultés techniques mais aussi réglementaires auxquelles elle sera confrontée dans cette rénovation qui sera souvent l'occasion d'un changement d'énergie, de changement de générateur, de modifications de l'hydraulique et de mise en conformité réglementaire. Ce guide a pour objectif d'accompagner les professionnels afin qu'ils puissent proposer une solution technique pertinente.

Il permet de :

- diagnostiquer la conformité et le fonctionnement de l'installation existante ;
- de prescrire les améliorations nécessaires afin de mettre l'installation en sécurité et permettre une exploitation efficace ;
- de rénover l'installation de chauffage afin qu'elle atteigne des performances optimales.

# 2

## DOMAINE D'APPLICATION

### **MAISON INDIVIDUELLE**

Ce guide porte sur les équipements de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire en maison individuelle.

### **RENOVATION**

Ce guide traite spécifiquement des rénovations des installations existantes fonctionnant au fioul domestique.

### **CHAUDIÈRES ET COMBUSTIBLES**

Les chaudières (fioul, gaz et granulés) et les PAC (seule ou hybrides) sont traitées.

### **PUISSANCE**

Ce guide concerne les installations de puissance utile inférieure à 70 kW.

### **INSTALLATION DE CHAUFFAGE**

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

# 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.

### **APPAREIL HYBRIDE**

Appareil constitué d'une chaudière fonctionnant au gaz ou fioul et d'une pompe à chaleur.

### **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.

### **BOUILLEUR**

Générateur de chaleur constitué, au sein de la même unité, d'un élément de chauffage par rayonnement et convection d'une part, et d'un élément de chauffage d'eau d'autre part.

### **COFFRAGE**

Paroi(s) indépendante(s) avec une lame d'air utilisée pour dissimuler un ou plusieurs conduits de fumée. Les parois de ce coffrage ne présentent pas nécessairement de qualité de résistance au feu et ne relient pas plusieurs locaux ou niveaux.

### **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 CONCENTRIQUE**

Conduit d'évacuation des produits de combustion composé de deux conduits concentriques. Le conduit intérieur assure l'évacuation des produits de combustion, le conduit extérieur assure l'amenée d'air comburant. Dans certaines configurations d'installation le conduit extérieur assure l'isolation thermique.

### **CONDUIT DE FUMÉE**

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 FUMÉE 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 FUMÉES

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 extérieur 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 extérieur 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 M0, 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.

## PURE PLAYER

Entreprises non traditionnelles du secteur

## 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 extérieur 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

- 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 ;
- 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 30 juillet 1979 relatif aux règles techniques et de sécurités applicables aux stockages fixes d'hydrocarbures liquéfiés non soumis à la législation des installations classées ou des immeubles recevant du public ;
- l'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2004 fixant les règles techniques et de sécurité applicables au stockage de produits pétroliers dans les lieux non visés par la législation des installations classées ni la réglementation des établissements recevant du public ;
- Arrêté du 23 février 2009 pris pour l'application des articles R. 131-31 à R. 131-37 du code de la construction et de l'habitation relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone ;
- Arrêté du 20 novembre 2017 relatif au suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simples ;
- 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.

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 65.16 P1-1 à P2 juin 2017 Travaux de bâtiments – Installations de pompes à chaleur ;
- NF DTU 24.1 Septembre 2020 Travaux de bâtiment – Travaux de fumisterie ;
- NF EN 13384-1+A1 Juillet 2019 P1 à P3 Conduits de fumée – Méthodes de calcul thermo-aéraulique ;
- NF C 15-100 Juin 2015 Installations électriques à basse tension ;
- NF EN 12828+A1 Mai 2014 Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage à eau.

## 4

## 3

## AUTRES DOCUMENTS

Pour les installations fonctionnant au gaz :

- Guide Général « IG – Installation de Gaz » de septembre 2019 du CNPG ;
- Guide Thématique « AMG – Appareils et Matériels à gaz de mars 2021 du CNPG ;
- Guide Thématique « EVAPDC – Evacuation des Produits De Combustion » de septembre 2019 du CNPG.

Pour les installations fonctionnant aux granulés :

- CPT Appareils étanches à granulés de bois sous Avis Technique ;
- Recommandations « Appareils de chauffage divisé à granulés en habitat individuel » – RAGE – Septembre 2015 ;
- Recommandations « Chaudières à granulés en habitat individuel » - PROFEEL - 2021 ;
- Schémathèque « Appareils de chauffage aux granulés en habitat individuel neuf et rénovation » – PACTE – Mai 2019.

Pour les installations thermodynamiques :

- Cahier des charges des chauffe-eau thermodynamiques autonomes NF Électricité Performance LCIE 103-15/B éligibles aux Labels Promotelec ;

- Schémathèque « Pompes à chaleur en habitat individuel neuf et rénovation » – RAGE – Octobre 2013 ;

- Fiche 21 Séquelec : la pompe à chaleur.

Pour les installations solaires thermiques :

- Recommandations « Systèmes solaires combinés en habitat individuel conception et dimensionnement » – RAGE – Juillet 2013 ;
- Recommandations « Chauffe-eau solaire en habitat individuel » – RAGE – Juillet 2013 ;
- Schémathèque « Systèmes solaires thermiques en habitat individuel neuf et rénovation » – PACTE – Mai 2019.

Pour toutes les installations :

- Dimensionnement des systèmes de production d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif – Guide COSTIC, ADEME, EDF, CEGIBAT – Juillet 2019 ;
- Guide Technique « Qualité de l'eau des installations de chauffage » – UNICLIMA et SYPRODEAU – 2020 ;
- Fiche technique acoustique n° 1, 2 et 3 – AFPAC ;
- Guide Technique : Changement de générateurs, de nouveaux arguments techniques pour appuyer mes choix de pros - PROFEEL - 2021.

# 5

## OPTIMISATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

L'optimisation de l'installation existante est pertinente que l'on souhaite ou non remplacer le générateur fioul existant. En effet :

- si le générateur existant est remplacé : de nombreux éléments de l'installation existante sont réutilisables (réseau de distribution ou d'émissions notamment) et doivent faire l'objet d'une optimisation en vue de la

conversion de l'installation avec un nouveau générateur ;

- si le générateur existant est conservé : les gisements d'économie d'énergie du fait d'une optimisation 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

### 1

## OPTIMISATION PAR RÉGLAGE DE L'INSTALLATION

### REGLER LE DÉBIT A VÉHICULER

Les sur-débits dans les installations de chauffage entraînent une augmentation des consommations électriques des circulateurs tout en ne permettant qu'une

faible surpuissance des émetteurs (seulement 10% en doublant le débit).

Les surdébits sont liés à des surpuissances à la conception ou au mauvais réglage des circulateurs.

### CONSEILS



Pour rappel, en présence :

- d'un circulateur à vitesse fixe, sélectionner la vitesse la plus adaptée au débit recherché puis affiner à l'aide d'une vanne de réglage.
- d'un circulateur à vitesse variable, selon le mode sélectionné (HMT fixe ou HMT variable), il convient de régler la valeur correspondante au débit souhaité pour la perte de charge réelle du réseau.

### ATTENTION



En rénovation, les circulateurs à vitesse variable sont à privilégier tout en adoptant un mode de fonctionnement à pression différentielle constante, afin d'assurer une alimentation correcte du réseau le plus défavorisé du circuit.

Pour assurer le rendement maximal d'une chaudière à condensation, il faut minimiser les températures à son entrée et à sa sortie. Cela s'obtient notamment en réduisant les débits dans la distribution pour augmenter la chute de

température. Pour cela, éviter les surdimensionnements (de débits, de circulateurs, ...) et adopter un fonctionnement des circulateurs à vitesse variable.

#### ATTENTION



Les sur-débits impliquent une réduction des performances des chaudières à condensation en réduisant leur période de condensation.

#### S'ASSURER D'UNE BONNE RÉPARTITION DES DÉBITS

Sans réglage des circuits, des sur-débits dans les branches les plus favorisées et des sous-débits dans les autres sont constatés. Ce déséquilibre hydraulique est à l'origine d'un déséquilibre thermique se caractérisant par des différences de températures ambiantes non souhaitées entre les différentes pièces desservies par l'installation.

Afin d'assurer une température suffisante, la courbe de chauffe du régulateur en fonction de l'extérieur est déca-

lée vers le haut pour alimenter les émetteurs à des températures d'eau plus élevées et/ou le débit de circulation est augmenté, d'où des surconsommations (des circulateurs, de la chaudière).

Le débit doit donc être réglé pour que chaque circuit soit alimenté par le débit souhaité. Cette opération peut s'effectuer au niveau des tés de réglage sur des radiateurs alimentés en bitube ou encore au niveau du collecteur pour les installations hydro câblées.

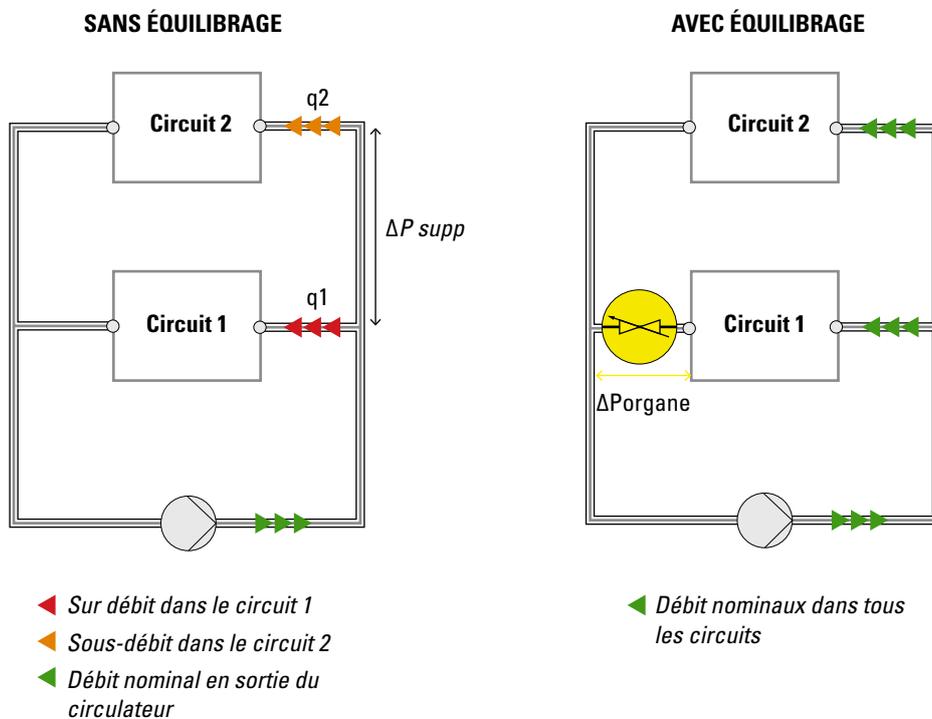


FIGURE 1 Principe de l'équilibrage

Sur les schémas ci-dessus, le circuit 2 subit des pertes de charges supplémentaires par rapport au circuit 1 du fait des tuyauteries aller/retour entre la branche 1 et la branche 2. Ces pertes de charges  $\Delta P_{supp}$  entraîne un sous-débit dans le circuit

2 et un sur-débit dans le circuit 1. Sur le schéma de droite, un organe d'équilibrage a été installé dans la branche 1 pour remédier au problème. Cet organe ajoute des pertes de charges supplémentaires  $\Delta P_{organe}$  de façon à équilibrer les débits entre les deux branches.

### CONTROLLER LA PRESSION DU RESEAU DE CHAUFFAGE

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.

S'assurer que le vase d'expansion (intégré ou non à l'appareil) est correctement dimensionné, gonflé et mis en œuvre pour éviter les entrées d'air dans les zones en dépression.

#### ATTENTION



Un vase d'expansion non efficace peut être à l'origine d'une vidange partielle de l'eau du circuit par ouverture de la soupape de sécurité (pression du réseau trop important). Pour compenser ces pertes, des appoints d'eau seront donc réalisés et s'accompagne d'un apport en oxygène. La corrosion par l'oxygène est l'une des causes les plus répandues d'embouage.

### VÉRIFIER LE BON RÉGLAGE DU BRÛLEUR ET LA QUALITÉ DE LA COMBUSTION

Dans le cas d'un maintien ou d'un changement de chaudière, le brûleur et la qualité de la combustion doivent être vérifiés et/ou réglés. Ces réglages doivent permettre d'améliorer le rendement de production, d'abaisser le coût d'exploitation, d'allonger la durée de vie des équipements, de diminuer les émissions de polluants ainsi que le risque de dégagement de CO.

Le contrôle de la combustion consiste à analyser la composition des fumées (teneur en O<sub>2</sub> ou en CO<sub>2</sub> et teneur en monoxyde de carbone) et la température des fumées.

Les réglages doivent conduire à :

- un pourcentage de CO<sub>2</sub> maximal ;
- éviter la production de suie ;
- limiter la production de CO.

Un mauvais rendement de combustion d'une chaudière peut avoir pour origine :

- un mauvais réglage du brûleur ;
- un encrassement de la chaudière ;
- un tirage trop important de la cheminée ;
- des entrées d'air parasites ;
- une chaudière de conception trop ancienne.

#### ATTENTION



Dans les anciennes chaudières, les problèmes d'étanchéité au niveau du foyer (fentes, portes non étanches, ...) peuvent rendre difficile la réduction de l'excès d'air dans les fumées sans conduire à la production d'imbrûlés. Il est donc impératif de supprimer au maximum les entrées d'air parasites pour garantir un rendement correct.

Il est fréquent de rencontrer des brûleurs (anciens ou récents) dont les avantages, du fait d'un mauvais réglage, ne sont pas exploités. Par exemple, la non fermeture du volet

d'air motorisé à l'arrêt du brûleur ne permettant pas de supprimer les pertes par balayage de la chaudière.

#### COMMENT FAIRE



Sur certaines chaudières récentes, un système auto adaptatif sélectionne automatiquement le type de gaz et adapte les réglages en conséquence facilitant ainsi le réglage.

### S'ASSURER DU BON RÉGLAGE DE SON INSTALLATION DE CHAUFFAGE

- Température de départ  
Diminuer la température de fonctionnement des chaudières, maintenues en permanence en température élevée, permet de réduire leurs pertes à l'arrêt et de diminuer les pertes de distribution.

## ATTENTION



Une réduction trop importante de la température de fonctionnement peut entraîner, sur les anciennes chaudières, une corrosion interne de la chaudière.

- Thermostat d'ambiance  
Le réglage du thermostat est indispensable pour atteindre les économies d'énergie escomptées. Le

branchement du thermostat doit être vérifié, une remise à niveau de leur programmation réalisée (heure, planning, consigne, activation du réduit).

## CONSEILS



L'usage de l'installation de chauffage est un paramètre qui peut faire varier les consommations de chauffage dans une proportion très importante. Plus encore que le niveau de consigne, la durée de la demande de chauffage est le paramètre qui impacte le plus cette consommation. La mise en place de ralenti, mesure possible dès qu'un thermostat programmable est présent quelle que soit la technologie de ce thermostat, est donc une action très simple à mettre en œuvre et qui génère d'importantes économies d'énergie.

- Régulation centralisée par loi d'eau  
Un soin particulier doit être apporté à son paramétrage afin d'assurer la température de confort dans le bâtiment quelle que soit la température extérieure. La courbe de chauffe est définie par :

- la température maximale de l'eau pour la température extérieure de base du lieu ;
- le niveau de température intérieure à atteindre.

Le réglage de sa pente doit être réalisé avec soin et adapté aux émetteurs présents dans l'installation.

Type d'émetteurs	Température de départ d'eau	Pente
Radiateurs basse température	60°C	De 1,1 à 1,8
Radiateurs traditionnels	80°C	De 1,7 à 2,4
Planchers chauffants	35°C	De 0,7 à 1,3

**TABLEAU 1** Valeurs courantes de pente utilisées en chauffage

## CONSEILS



Plus la température extérieure de base est faible, plus la pente doit être basse.

5

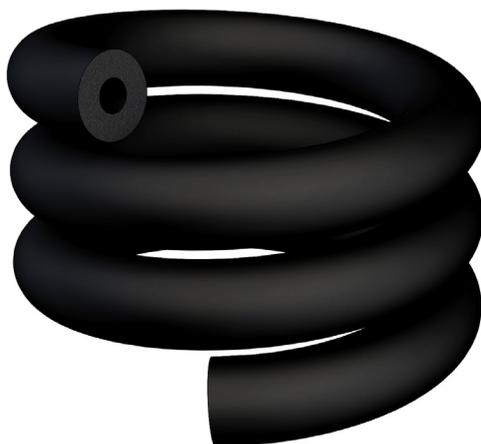
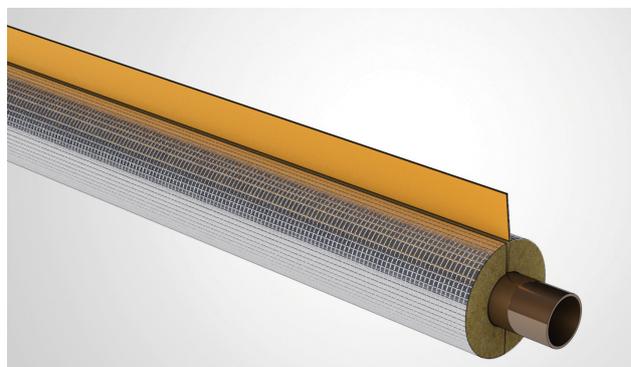
2

## OPTIMISATION PAR TRAVAUX

### ISOLER LES CANALISATIONS ET ACCESSOIRES

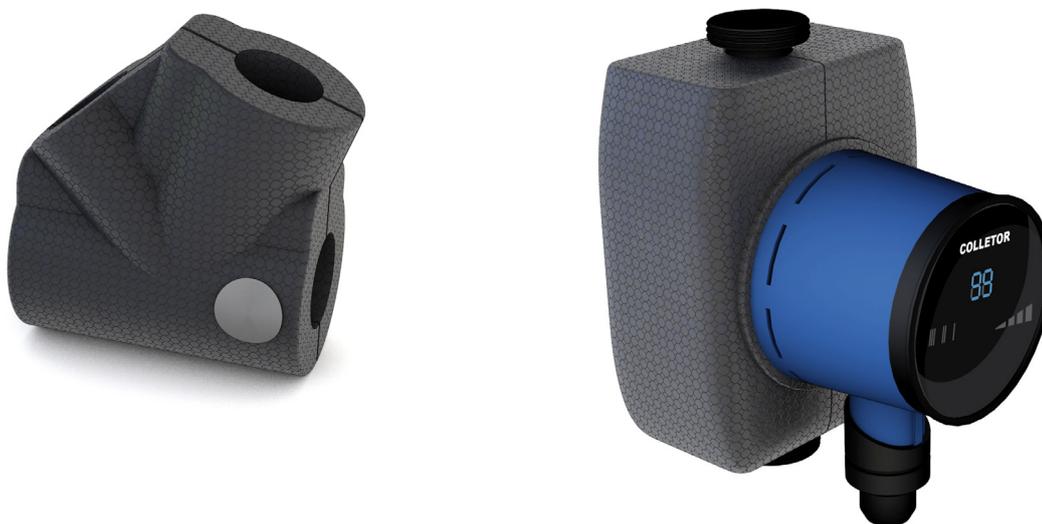
Il est recommandé d'isoler les canalisations d'eau chaude (chauffage et ECS) qui traversent un local non chauffé. Par exemple, si le générateur est situé dans un local non chauffé, l'isolation des départs de chauffage et d'eau chaude sanitaire doit être réalisée.

Plusieurs types de matériaux peuvent être utilisés : laines minérales, mousses élastomères, polyéthylène, polystyrène extrudé, polyuréthane ou encore verre cellulaire.



**FIGURE 2** De gauche à droite, manchons isolants en polyéthylène, en laine minérale (doublé d'une feuille d'aluminium) et en polyuréthane

Les fabricants de matériel proposent parfois des coques et manchons isolants pour certains organes comme les circulateurs ou les vannes.



**FIGURE 3** Exemples de coques isolantes pour un circulateur et une vanne d'équilibrage

La classe d'isolation à choisir pour les réseaux existants est au minimum de classe 3 (conformément à l'arrêté du 03 mai 2007). Suivant la norme NF EN 12828, il existe six classes d'isolation pour les canalisations numérotées de 1 à 6, de la moins à la plus isolante. Selon la classe sélectionnée, l'épaisseur d'isolant à respecter varie en fonction de sa conductivité thermique et du diamètre de tuyauterie.

Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) en [mm]	Coefficient de pertes thermique des tuyauteries en [W/(m.K)]	Epaisseur d'isolant en [mm] pour assurer la classe 3			
		Selon la conductivité thermique $\lambda$ de l'isolant en [W/(m.K)]			
		$\lambda = 0.03$	$\lambda = 0.04$	$\lambda = 0.05$	$\lambda = 0.06$
10	0.20	4	7	13	20
20	0.22	10	17	26	38
30	0.24	14	23	35	50
40	0.26	18	18	41	58
60	0.30	23	35	50	69
80	0.34	26	39	55	74
100	0.38	29	42	59	78
200	0.58	35	50	66	85
300	0.78	38	53	69	86

**TABEAU 2** Tableau indicatif des épaisseurs d'isolant à respecter pour la classe 3

#### ATTENTION



Pour les classes les plus performantes, les épaisseurs d'isolant relativement importantes peuvent entraîner des contraintes conséquentes pour la pose.

## L'EMBOUAGE DANS LES RÉSEAUX DE CHAUFFAGE

### COMMENT FAIRE



La rénovation d'une installation de chauffage implique aussi de s'intéresser au réseau de distribution. Le réseau peut être encombré par des boues à la suite de phénomènes de corrosion, d'entartrage ou encore de développement d'organismes vivants. Ces boues peuvent être à l'origine de déséquilibre du réseau mais surtout elles peuvent provoquer des désordres graves allant jusqu'à la détérioration du nouveau générateur.

La prévention de l'embouage ne se limite pas au traitement de l'eau du réseau de chauffage.

### ATTENTION



La présence d'oxygène étant le principal facteur de corrosion sur les installations de chauffage, il est important d'éviter les entrées d'air et de prévoir des dispositifs pour évacuer les gaz éventuels.

Le risque de la formation de boues dans le réseau est nettement réduit :

- En supprimant les entrées d'air en s'assurant de l'étanchéité des raccords

Attention à :

- la réalisation des filetages et au couple de serrage ;
- n'utiliser, pour la connexion des tubes en matériaux de synthèse, que des raccords titulaires d'un Avis technique et la pince préconisée ;

- aux contrôles d'étanchéité lors de la mise en service ;
- la vérification de l'absence de fuites lors de l'entretien.

- En supprimant les entrées d'air et les appoints d'eau en s'assurant que le vase d'expansion est correctement dimensionné, gonflé et mis en œuvre pour éviter les entrées d'air dans les zones en dépression.

### ATTENTION



Les appoints d'eau, source d'apports en oxygène, sont une des principales causes d'embouage.

- En assurant d'une évacuation des gaz efficace  
Des dispositifs d'évacuation des gaz efficaces doivent être installés :

- Un séparateur d'air en sortie de chaudière. A la différence du dégazeur automatique généralement intégré au générateur, cet élément permet l'évacuation

des gaz tout au long du fonctionnement du générateur. Son fonctionnement limitera le phénomène de corrosion par l'oxygène. Cette forme de corrosion étant la plus répandue ;

- Des purgeurs automatiques en points hauts et de diamètre suffisant.

### ATTENTION



Dans leurs recommandations, les fabricants peuvent imposer l'installation de ces dispositifs. Si ce n'est pas respecté, la garantie du générateur peut ne pas fonctionner.

- En limitant la corrosion des matériaux  
Par exemple, le contact direct entre le cuivre ou tout alliage de cuivre (tel que le laiton) et l'aluminium ou des alliages d'aluminium (radiateur ou chaudière en fonte d'aluminium, par exemple) est interdit, pour éviter les corrosions par effets de pile. Les raccords d'assemblage entre ces deux matériaux doivent être en fonte ou en acier ;
- En s'assurant de l'extraction des dépôts  
Les dépôts éventuels doivent être évacués aussi bien lors de la mise en service que durant l'exploitation de l'installation.  
Sur le chantier, protéger les embouts des canalisations pour éviter l'introduction de particules solides.  
L'installation doit être conçue pour permettre la réalisation des opérations de nettoyage.

#### COMMENT FAIRE



Après travaux, un rinçage efficace doit être réalisé pour évacuer les résidus au risque, sinon, d'avoir la formation de boues dans le réseau.

Il est recommandé de respecter les éléments suivants :

- La canalisation de remplissage ainsi que la pression d'alimentation doivent permettre de véhiculer les débits nécessaires ;
- La géométrie des installations doit être la plus simple possible. Éviter les chicanes, les cheminements sinueux, les pentes insuffisantes et les contre-pentes. Installer des coudes à grand rayon ;
- Les vannes de vidange doivent être de gros diamètre :

- Des vannes d'isolement doivent être installées de telles façons qu'il soit possible de rincer successivement les différentes parties de l'installation.

Un système de filtration des boues est à prévoir sur le retour du circuit de chauffage en entrée de générateur afin de le protéger. Le filtre ne doit pas être placé à l'aspiration du circulateur pour éviter les risques de cavitation lorsqu'il est encrassé. A minima, des robinets permettant d'effectuer des chasses en parties basses doivent être installés. Un contrôle de la propreté du filtre ou du pot à boue est à réaliser lors de l'entretien.

#### CONSEILS



De préférence, opter pour **un pot à boue magnétique** permettra de capter les particules magnétiques issues de la corrosion des matériaux à base de fer.

### MAÎTRISER LA QUALITÉ DE L'EAU DES RÉSEAUX

#### ATTENTION



Que ce soit dans la rénovation ou dans le neuf, il faut maîtriser la qualité de l'eau de remplissage des réseaux et s'assurer de la maintenir de manière optimale dans le temps.

Les désordres que l'on rencontre sur les réseaux non maîtrisés sont les suivants :

- La corrosion : impliquant des « boues métalliques » qui limitent les échanges thermiques et entraînent des réactions en chaîne pouvant amener au percement des éléments métalliques du circuit ou au blocage de ses éléments mobiles ;
- L'entartrage : impliquant, sur les parties les plus chaudes du système (corps de chauffe), une perte d'échange thermique importante, la génération de bruits et des risques de surchauffe des métaux pouvant dans certains cas provoquer une « casse » du corps de chauffe ;
- Le développement bactérien et biofilm : impliquant une limitation de la circulation et de l'échange thermique mais aussi une accélération de la corrosion par des processus chimiques.

Dans le cas d'un nouveau générateur, il est fortement recommandé d'effectuer un désembouage. L'objectif est d'évacuer tous les dépôts présents dans le circuit et ainsi

éviter un embouage rapide de l'installation et notamment du nouveau générateur.

## CONSEILS



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.

Plusieurs techniques existent :

- système hydropneumatique ;
- produit désemboueur « doux » qui agira dans le temps ;
- produit désemboueur « agressif » qui agira en quelques heures.

Dans le cas de l'utilisation d'un produit désemboueur, attention à vérifier la compatibilité du produit avec les matériaux présents dans l'installation. Le désembouage doit être réalisé dans toute l'installation. Il conviendra de vérifier que tous les vannes des radiateurs, planchers chauffants sont 100% ouvertes.

Il faut s'assurer que la qualité d'eau ne provoquera pas les désordres ci-dessus dans le réseau. Le remplissage des

installations est généralement effectué par de l'eau de ville. Il est donc nécessaire de vérifier la qualité de l'eau de ville. Si cela s'avère nécessaire, un traitement préventif anti-corrosion et/ou antitartre peut être utilisé. Le traitement est choisi en fonction :

- des matériaux présents sur l'installation ;
- de la qualité de l'eau de ville ;
- des températures de fonctionnement.

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.

## ATTENTION



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.

Il est recommandé de prévoir une solution de conditionnement de l'eau préventive chimique contre la corrosion et l'entartrage :

- En présence d'aluminium

Les radiateurs aluminium ou encore les chaudières avec un corps de chauffe aluminium-silicium sont sensibles au pH élevé. Une attention particulière doit être apportée à la maîtrise de la qualité d'eau.

- En cas de réseau avec un régime d'eau très basse température (température inférieure à 45°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.

Pour doser les produits à introduire, il est nécessaire lors du remplissage de déterminer la teneur en eau de l'installation à partir du compteur d'eau ou de faire une mesure de la concentration du produit dans l'eau.

## ATTENTION



La performance d'un produit chimique est garantie pour une concentration donnée minimale. Il faut s'assurer que cette valeur soit respectée.

On peut profiter de la présence d'un adoucisseur pour remplir l'installation de chauffage en eau adoucie surtout si l'eau de ville est particulièrement entartrante.

Lors de l'entretien annuel, il est recommandé d'effectuer une analyse d'eau et d'analyser l'évolution des critères de qualité de l'eau de chauffage (mesure de pH, concentration en produit,...) et, si nécessaire, effectuer un diagnostic de l'installation en cas de dérive. Il convient également d'être vigilant, lors de l'entretien, sur les signes éventuels

de corrosion (bruits dans l'installation, présence d'air, percements, colmatages, radiateurs ou planchers froids, inconforts, usure prématurée du circulateur,...).

Si l'installation assure également la production d'eau chaude sanitaire avec un échangeur simple paroi, le produit de traitement mis en œuvre doit être autorisé comme spécifié par l'article 16.9 du Règlement Sanitaire Départemental Type.

#### COMMENT FAIRE



Les avis favorables sur les produits émis par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) sont disponibles sur le site Internet, [www.anses.fr](http://www.anses.fr), rubrique, « Avis, rapports, publications ».

#### CONSEILS



Lors du remplissage, une attention particulière doit être apportée au dégazage à tous les points hauts de l'installation pour éviter que de l'air reste piégé dans l'installation. Des poches d'air peuvent tout de même rester bloquées notamment dans les tracés horizontaux. Il est recommandé de vérifier l'absence de poches d'air aux points hauts après le remplissage notamment au niveau des radiateurs généralement équipés de dégazeur manuel. L'installation d'un séparateur d'air trouve toute son utilité à la suite du remplissage de l'installation car il évacue les poches de gaz en continue.

#### AMÉLIORER LA RÉGULATION

##### ATTENTION



Dans tous les cas, le système de régulation doit être équipé d'une horloge à cycle journalier ou (mieux) hebdomadaire permettant le ralenti de nuit et le ralenti de jour, selon le rythme d'occupation.

- En mettant en place une régulation centralisée par loi d'eau.

Il est recommandé de mettre en place une régulation centralisée par loi d'eau permettant de régler la température

de l'eau distribuée en fonction du besoin. La température de départ d'eau de chauffage (qui dépend du régime d'eau du réseau à alimenter) varie en fonction de la température extérieure.

#### CONSEILS



Pour l'installation de chauffage d'une petite maison individuelle (petit volume, sans étage), il est préférable de choisir une régulation centrale en fonction de l'intérieur (thermostat d'ambiance à horloge). La dépendance thermique entre les pièces ne justifie pas une solution plus sophistiquée (de type régulation en fonction de l'extérieur).

La régulation peut agir :

- par un montage en mélange au moyen d'une vanne 3 voies ;
- par modulation de la puissance de l'appareil.

## ATTENTION



La modulation de puissance doit être privilégiée pour les chaudières à condensation.

- En la complétant par des régulations terminales  
La régulation par loi d'eau peut être complétée par des régulations terminales permettant d'adapter la puissance de l'émetteur (par modulation de débit) en fonction des apports réels dans la pièce où il est installé (par exemple, besoins de la pièce au nord différents de ceux de la pièce au sud). Cette régulation terminale est réalisée par un robinet thermostatique sur un radiateur ou par une vanne 2 voies pour un plancher chauffant pilotée par un thermostat.

Débit	Solution préconisée	Intérêt	Inconvénients
Fixe	Robinet à double réglage	Double fonction : régulation + équilibrage	Équilibrage statique
	Robinet électroniques	Programmation horaire + régulation centralisé	Coût
Variable	Robinet auto-équilibrants	Double fonction Équilibrage dynamique	Coût

**TABLEAU 3** Quel type de robinet thermostatique faut-il privilégier ?

- En la complétant par un thermostat d'ambiance  
La régulation peut être également complétée par un thermostat d'ambiance permettant de compenser la température d'eau délivrée et d'adapter la courbe de chauffe pour atteindre la consigne d'ambiance fixée. Il peut être mécanique ou électronique, programmable ou non, avec un fonctionnement « tout ou rien », « modulant » ou « PID », monozone ou multizone (couplé avec des robinets thermostatiques électroniques programmables installés dans chaque pièce).

## COMMENT FAIRE



Pour les technologies de chaudière les plus anciennes, la technologie des chaudières fait qu'elles sont pilotées en Tout ou Rien quelle que soit la nature du thermostat. Quand le thermostat autorise le fonctionnement de la chaudière, celle-ci fonctionne jusqu'à éventuellement atteindre une valeur haute réglée au niveau de l'aquastat.  
Pour les technologies de chaudières plus récentes, les thermostats fabricants s'associent à la régulation de la chaudière et permettent la modulation du brûleur. Les thermostats « Pure-Player » commandent en marche/arrêt la chaudière qui doit être réglée en température de chauffage et d'ECS par l'occupant ou le professionnel.

## ATTENTION



Le thermostat d'ambiance doit être placé de manière à être le plus représentatif possible de la température ambiante. Il NE DOIT PAS être placé :

- Derrière une fenêtre ou d'une baie vitrée (éviter l'ensoleillement direct) ;
- A proximité d'une source chaude comme un radiateur ;
- Contre un mur donnant sur l'extérieur ou à proximité d'une vitre (source froide) ;
- Dans un endroit clos comme un placard ;
- Dans une pièce avec des radiateurs équipés de robinets thermostatiques.

Régulation TOR (tout ou rien)	
Principe	Commande arrêt/marche du générateur lorsque l'écart à la consigne dépasse une certaine valeur. La qualité de la régulation est relativement faible.
Schéma	
Description	Par exemple, la consigne est réglée à 20°C avec une hystérésis de 0,5 K. Lors de la montée en température, l'arrêt du chauffage se produira quand la température mesurée atteindra 20,5°C (= 20 + 0,5). Le chauffage se relancera ensuite si la température mesurée descend en dessous de 19,5°C (= 20 - 0,5).
Remarques	Simple à programmer. Ce type de régulation peut entraîner la multiplication de courtes phases de fonctionnement. Les performances des chaudières à condensation s'en trouvent dégradées.
Régulation PID	
Principe	Commande précise des phases arrêt/marche du générateur grâce à un calculateur dédié. La qualité de la régulation est meilleure qu'en TOR.
Schéma	
Description	Le calculateur calcule l'écart entre la température intérieure et la consigne. En fonction de cet écart et de son paramétrage, il commande le fonctionnement ou l'arrêt du générateur afin de moduler la puissance délivrée sur une période de temps.
Remarques	Ce type de régulation peut se révéler complexe à programmer correctement ce qui peut entraîner un écart à la consigne récurrent ou un fonctionnement en court-cycles.
Régulation Modulante	
Principe	Pilotage de la puissance délivrée par le générateur par variation de puissance du générateur. Cette régulation présente les meilleures performances.
Schéma	
Description	Le régulateur calcule l'écart entre la température intérieure et la température de consigne. En fonction de son paramétrage, il module la puissance du générateur afin de régler une température idéale d'eau de chauffage.
Remarques	Ce type de régulation permet d'exploiter au mieux les performances des chaudières à condensation.

**TABLEAU 4** Différents principes de régulation

Le thermostat peut être piloté à distance (on parle de thermostat connecté). Il dispose dans ce cas d'une connexion à internet et d'une surcouche logicielle associée

à une interface web et/ou une application pour Smartphone et tablette.

## COMMENT FAIRE



La valeur ajoutée du thermostat connecté réside dans la facilité d'accès aux réglages optimum (ralentis, gestion de l'absence), par l'interface et/ou par l'intelligence qu'il embarque. Le potentiel d'économie d'un thermostat connecté dépend principalement de la situation antérieure à sa mise en place (thermostat non présent, thermostat existant mal réglé).

# 6

## SOLUTIONS DE RÉNOVATION : COMMENT CHOISIR ?

6

1

### 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 de l'habitation existante.

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			
	Ch. gaz naturel [Ch.7.3.4]	Ch. gaz propane	PAC hy- bride gaz [Ch.7.3.5]	PAC en substitu- tion [Ch.7.4]	Chaudière à granu- lés [Ch.7.5]	Biofioul [Ch.7.6.2]	PAC hy- bride fioul [Ch.7.6.3]	Ch. en relève de bouilleur granulés [Ch.8.2]	Ch. en relève d'un SSC [Ch.5.8]	Couplage avec CESI avec CET	Couplage avec CET	
L'installation existante n'est pas rac- cordable au réseau de distribution de gaz naturel	Rouge	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Pas d'emplacement pour installer la citerne de propane	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Pas de distributeur de granulés à proximité	Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	
Accès pour le distributeur de granu- lés impossible	Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
La chaudière existante n'est pas en bon état	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	
Surface et/ou volume disponibles à l'intérieur limité	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune	Jaune	
Surface et/ou volume disponibles à l'extérieur limité	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Puissance d'abonnement et puis- sance électrique disponible non compatible	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Limite de propriété du voisinage (risque acoustique)	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Régime de température de la boucle de chauffage élevé	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
Surface insuffisante ou non optimale pour l'implantation des capteurs solaires	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	

Optimisation installation existante (Ch.5)

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

**TABLEAU 5** Identification des solutions les plus adaptées pour la conversion d'une installation existante

## 6

## 2

## MISE EN PRATIQUE

	Maison n°1	Maison n°2
L'installation existante n'est pas raccordable au réseau de distribution de gaz naturel	☑	☒
Pas d'emplacement pour installer la citerne de propane	☑	☑
Pas de distributeur de granulés à proximité	☑	☑
Accès pour le distributeur de granulés impossible	☒ fort dénivelé	☑
La chaudière existante n'est pas en bon état	☑	☒
L'installation existante ne dispose pas d'un circuit de chauffage central	☑	☑
Surface et/ou volume disponibles à l'intérieur limité	☑	☒ Faible surface
Surface et/ou volume disponibles à l'extérieur limité	☑	☑
Puissance d'abonnement et puissance électrique disponible non compatible	☑	☑
Limite de propriété du voisinage (risque acoustique)	☑	☒ Mitoyenneté
Régime de température de la boucle de chauffage élevé	☑	☒ Radiateur haute température
Surface insuffisante ou non optimale pour l'implantation des capteurs solaires	☑ Toiture en mauvais état	☑
Solutions envisageables	<p>Maintien de la chaudière existante possible en relève d'une PAC ou d'un SSC</p> <p>Toutes les solutions de remplacement envisageables hors chaudière granulés</p> <p>Points de vigilance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour les solutions solaires, les capteurs sont de préférence installés au sol, au mur par exemple.</li> </ul>	<p>Toutes les solutions de remplacement envisageables hors gaz naturel</p> <p>Point de vigilance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour les PAC (seule ou hybride), l'intégration acoustique de l'unité extérieure doit être réfléchie ;</li> <li>- 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.</li> </ul>

TABLEAU 6 Outil d'aide à la décision : Mise en pratique

# 7

## SOLUTIONS DE RENOVATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR

La possibilité de changer d'énergie se présente au moment du remplacement de la chaudière existante au fioul. Le choix pour cette nouvelle énergie est fortement lié :

- à sa disponibilité sur site : un réseau de distribution de gaz naturel dessert-il l'habitation, un réseau de chaleur est-il présent dans la rue ? le terrain est-il parcouru en profondeur par une nappe phréatique accessible, la surface de terrain disponible pour y installer le capteur géothermique est-elle suffisante ?
- aux contraintes d'installation associées : le terrain est-il accessible aux engins de forage ? aux camions de

livraison de granulés ? la surface du local disponible pour l'implantation du nouveau générateur est-elle suffisante ? le régime de température de la boucle à eau chaude existante est-il adapté au nouveau générateur ?

- La rénovation d'une installation de chauffage au fioul par une autre énergie peut s'avérer difficile voire impossible sur certaines maisons individuelles. Il convient pour l'installateur de s'interroger sur la faisabilité de l'opération et de définir la solution technique optimale avant d'aller plus loin dans l'étude de l'installation.

### ATTENTION



La sélection d'un nouvel appareil de puissance équivalente à celui présent dans le logement occasionnera très certainement un surdimensionnement et s'accompagnera :

- d'un coût d'investissement plus important ;
- d'une usure accélérée des composants de l'appareil.

Il est nécessaire de dimensionner l'appareil au plus juste avec un calcul de déperditions et de besoins ECS..

# 7

# 1

## GESTION DE L'ANCIENNE INSTALLATION FIOUL

### DÉPOSER L'ANCIEN GÉNÉRATEUR FIOUL

L'ancienne installation de production de chaleur au fioul doit être retirée du local technique 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 :

### GÉRER L'ANCIENNE CUVE À FIOUL

- Contraintes et dispositions réglementaires liées à l'abandon d'un réservoir

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

## ATTENTION



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 a la charge d'engager une entreprise qualifiée pour réaliser les travaux inhérents à l'abandon de la cuve ; sa responsabilité est ainsi engagée.

Conformément à l'article 28 de l'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2004, lorsqu'un réservoir doit être abandonné, afin d'éviter tout risque de formation de vapeurs, il est obligatoirement vidangé, nettoyé, dégazé et neutralisé.

L'entreprise intervenante doit fournir un certificat à l'utilisateur garantissant la conformité des opérations d'inertage du réservoir.

- Vidange, nettoyage et dégazage

Le dégazage du réservoir est réalisé soit par air, soit par vapeur.

- Le dégazage à l'air ne permet qu'une intervention momentanée par aspiration des vapeurs de l'enceinte à dégazer avec un débit de l'ordre de 500 m<sup>3</sup>/h. Cette opération ne convient pas pour un abandon définitif ;
- Le dégazage à la vapeur, plus coûteux, est quant à lui définitif. La vapeur est produite par une chaudière monobloc mobile à petit débit. La production de vapeur nécessaire et suffisante est d'environ 100 kg/h sous une pression de 0.5 bar.

Le test primordial est celui de l'explosimètre qui doit être effectué avant et après le dégazage afin d'éviter tous les risques d'explosion.

- Neutralisation

Après pompage du produit restant dans le réservoir, dégazage et nettoyage, les tuyauteries (remplissage, aspiration, retour, évent, jauge) sont :

- soit débranchées et obturées par des bouchons vissés bloqués ;
- soit déposées.

La neutralisation du réservoir peut être réalisée de deux manières :

- Soit entièrement rempli d'un produit ou d'une matière inerte recouvrant toute la surface de la paroi interne du réservoir. Cette solution est à privilégier dans le cas des stockages enterrés.
- Afin de garder la possibilité d'un réemploi ultérieur du stockage, il est possible de le combler avec du sablon ou un fluide antigel non toxique et non corrosif.

## CONSEILS



Certains professionnels proposent d'employer la cuve en tant que récupérateur d'eau de pluie. Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier la bonne étanchéité de la cuve et d'appliquer une couche anti-corrosion pour les cuves en acier.

- Soit le réservoir est retiré. Cette solution est à privilégier dans le cas des cuves hors sol.

## COMMENT FAIRE



Dans tous les cas, lorsqu'un réservoir doit être retiré, il y a lieu de prévoir :

- le pompage du produit restant ;
- les opérations de dégazage et de nettoyage ;
- le traitement des résidus ;
- les fouilles nécessaires au dégagement du réservoir ;
- son transport et sa destruction.

L'entreprise intervenante doit remettre à l'utilisateur un certificat d'abandon pour la cuve et un bordereau de suivi des déchets.

7

2

## GESTION DE L'ÉVACUATION DES PRODUITS DE COMBUSTION (EVAPDC)

Le remplacement de la chaudière par un nouveau générateur implique de mener une réflexion sur l'évacuation des produits de combustion existante. Le nouveau générateur peut-il être raccordé au conduit de fumée existant ? Si oui,

doit-il faire l'objet d'une rénovation ? Si non, une solution en circuit de combustion étanche est-elle possible (par exemple, sur ventouse pour le gaz) ?

### CONDUIT DE FUMÉE EXISTANT RÉUTILISÉ – MISE EN ŒUVRE D'UNE INSTALLATION A CIRCUIT DE COMBUSTION ÉTANCHE OU NON

- Quelles vérifications ?

#### ATTENTION



Dans le cas d'un appareil raccordé à un conduit de fumée existant, l'évacuation des produits de combustion est verticale et la position de son débouché est conforme à l'article 18 de l'arrêté du 22 octobre 1969 (avec notamment un dépassement de 40 cm au-dessus du faitage du toit incliné ou de toute construction distante de moins de 8 m).

Dans le cas d'un remplacement d'une chaudière, il est possible de réutiliser un conduit de fumée existant. Afin de permettre le raccordement d'une nouvelle chaudière, il est nécessaire d'effectuer son diagnostic et d'adapter

la solution technique en fonction des conclusions de ce dernier. Si les vérifications sont concluantes alors le conduit de fumée existant peut être réutilisé, sinon il faut le rénover.

#### CONSEILS



Quelles vérifications faut-il faire ?

- vérifier que le conduit est conforme aux produits de combustion et notamment à l'éventuelle condensation de ceux-ci ;
- vérifier que son tracé est réglementaire, que son état général est bon (pas de fissures apparentes, ...) et que les distances de sécurité sont suffisantes ;
- vérifier que son dimensionnement est correct (fonction de la puissance à installer, la hauteur et la section de l'ouvrage ainsi que sa typologie) ;
- vérifier sa vacuité (lors du ramonage préalable notamment) ;
- vérifier que le conduit est étanche.

- Quelles solutions de réhabilitation ?

- Le tubage du conduit de fumée existant en introduisant à l'intérieur un nouveau conduit (métallique, plastique, flexible ou rigide).

#### ATTENTION



Le conduit de fumée individuel existant doit avoir une section intérieure minimale adaptée au diamètre nominal du conduit d'évacuation des produits de combustion et à la section d'amenée d'air comburant nécessaire.

- Des procédés spéciaux de chemisage et tubage (*soumis à ATec*), pour les solutions gaz. Par exemple, la solution utilisant un composé de résine thermodurcissable (par injection de vapeur) permet de

convertir un ancien conduit maçonné en conduit apte à la condensation avec ajout d'un té de purge en partie basse.

#### COMMENT FAIRE



Le chemisage traditionnel consistant à introduire un enduit le long des parois internes de l'ancien conduit maçonné peut convenir aux chaudières standards (qui n'impliquent pas de condensation).

- Dans le cas d'un conduit non réhabilitable, une solution peut consister à créer un nouveau conduit de fumée.

#### ATTENTION



Le conduit non réhabilité doit être dans ce cas condamné. Toute dispositions, notamment le remblaiement, doivent être prises pour empêcher définitivement tout branchement d'appareil, à quel que niveau que ce soit.

- Quels appareils raccordables ?

Le conduit de fumée réutilisé est raccordable à un appareil à circuit de combustion étanche ou non.

Combustible	Appareil à circuit de combustion non étanche	Appareil à circuit de combustion étanche
Gaz naturel GPL Fioul domestique	La classification de l'appareil sera de la forme : Bxyz Ex : B11, B22, B23, B23p	La classification de l'appareil sera de la forme : Cxy Ex : C9 ou C6(C9), C3, C5 ou C6 (C3, C5)
Granulés	L'appareil ne dispose pas d'avis technique (ATec) ou de document technique d'application (DTA)	L'appareil dispose d'un ATec ou DTA

**TABLEAU 7** Différentes technologies de générateurs

Les générateurs non étanches principalement disponibles aujourd'hui sur le marché de la maison individuelle, traités dans ce guide, sont les chaudières et les appareils bouilleurs à granulés.

Les chaudières à circuit de combustion étanche principalement disponibles aujourd'hui sur le marché permettant une utilisation du conduit de fumée existant sont :

- des chaudières gaz ou granulés de type C9 ou C6(C9) : utilisation du conduit de fumée individuel en y insérant un conduit afin d'assurer l'évacuation des produits de combustion d'une chaudière de type C9 ou C6(C9). L'espace annulaire entre le nouveau conduit et le

conduit existant est utilisé pour assurer l'amenée d'air comburant. Le terminal, en même temps, admet l'air comburant pour le brûleur et rejette les produits de combustion vers l'extérieur, par des orifices qui sont soit concentriques soit suffisamment proches pour être soumis à des conditions de vent similaires ;

- des chaudières gaz ou granulés de type C3, C5 ou C6 (C3, C5) : montage du système dans le conduit de fumée existant, en configuration concentrique, séparée, ou dissociée. Le conduit de fumée individuel existant sert alors de de gaine.

## COMMENT FAIRE



Ces systèmes font l'objet d'évaluations techniques de procédés d'évacuation des produits de combustion :

- procédé faisant l'objet d'un ATec ou DTA valide, de la famille « Conduit d'évacuation des produits de combustion et amenée d'air comburant pour appareil à circuit de combustion étanche » ;
- procédé faisant l'objet d'un ATec ou DTA valide, de la famille « Conduit d'évacuation des produits de combustion et amenée d'air comburant pour appareil à circuit de combustion étanche destinés à la réutilisation des conduits de fumées existants ».

**CONDUIT DE FUMÉE EXISTANT NON RÉUTILISÉ – MISE EN ŒUVRE D'UNE INSTALLATION A CIRCUIT DE COMBUSTION ÉTANCHE**

Une installation est dite à circuit de combustion étanche lorsque son fonctionnement est indépendant de l'air de la pièce dans laquelle se trouve l'appareil : la chambre de

combustion de l'appareil, l'alimentation en air comburant et le système d'évacuation des produits de combustion sont étanches.

## ATTENTION



Les locaux équipés de chaudières avec circuit de combustion étanche ne nécessitent pas de ventilation spécifique. Elles prélèvent l'air utilisé pour la combustion directement à l'extérieur du bâtiment.

## ● Quelles zones de débouchés possibles ?

- zone 1 : l'évacuation des produits de combustion (c'est-à-dire le conduit de fumée) est verticale et la position de son débouché respecte l'article 18 de l'arrêté du 22 octobre 1969 (avec notamment un dépassement de 40 cm au-dessus du faitage du toit incliné ou de toute construction distante de moins de 8 m) ;

- zone 2 : l'évacuation des produits de combustion est verticale et la position de son terminal se trouve en toiture. Elle ne respecte pas l'article 18 de l'arrêté du 22 octobre 1969 ;
- zone 3 : l'évacuation des produits de combustion est horizontale et la position de son terminal se trouve en façade.

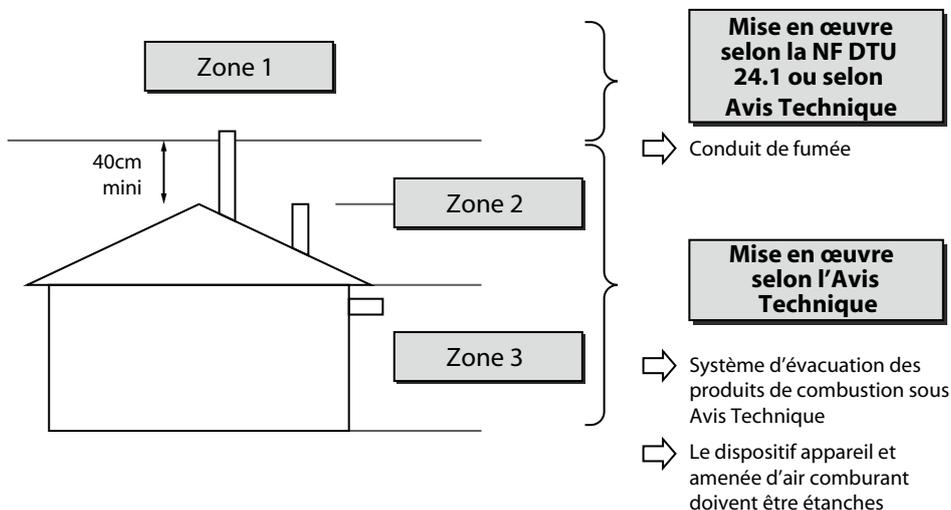


FIGURE 4 Illustration des trois zones de débouchés des fumées

#### ATTENTION



L'installation en Zones 2 et 3 doit être à circuit de combustion étanche. Les distances vis-à-vis des ouvrants et des amenées d'air de ventilation pour les orifices d'évacuation (terminaux) doivent être respectées.

- Quels appareils sont compatibles ?

Combustible	Appareil à circuit de combustion non étanche	Appareil à circuit de combustion étanche
Gaz naturel GPL Fioul domestique	Interdit	La classification de l'appareil sera de la forme : Cxy Ex : C11, C33, ou C5 (sous ATec ou DTA)
Granulés	Interdit	L'appareil dispose d'un ATec ou DTA

TABLEAU 8 Différentes technologies de générateurs

#### ATTENTION



Pour rappel, le NF DTU 61.1 P4 s'applique :

- aux conduits individuels d'amenée d'air et d'évacuation des produits de combustion reliant les appareils à gaz de type C1, et C3 lorsque ces conduits d'amenée d'air et d'évacuation des produits de combustion sont concentriques ;
- aux conduits reliant les appareils à gaz de type C11 et C31 lorsque leurs conduits d'amenée d'air et d'évacuation des produits de combustion sont dissociés.

- Un débouché en zone 1 et 2 est possible si l'appareil est de type C3, C5 (cas du gaz) sous ATec ou DTA (cas de la chaudière granulés). Les terminaux assurant l'amenée d'air comburant et l'évacuation des produits de combustion peuvent être concentriques (C3) ou séparés (C5).

## COMMENT FAIRE



Ces EVAPDC (pour le gaz) sont plus communément appelé « ventouse verticale ».

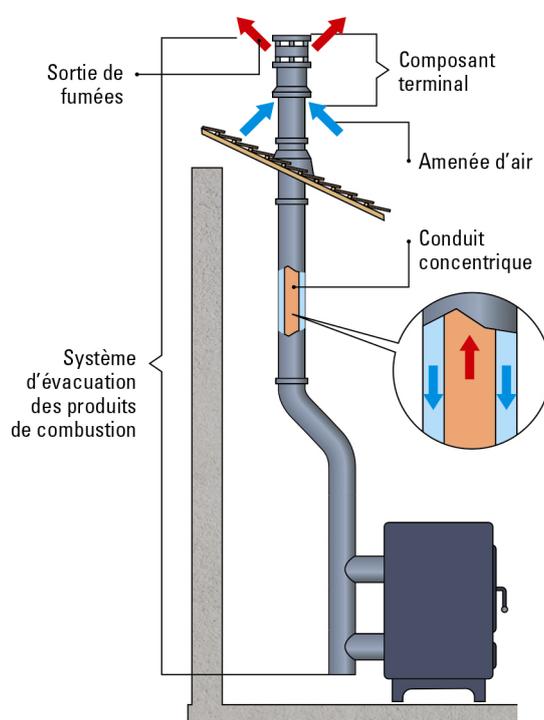


FIGURE 5 Illustration d'une chaudière à granulés raccordée sur un système d'évacuation des produits de combustion avec terminal concentrique - Zone 2

- Un débouché en zone 3 est possible si l'appareil est de type C1 (cas du gaz) ou sous ATec ou DTA (cas de la chaudière granulés) et s'il est raccordé à un EVAPDC, généralement concentrique, qui débouche en façade de l'habitation par un carottage du mur extérieure.

## COMMENT FAIRE



Ces EVAPDC (pour le gaz) sont plus communément appelé « ventouse horizontale ».

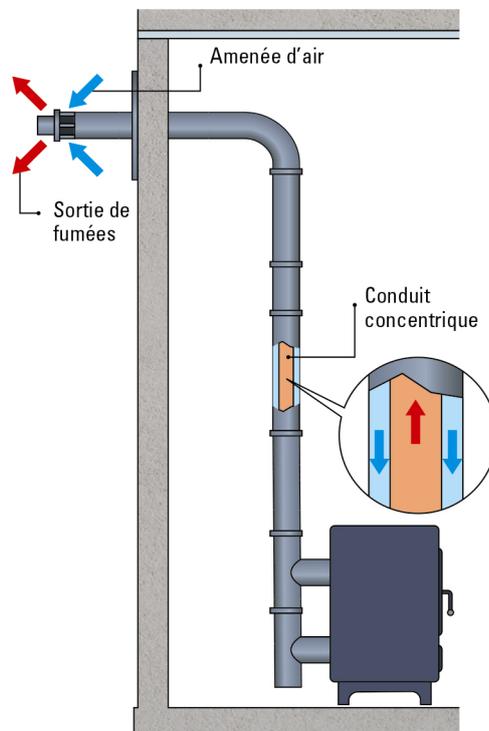


FIGURE 6 Appareil granulés à circuit de combustion étanche avec un débouché en zone 3

#### CONSEILS



Pour les appareils étanches fonctionnant aux granulés, le positionnement des terminaux en zone 3 est réservé aux habitations individuelles existantes. Les bâtiments sont considérés « existants » lorsqu'ils ont été réalisés depuis plus de 3 ans.

7

3

## REPLACEMENT PAR LE GAZ

### 7.3.1 RÉNOVATION PAR LE GAZ, TOUJOURS POSSIBLE ?

Seules conditions pour pouvoir installer une chaudière gaz condensation : que l'habitation soit raccordable au réseau de distribution de gaz naturel et que l'installation existante dispose d'un circuit de chauffage central (circuit d'eau

chaude alimentant des radiateurs ou un plancher chauffant).

## COMMENT FAIRE



Si le réseau de distribution n'est pas à proximité ou qu'un raccordement n'est pas possible, la solution du gaz propane est envisageable. La possibilité d'installer une citerne doit être dans ce cas vérifiée.

Les chaudières gaz peuvent fonctionner au gaz naturel ou au gaz propane. Certains modèles de chaudières à condensation sont équipés de sondes permettant d'analyser automatiquement le gaz qu'elles reçoivent et d'adapter leur combustion (sonde lambda, sonde d'O<sub>2</sub>, etc...). Pour d'autres, il peut être nécessaire de modifier manuellement le type de gaz dans la régulation de la chaudière.

### 7.3.2 CRÉATION DE L'ALIMENTATION EN GAZ NATUREL

Le remplacement de l'ancien générateur fioul par un appareil fonctionnant au gaz naturel induit la création d'une alimentation en gaz naturel.

## ATTENTION



L'entreprise à la charge de réaliser l'installation gaz depuis le compteur de facturation jusqu'à l'appareil. En amont du compteur c'est la responsabilité du distributeur qui est engagée.

Celle-ci est à réaliser conformément à :

- l'arrêté du 23 février 2018 : il recense l'ensemble des règles techniques et de sécurité applicables aux installations gaz situées à l'intérieure des bâtiments d'habitation (individuelle ou collective) ;
- la NF DTU 61.1 : il recense l'ensemble des préconisations de mise en œuvre sur la partie gaz. On y retrouve également des règles de dimensionnement des canalisations et des points de fumisterie.

## COMMENT FAIRE



Les nouvelles obligations réglementaires pour les installations utilisant du gaz sont entrées en vigueur depuis le 1er janvier 2020. L'arrêté du 23 février 2018, accompagné de ces 5 guides techniques, définit ainsi les nouvelles règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible des bâtiments d'habitation individuelle ou collective, y compris les parties communes. Parmi les nouveautés, des nouvelles dénominations, une extension du champ d'application mais aussi une évolution des documents relatifs à l'implantation et au suivi des installations.

L'ensemble des accessoires utilisés sur une installation gaz (vannes, robinet de commande pour appareil, détendeur...) doivent être conformes aux normes gaz en vigueur. La

mention NF apposé sur un accessoire atteste de cette conformité.

#### CANALISATION GAZ À L'EXTÉRIEUR DU LOGEMENT

Les installations de gaz desservant des logements disposent à minima des organes de coupure suivants :

- organe de coupure générale (OCG) ;
- organe de coupure individuelle (OCI) ;
- organe de coupure d'appareil (OCA).

En maison individuelle, l'organe de coupure présent au niveau du compteur gaz fait office d'organe de coupure général (OCG) et d'organe de coupure individuelle (OCI) comme défini dans l'arrêté du 23 février 2018 (guide 16

du Guide Générale de Septembre 2019). Le robinet d'une citerne de GPL remplit les mêmes fonctions (guide 17). Plusieurs matériaux peuvent être employés en extérieur comme l'acier, le polyéthylène, le cuivre ou encore des tuyaux métalliques pliables (PLT) et dans le respect des informations des guides 38 et 39. Selon le matériau, des dispositions particulières doivent être respectées. Pour exemple, le guide 41 indique les dispositions liées au polyéthylène en réseau enterré.

Selon la distance qui sépare l'OCCG de la façade de l'habitation, il est nécessaire de respecter les dispositions suivantes :

- $D < 20$  m : Le réseau de gaz peut pénétrer directement dans le logement. Toutefois, si le polyéthylène est utilisé pour le réseau enterré, il sera nécessaire de commuter sur un matériau métallique 1 m avant la pénétration dans le logement (guide 41) ;
- $D > 20$  m : Un organe de coupure supplémentaire (OCS) est obligatoire. Celui-ci doit être au niveau de l'introduction du logement, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur. La commutation en matériau métallique peut être effectuée à l'intérieur du coffret de l'OCS en prenant garde de protéger le polyéthylène des chocs et de la lumière (guide 17 et 41) ;

La canalisation enterrée doit respecter les distances de sécurité précisées dans le guide 39.2 que sont :

- 20 cm en projection horizontale d'une autre canalisation ;
- 20 cm en projection verticale lors d'un croisement avec une canalisation susceptible d'être parcourue par un courant électrique ;
- 5 cm en projection verticale lors d'un croisement avec toute autre canalisation ;
- Si ce n'est pas possible, la canalisation enterrée doit être placée dans un fourreau en matériau diélectrique dont les extrémités sont éloignées de 20 cm de la canalisation électrique.

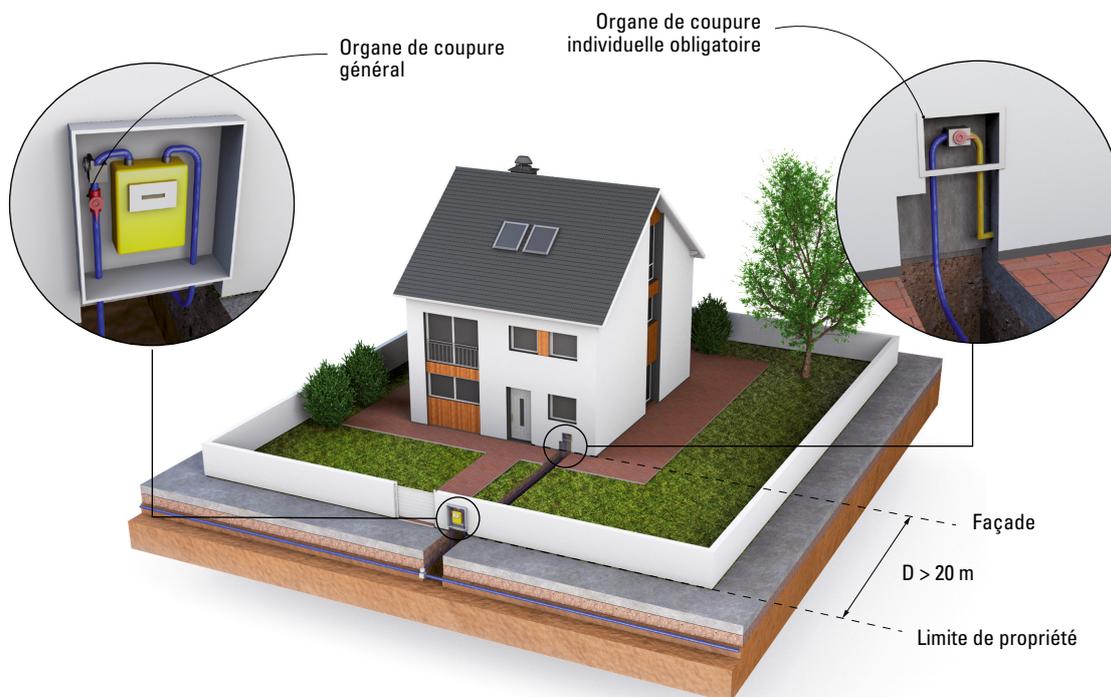


FIGURE 7 Représentation de la disposition des différents organes de coupures en maison individuel

### CANALISATION GAZ À L'INTÉRIEUR DU LOGEMENT

Les traversées de gros-œuvre et de paroi, les passages en faux-plafond ou encore vide-sanitaire doivent respecter les règles suivantes (Guide 49). On rappelle ci-dessous certaines de ces règles :

	Règle à suivre
Traversée du gros-œuvre	La canalisation gaz est placée dans un fourreau ou dans une réservation prévue dès l'origine de la construction sans remettre en cause la solidité de l'ouvrage
Traversée d'une paroi creuse	La canalisation est placée dans un fourreau laissé libre à une extrémité au moins L'espace creux autour de la canalisation est rempli par un matériau inerte
Traversée d'une paroi pleine	L'utilisation d'un fourreau n'est pas obligatoire
Traversée de plancher	La canalisation doit être placée dans un fourreau, arasé au plafond et dépassant d'au moins 5 cm la face supérieure du plancher ou du plan de travail L'espace annulaire compris entre l'extrémité supérieure de ce fourreau et la canalisation est rempli par un matériau inerte.
Traversée d'un vide-sanitaire	Le volume doit être accessible et ventilé S'il n'est pas ventilé : Si longueur supérieure à 2 m, il est nécessaire d'utiliser un fourreau dont l'une des extrémités débouche dans une pièce ventilée ou à l'extérieur Si longueur inférieure à 2m, le fourreau n'est pas obligatoire Dans les 2 cas, aucunes dérivations, ni aucuns accessoires ne doivent être installés
Traversée d'un faux-plafond	Le volume doit être visitable et ventilé S'il n'est pas ventilé : il est nécessaire d'utiliser un fourreau dont l'une des extrémités débouche dans une pièce ventilée ou à l'extérieur aucune dérivation, ni aucun accessoire ne doivent être installés

**TABEAU 9** Règles à respecter dans la traversée de paroi et de volumes

A l'intérieur du logement, les distances de sécurité ci-dessous (Guide 39.1), doivent être respectées entre la canalisation gaz et tout autre canalisation métallique en élévation :

- 3 cm à l'horizontale
- 1 cm à la verticale

Comme défini dans l'article 9, un organe de coupure pour chaque appareil (OCA) doit être installé et accessible.

### CONTRÔLE ET CERTIFICAT DE CONFORMITÉ

En respect des articles 20 et 21 de l'arrêté du 23 février 2018, l'installateur est responsable de la conformité de l'installation ou partie d'installation de gaz neuve qu'il réalise ou de la partie d'installation qu'il modifie. A l'issue des travaux :

- lorsque la longueur de canalisation est supérieure ou égale à 2m, ou que l'installation fonctionne à une pression supérieure à 400 mbar, l'installateur réalise un essai d'étanchéité à l'aide d'un dispositif manométrique ;
- lorsque la longueur de canalisation est inférieure à 2m et que l'installation fonctionne à une pression in-

férieure ou égale à 400 mbar, l'installateur réalise un essai d'étanchéité à l'aide d'un dispositif manométrique ou vérifie l'étanchéité apparente de l'installation.

En aval de l'organe de coupure, celui-ci peut être en tuyau rigide, tuyau métallique pliable, tuyau flexible métallique dans le cas des chaudières.

Les essais d'étanchéité sont réalisés exclusivement à l'air comprimé, l'azote, le butane, le GPL, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ou le gaz normalement distribué.

Dans le cas d'une création d'un réseau en maison individuelle et donc en aval de l'organe de coupure individuelle, l'installateur doit remplir le certificat de conformité modèle 2 (CC2).

**ATTENTION**

Les certificats de conformité précisent les interventions qui ont été réalisées pendant les travaux, permettant une traçabilité, et attestent leur fin. Ils permettent d'attester la conformité des travaux avec les normes en vigueur, mais aussi de solder les travaux et de facturer le client. Ils rassurent le client tout en dédouanant l'installateur en cas de sinistre.

Le champ d'application du CC2 couvre tous les travaux ou opérations réalisés sur tout ou partie d'une installation s'ils ont lieu entre l'organe de coupure d'appareil (OCA) et l'organe de coupure individuelle (OCI) voire d'un organe de coupure général (OCG) dans le cas d'une maison individuelle. Il atteste donc de la conformité des installations in-

térieures de gaz à usage individuel. Il est utilisé pour tous les travaux chez un particulier, que ce soit pour la création, la modification d'une installation ou le remplacement d'un appareil gaz ou pour la remise en sécurité d'une installation suite à un incident.

**COMMENT FAIRE**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2020, le certificat de conformité modèle 4 (CC4) anciennement prévu pour les travaux de remplacement d'équipement à l'identique est intégré au CC2 avec la mention « remplacement d'équipement » (dans la rubrique « nature des travaux réalisés »).

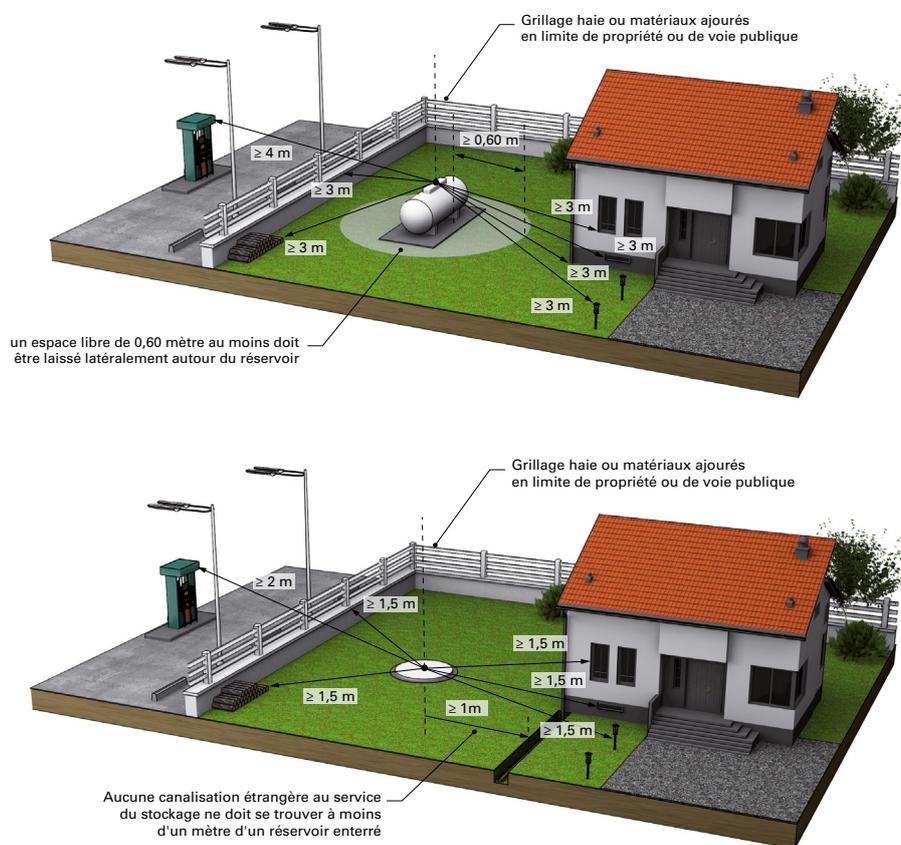
Les certificats de conformité sont intégrés au « passeport technique », document obligatoire permettant de prendre en compte l'évolution de l'installation intérieure de gaz

concernée en relatant et enregistrant toutes les opérations la concernant depuis sa mise en service jusqu'à sa fin de vie (démontage).

**CAS DU GAZ PROPANE****COMMENT FAIRE**

Le gaz propane est stocké dans une citerne en aérien ou enterré. Il revient au propriétaire ou le locataire le cas échéant de souscrire un contrat de fourniture de gaz et payer sa consommation et d'autres frais éventuels. Les frais liés à la citerne restent à la charge du propriétaire du logement

L'arrêté du 30 juillet 1979 présente les règles de sécurité du positionnement de la citerne vis-à-vis du logement. Selon qu'il soit enterré ou aérien, les distances diffèrent.



**FIGURE 8** Distances à respecter pour les citernes de GPL

Le suivi des équipements sous pression est encadré par l'arrêté du 20 novembre 2017. Concernant les inspections des citernes contenant du gaz propane, les règles à suivre sont les suivantes :

- L'inspection périodique tous les 48 mois (4 ans) du stockage et de ses organes (jauge, soupape, robinet de départ gaz, clapet de remplissage, clapet de reprise de gaz et piquet de terre)
- La requalification du stockage tous les 10 ans (pour les clients propriétaires de leur stockage, elle est facturée en plus)

### 7.3.3 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR CHAUDIÈRE GAZ À CONDENSATION

La chaudière gaz remplit les mêmes fonctions que l'ancienne chaudière fioul. Elle peut être :

- simple service (production de chauffage uniquement) ou double service (production de chauffage et d'ECS) ;
- murale (compacte, elle permet de libérer de l'espace au sol) ou au sol (recommandées pour les logements ayant des besoins thermiques relativement importants ou dotés d'un sous-sol ou d'un garage) ;
- à circuit de combustion étanche (type C) ou non étanche (type B).

## QUELS POINTS DE VIGILANCE LORS DE L'INSTALLATION DE LA CHAUDIÈRE ?

### ATTENTION



Les locaux équipés de chaudières avec circuit de combustion étanche ne nécessitent pas de ventilation spécifique. Les appareils de type C peuvent être installés dans tous les types de locaux et quel qu'en soit le volume même s'ils ne comportent pas de fenêtre ou d'ouvrant. Les chaudières à ventouse (type C) prélèvent l'air utilisé pour la combustion directement à l'extérieur du bâtiment.

### COMMENT FAIRE



Installer une chaudière non étanche (de type B) dans un local ventilé (cas d'une cuisine par exemple) implique de s'assurer que le volume et l'amenée d'air du local soient suffisants pour assurer son fonctionnement normal. En fonction du système de ventilation du logement, les points de vérification sur les amenées d'air diffèrent. Se référer au DTU 61.1 partie 5.

- Le local peut être exclusif à l'utilisation de la chaudière ou servir à d'autre usage. Ne pas installer l'appareil dans une pièce où il pourrait geler ;
- Ne pas installer l'appareil sur une cloison légère sans report de charge ;
- Veiller à respecter les distances et écarts minimaux de montage, nécessaires à la bonne exécution des travaux d'entretien. Ils varient selon les modèles ;

### COMMENT FAIRE



Quel que soit le type de chaudière, son installation à l'intérieur d'un placard ou d'un meuble de cuisine exige la prise en compte des contraintes liées à son entretien et plus globalement à son accessibilité.

Ainsi, selon les modèles, les opérations d'entretien nécessitent la dépose de l'habillage frontal ou latéral de l'appareil. Il convient donc de se reporter aux préconisations de pose du fabricant indiquant les écarts minimaux à respecter entre la chaudière et les parois du meuble.

- Le raccordement électrique se fait sur le secteur grâce à un câble de secteur classique. La tension nominale du secteur doit s'élever à 230 V. Un disjoncteur dédié est également requis ;
- Vérifier que le système d'évacuation des produits de combustion est bien prévu ou adapté pour recevoir les produits de combustion d'une chaudière à condensation ;

### ATTENTION



Le circuit d'évacuation des produits de combustion ne doit présenter aucun point bas non drainé, susceptible d'être à l'origine de rétention de condensats. En particulier, toutes les parties horizontales d'évacuation des produits de combustion doivent être installées avec une légère pente (environ 3 %) soit vers l'appareil (si celui-ci est raccordé à l'évacuation des eaux usées) soit vers l'extérieur (s'il est nécessaire d'éviter toute stagnation et création de bouchon de gel)

## QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR LE RACCORDEMENT DE LA CHAUDIÈRE ?

- Arrivée d'eau froide pour l'appoint d'eau de chauffage : un disconnecteur CA-a (cas des chaudières au sol) et CA-b (cas des chaudières murales avec dispositif de remplissage intégré) doit être installé ;

## ATTENTION



Un disconnecteur doit être précédé d'une vanne d'arrêt pourvue d'un robinet d'essai et d'un filtre.

- Arrivée d'eau froide pour l'eau chaude sanitaire : l'installation doit être équipée d'un clapet anti-retour antipollution EA (intégré au groupe de sécurité) sur l'arrivée d'eau froide ;

## ATTENTION



Si la tuyauterie d'alimentation et de distribution est en cuivre, il faut interposer un manchon en matière isolante pour éviter des phénomènes de corrosion. Selon le type de préparation d'ECS, il faut installer un dispositif de sécurité en pression (dispositif de type groupe de sécurité hydraulique).

- Mise en commun des rejets : il est judicieux de rassembler l'ensemble des rejets de vidange de l'installation. Pour éviter tout retour des eaux usées, il faut créer une rupture de charge (par exemple 2 cm de garde d'air au niveau de l'entonnoir) ;
- Evacuation des condensats :
  - Le système d'évacuation des produits de combustion des chaudières à condensation doit être adapté pour résister aux condensats (en matériaux tel que le PVC ou l'acier inoxydable). Les emboîtements des différents éléments le constituant doivent permettre un écoulement correct des condensats à l'intérieur de ces conduits.

## ATTENTION



Concernant les rejets des condensats dans le réseau d'eaux usées, il est nécessaire de se conformer au règlement du service d'assainissement collectif de la commune.

## CONSEILS



Un traitement des eaux est toutefois recommandé (neutraliseur de condensats), en particulier lors de rénovation, lorsque le circuit d'origine n'a pas été conçu dans des matériaux adaptés. Les canalisations en cuivre, en acier ou en fonte ne sont pas compatibles avec des rejets acides.

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

Pour assurer le rendement maximal d'une chaudière à condensation, il faut minimiser les températures à son entrée et à sa sortie.

## CONSEILS



Avec le gaz naturel comme combustible, la température de retour de l'eau de chauffage doit être inférieure à 55°C pour que la condensation de la vapeur d'eau intervienne ; plus cette température sera basse, plus le rendement de la chaudière sera élevé.

Cela s'obtient en observant les recommandations suivantes :

- Adopter une régulation en fonction de l'extérieur agissant sur le générateur si la production d'ECS le permet. Il convient également d'être attentif au paramétrage de la courbe de chauffe ;
- Eviter les recyclages d'eau chaude des départs vers les retours. Pour cela, éviter la mise en place de bouteille de découplage sauf si les chaudières le requièrent ;
- Dimensionner les émetteurs en conséquence selon un couple de température entrée-sortie favorable à la condensation :
  - 65-50, 60-45 ou 55-45°C pour des radiateurs
  - 45-35°C pour les planchers chauffants

## ATTENTION



En cas de maintien des émetteurs existants, il faut vérifier que la puissance des émetteurs est suffisante avec un régime de température favorable à la condensation.

- Réduire les débits dans la distribution pour augmenter la chute de température. Pour cela :
  - éviter les surdimensionnements de puissance, de pertes de charges, de débits, de circulateurs ;
  - adopter un fonctionnement des circulateurs à vitesse variable et les paramétrer en fonction de l'installation.

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

## CONSEILS



- Même un générateur bien dimensionné fonctionne une partie importante de l'année à de faibles taux de charge
- Le surdimensionnement d'une chaudière gaz à condensation pour le chauffage, même s'il a peu d'incidence sur les consommations, est préjudiciable vis-à-vis des cycles marche-arrêt
- Opter pour une chaudière gaz à condensation avec une large plage de modulation est bénéfique vis-à-vis des cycles marche-arrêt, même si le gain sur les consommations est négligeable

- Pour les chaudières gaz assurant le chauffage et l'ECS. La puissance (très souvent) requise pour la production d'ECS est supérieure à la puissance nécessaire pour le chauffage. C'est donc très souvent la puissance ECS qui est dimensionnante. Les générateurs gaz sont choisis de manière à satisfaire des exigences de débit spécifiques des exigences de débit spécifique d'ECS fixées en fonction des appareils sanitaires du logement. Les exigences de débit spécifique indiquées dans le tableau ci-après sont les valeurs spécifiées dans le référentiel NF habitat & NF habitat HQUET<sup>M</sup>.

## COMMENT FAIRE



Le débit spécifique d'ECS est une caractéristique propre à chaque appareil, mesurée selon la norme NF EN 13203-1 [2] pour les générateurs à gaz. C'est le débit maximal que peut fournir un appareil avec une élévation de température moyenne de 30K, au cours de deux puisages successifs. La durée normée de ces deux puisages est de 10 minutes, avec un temps d'attente de 20 minutes entre chaque puisage.

Appareils sanitaires de la maison ou l'appartement	Débits spécifiques minimaux ( $\Delta T=30K$ )	
	Niveau de confort	
	Standard	Elevé*
Un évier, un lavabo, une baignoire ou une douche	12 l/min	16 l/min
Au moins un évier, un lavabo, une baignoire et une douche	14 l/min	20 l/min
Au moins un évier, un lavabo, deux baignoires (ou une baignoire et deux douches)	16 l/min	22 l/min

Un niveau de confort élevé correspond à une note 3 pour le label et très élevé à une note 5

**TABLEAU 10** Débits spécifiques minimaux requis

Le débit spécifique dépend de la capacité de stockage et de la puissance du générateur. Le tableau ci-après présente des exemples de valeurs pour différents types de chaudières double-service.

Débit spécifique en l/min	Exemples de puissances minimales ECS et volumes requis pour des chaudières assurant le chauffage et la production d'ECS		
	Chaudières instantanées ou micro-accumulées	Chaudières associées à un ballon	
12 l/min	25 kW		
14 l/min	29 kW	25 kW + 15 l	
16 l/min	34 kW	22 kW + 50 l	20 kW + 80 l
20 l/min		35 kW + 50 l	15 kW + 125 l
22 l/min			22 kW + 120 l

**TABLEAU 11** Exemples de solutions

## COMMENT FAIRE



Le débit spécifique dépend de la capacité de stockage et de la puissance du générateur. Le tableau figure 13 présente, à titre d'illustration, des exemples de valeurs pour différents types de chaudières double-service (ce tableau ne figure pas dans le référentiel NF habitat & NF habitat HQE™).

- Pour les chaudières gaz assurant uniquement le chauffage
- Il n'existe pas de DTU pour le dimensionnement de ces générateurs. La norme NF EN 12831-1 donne des valeurs par défaut de surpuissance à prévoir éventuellement

pour la remontée en température du bâtiment en fonction de plusieurs paramètres (surface de plancher, taux de renouvellement d'air, temps de réchauffage souhaité, inertie et abaissement de température réalisé).

## ATTENTION



Dans la pratique, la puissance est généralement prise égale à 1,2 fois les déperditions.

### 7.3.4 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR CHAUDIÈRE HYBRIDE GAZ

## COMMENT FAIRE



Un produit hybride packagé se compose d'une PAC et d'un brûleur. Il doit également inclure une régulation intelligente pilotant les deux systèmes selon leurs performances. Une PAC avec relève de chaudière n'est pas un système hybride.

Un générateur hybride gaz comprend :

- une chaudière fonctionnant au gaz, murale ou au sol ;
- une pompe à chaleur air extérieur/eau (électrique) de petite puissance ;
- l'équipement hydraulique associé permettant l'échange thermique entre la PAC et la chaudière pouvant être intégré ou non à la chaudière) ;

- une régulation pilotant l'ensemble et gérant la mise en marche et l'arrêt des deux générateurs.

Il permet d'assurer la production de chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

## CONSEILS



L'ensemble des régimes de température de chauffage sont possibles, du régime 80/60°C au régime basse température 40/30 °C alimentant un plancher chauffant. Ce dernier est à privilégier pour que la pompe à chaleur fonctionne avec les meilleures performances. Dans certains cas, la production d'ECS est assurée entièrement par la chaudière. Dans d'autres cas, la pompe à chaleur préchauffe l'eau et la chaudière apporte le complément d'énergie pour atteindre la température d'eau souhaitée.

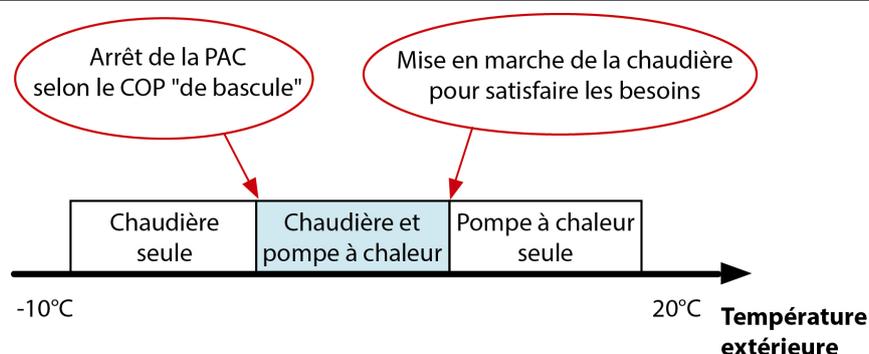
La régulation gère le fonctionnement des deux générateurs pour assurer en permanence la performance globale optimale selon le critère de régulation choisi.

## CONSEILS



La régulation du chauffage est en fonction de la température extérieure, avec éventuellement prise en compte de la température ambiante. La gestion de la mise en marche et de l'arrêt de la chaudière et de la pompe à chaleur est établie en fonction de paramètres énergétiques ou financiers (minimiser la consommation d'énergie primaire, le coût de l'énergie, ou les émissions de CO<sub>2</sub>), qui prennent en compte la combinaison de différents paramètres (température extérieure, départ et retour chauffage).

En fonction du paramétrage de la régulation, 3 modes de fonctionnement sont possibles : PAC seule, chaudière seule ou chaudière et PAC fonctionnant simultanément.



**FIGURE 9** Stratégie de régulation des générateurs hybrides :

Pour la majorité des produits, la régulation interne de la machine estime à chaque instant le rendement de la chaudière et le COP (coefficient de performance) de la pompe à chaleur. Le critère de choix peut ainsi reposer sur un COP « de bascule » en-dessous duquel la pompe à chaleur n'est pas autorisée à fonctionner. Il peut être déterminé en fonction de l'énergie primaire consommée ou du coût de l'énergie.

Le système peut se présenter sous deux formes :

- monobloc : les deux systèmes de production sont regroupés dans un même module intérieur. Ce système ne nécessite aucune liaison entre la PAC et la chaudière. Une amenée d'air extérieur et un rejet sont à prévoir, ainsi que l'évacuation des produits de combustion de la chaudière ;
- bi-bloc (ou en éléments séparés) : le système est composé d'une unité intérieure (chaudière à condensation et éventuellement module hydraulique) et d'une unité extérieure (PAC).

Les systèmes en éléments séparés nécessitent soit une liaison de fluide frigorigène (PAC de type split), soit une liaison hydraulique entre le module extérieur et le module intérieur.

Le module extérieur de la pompe à chaleur et le module intérieur peuvent être ainsi raccordés de 3 façons différentes :

- soit par une liaison de fluide frigorigène : la chaudière et le condenseur de la PAC (placées sous même habillage à l'intérieur) et connectées à la partie extérieure de la PAC par une liaison frigorigène ;
- soit par une liaison hydraulique : la chaudière est placée à l'intérieur et est connectée à la PAC monobloc (positionnée à l'extérieur) par une liaison eau ou eau glycolée. Le fabricant fournit un kit de raccordement à la liaison hydraulique. Il n'y a pas à intervenir sur le réseau de fluide frigorigène. Le circulateur du réseau hydraulique peut être intégré à la pompe à chaleur.

#### COMMENT FAIRE



La PAC est dite monobloc car les quatre éléments constituant son circuit (évaporateur, compresseur, condenseur, détendeur) sont présents sous un même habillage.

- soit par l'intermédiaire d'un module hydraulique entre la PAC monobloc (installée à l'extérieur) et la chaudière. Le circulateur de la liaison hydraulique est intégré à la PAC.

#### QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

L'installation d'un générateur hybride ne présente pas de particularités par rapport aux chaudières et pompes à chaleur de même technologie, qu'il s'agisse de l'évacuation des produits de combustion ou du raccordement de l'unité extérieure de la pompe à chaleur.

Pour la pose de la PAC, les points de vigilance sont fonction du raccordement entre la PAC et la chaudière. Par exemple :

- la PAC hybride monobloc peut être source de nuisances sonores. Il est recommandé de sélectionner son emplacement de manière à les limiter (pas à proximité immédiate d'une pièce de sommeil par exemple) ;

- dans le cas d'un raccordement d'une PAC bi-bloc par l'intermédiaire d'un module hydraulique, il est nécessaire d'ajouter un module interne, ce qui nécessite de prévoir plus d'espace pour l'installation de ce système ;
- les PAC hybrides présentant une liaison en fluide frigorigène (entre l'unité extérieure, la PAC, et la chaudière installée dans le logement), nécessitent un installateur répondant à la réglementation sur la manipulation des fluides frigorigènes.

## CONSEILS



Dans le cas d'une liaison frigorifique, la liaison peut être laissée en attente par l'installateur. La société qui réalise la mise en service fait alors la liaison et remplit le circuit de fluide frigorigène.

Le raccordement hydraulique des générateurs hybrides consiste à raccorder classiquement le circuit de chauffage et d'eau chaude sanitaire :

- départ et retour du circuit de chauffage ;
- entrée d'eau froide et sortie d'eau chaude sanitaire.

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

L'optimisation des performances d'un générateur hybride ne présente pas de particularités par rapport aux chaudières et pompes à chaleur.

Une attention particulière doit être apportée au paramétrage du générateur hybride. Il consiste, selon les modèles, à régler :

- la stratégie de régulation : selon l'énergie primaire consommée, le coût de l'énergie...

- selon la stratégie choisie : le coût du kWh gaz, le coût du kWh électrique en heures pleines et heures creuses, le coefficient de conversion en énergie primaire de l'électricité...
- la température d'arrêt de la pompe à chaleur ;
- la courbe de chauffe ;
- la programmation horaire du chauffage (consignes de température ambiante de confort et de réduit, périodes associées).

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

L'intérêt de ce système repose sur le bon dimensionnement de la pompe à chaleur et de la chaudière. Il faut

éviter le surdimensionnement de la pompe à chaleur au risque de dégrader le taux de couverture de celle-ci.

## Règle à suivre

Puissance de la chaudière	P = 100 % des besoins de chaleur (chauffage + eau chaude sanitaire) Le calcul des déperditions thermiques est effectué pour les pièces dont la production de chauffage est assurée par le système hybride. Elles sont calculées selon la norme NF EN 12831 et le complément national NF P 52-612/CN.
Puissance de la pompe à chaleur	Pour éviter de réduire le taux de couverture de la pompe à chaleur, il est recommandé, en rénovation, P ≤ 6 kW

**TABLEAU 12** Règle de dimensionnement de la pompe à chaleur et de la chaudière

## ATTENTION



La puissance de PAC ≤ 6 kW représente un optimum technico-économique pour la rénovation de maisons individuelles d'environ 100m<sup>2</sup>. A noter : dans certains cas spécifiques (maison de très grande surface, maison très peu isolée...), il peut être préconisé un dimensionnement de la PAC pouvant aller jusqu'à 8kW.

## COMMENT FAIRE



Le dimensionnement de la chaudière est identique à celui présenté dans le chapitre 8.2.4.

7 4

## REPLACEMENT PAR UNE PAC AIR EXTÉRIEUR/EAU : CAS DE LA SUBSTITUTION

La pompe à chaleur air extérieur/eau peut remplir les mêmes fonctions que l'ancienne chaudière fioul. Elle peut assurer les besoins de chauffage uniquement (la produc-

tion d'eau chaude sanitaire étant séparée) ou les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

### ATTENTION



La puissance de la PAC sélectionnée (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 et assurée par un chauffe-eau thermodynamique, par exemple.

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

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

Les PAC air extérieur/eau regroupent les technologies suivantes :

- la PAC air extérieur/eau monobloc extérieure ;
- 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)).

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 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) ou une PAC eau/eau (nappe phréatique). Ces solutions, présentant des contraintes d'installation plus fortes en rénovation, ne sont pas traitées dans ce guide.

### 7.4.1 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 sur certaines maisons individuelles.

### ATTENTION



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

Il convient donc pour l'installateur 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. Ce-

pendant, 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'AFFPAC ;

- 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,...).
- 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 données 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.

#### ATTENTION



L'intensité électrique appelée par une pompe à chaleur fonctionnant en TOR pouvant être, au démarrage, 4 à 7 fois supérieure à la valeur nominale, le respect de cette norme obligerait à un raccordement en triphasé pour toute machine dont la puissance électrique nominale est supérieure à 1,4 kW, soit une puissance thermique de 4,2 kW (en considérant un COP de 3).

#### 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 (voire sur celles des voisins).

Une très grande majorité de pompes à chaleur devrait donc être raccordée en triphasé. Cette contrainte constitue un obstacle important en rénovation car, d'une part,

très peu de maisons individuelles équipées d'installations de chauffage à eau chaude sont raccordées en triphasé en France et, d'autre part, il n'est pas certain que le distri-

buteur 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 (en théorie, jusqu'à 28 kW, en considérant un cosφ de 0,9 et un COP de 3). Une autre solution pourrait alors consister à mettre en place un régulateur électronique de démarrage entre la PAC et l'installation électrique.

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

Selon les besoins, une pompe à chaleur en substitution de la chaudière existante peut être utilisée de différentes façons :

- la PAC est utilisée seule et permet de couvrir l'ensemble des besoins, sans appoint.

Plus la température maximale d'eau produite par la PAC est élevée, plus les possibilités de réaliser une substitution directe (sans appoint) sont grandes. Dans la plupart des

cas, le remplacement d'une chaudière peut être possible avec une PAC travaillant à haute température, sous réserve des résultats d'une étude de dimensionnement. Cependant, dans la mesure du possible, il convient de favoriser des actions visant à réduire les pertes thermiques du bâtiment à chauffer, ce qui peut conduire à installer une machine de plus petite taille travaillant à plus basses températures ;

### CONSEILS



Cette option est choisie dans des régions où le climat est relativement doux, pour des logements isolés et dotés d'un système de chauffage basse température, tel qu'un plancher chauffant.

- la PAC est utilisée avec un appoint électrique.

### 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.

Il existe un certain nombre de configurations où la température de production de la PAC est trop faible pour couvrir les besoins de chauffage sur une certaine période de l'année. La pompe à chaleur peut tout de même alors être mise en œuvre mais en association avec un système d'appoint.

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.

## ATTENTION



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 pompe à chaleur et la solution préconisée sera quasiment toujours une solution de type PAC + appoint.

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

#### QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

## 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.

- 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.

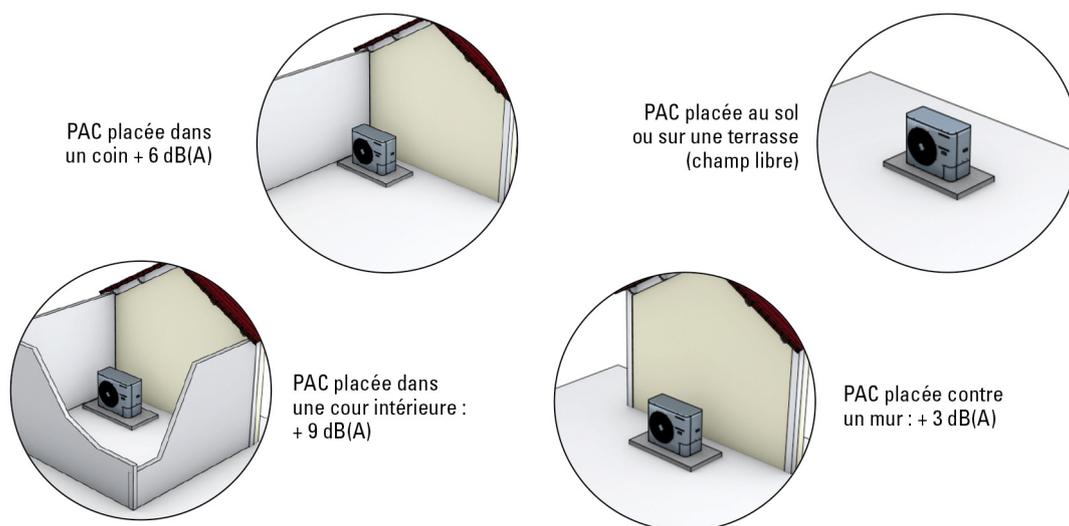
Cette réglementation implique une attention particulière à l'intégration de l'unité extérieure à l'extérieur du logement.

## 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 ;
- ne pas le placer à proximité des chambres de la maison voisine ou de la maison équipée ;
- 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.



**FIGURE 10** Différentes solutions d'intégration de l'unité extérieure à l'extérieur du logement

- 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 tamponnotamment)
- En prenant en compte les possibles nuisances sonores vis-à-vis du voisinage et en particulier des chambres avoisinantes ;
- 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

## ATTENTION



Porter une attention particulière à un site isolé ou à un habitat en bout de réseau électrique.

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

## COMMENT FAIRE



Certaines machines 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 ».

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

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

L'évaluation de la faisabilité thermique et hydraulique doit donc répondre à des questions telles que :

- Quelle est la puissance des émetteurs avec la température d'eau que peut fournir la PAC ?

- Cette puissance permet-elle de couvrir la totalité ou une fraction acceptable des besoins thermiques réels du bâtiment ?
- Quel sera l'équipement utilisé en appoint (conservation ou non de la chaudière) ?

- Le débit de l'installation est-il compatible avec le débit de la PAC ?

La performance se dégrade en fonction :

- de la température extérieure : plus la température extérieure est faible et plus le COP est faible ;
- de la température de départ de la pompe à chaleur. Par exemple, une diminution de la température de départ de 65 à 45°C permet d'améliorer de plus d'un

point le COP pour une température extérieure de 7°C.

- Maîtriser le débit dans la pompe à chaleur
  - Respecter le débit nominal indiqué par le fabricant : le maintien dans 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.

A contrario, 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 si 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.

Dans le cas d'un circulateur à vitesse fixe, il est conseillé d'installer une soupape à pression différentielle pour

éviter que le circulateur fonctionne à un point trop élevé sur sa caractéristique en présence de :

- radiateurs équipés de robinet thermostatique,
- planchers chauffants équipés de vannes 2 voies de régulation.

- 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".

## 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 sortie de la PAC, 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 l'extérieur.

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 tempéra-

ture 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 ?

- Dimensionnement PAC air-eau simple service.

Le dimensionnement est effectué en mode chauffage, en fonction des déperditions de la maison.

	PAC Tout ou Rien	PAC Inverter
PAC en substitution = la PAC et son appoint doivent être capables de fournir la température d'eau nécessaire pour les conditions extérieures de base du lieu	$0.7 \times D < P_{PAC} < 1 \times D$ $P_{PAC} + P_{APPOINT} = 1.2 \times D$	$0.8 \times D < P_{PAC} < 1 \times D$ (ou $0.7 \times D < P_{PAC} < 1 \times D$ si les locaux desservis présentent une inertie moyenne à très lourde) $P_{PAC} + P_{APPOINT} = 1.2 \times D$

D : déperditions calculées pour la température extérieure de base du lieu

**TABEAU 13** Dimensionnement de la PAC en mode chauffage, en substitution

- Dimensionnement PAC air-eau double service.

Les pompes à chaleur double-service sont les pompes à chaleur (PAC) individuelles conçues pour assurer le chauffage et la production d'ECS d'une maison ou d'un appartement. Ces PAC sont associées pour la production d'ECS à un ballon à échangeur le plus fréquemment à serpentin voire à double-enveloppe, avec un appoint électrique situé, en général, dans le ballon d'ECS. Ce ballon peut être intégré sous le même habillage que la PAC ou bien séparé. Comme les chaudières individuelles double-service, elles réalisent généralement une production de chaleur alternée pour le chauffage et l'ECS. Durant la saison de chauffe, pour produire l'ECS, le chauffage est arrêté et vice-versa.

L'eau en sortie de condenseur de la PAC alimente soit l'échangeur du ballon d'ECS soit le circuit de chauffage.

A la différence des chaudières double-service, les puissances sont généralement plus faibles et les capacités des ballons plus grandes si bien que les temps de réchauffage de l'ECS sont plus importants.

Afin de limiter les risques d'inconfort thermique ou en ECS, la chauffe du ballon peut être entrecoupée de relances pour le chauffage et l'appoint éventuellement sollicité. Les régulations peuvent être variées selon les modèles. Ainsi, le réchauffage de l'ECS peut être autorisé tout au long de la journée ou seulement durant des plages horaires (par exemple, la nuit ou bien après la pointe du matin et du midi).

#### COMMENT FAIRE



Pour le dimensionnement des PAC double-service, se référer au NF DTU 65.16 P1-1.

- Quelle capacité de stockage d'ECS ?

La NF DTU spécifie les besoins d'ECS journaliers à considérer pour déterminer la capacité du ballon en fonction du nombre d'occupants du logement et de la stratégie de

programmation du réchauffage de l'ECS adopté. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de besoins d'ECS à 55°C (pour une température d'eau froide de 10°C) à satisfaire pour différents modes de fonctionnement.

Stratégie de programmation adoptée	Consommation d'eau chaude sanitaire journalières à considérer				
		2 personnes	3 personnes	4 personnes	5 personnes
Charge du ballon uniquement en période nocturne	à 55°C	111	167	222	278
2 périodes de réchauffage du ballon	à 55°C	83	126	167	209
Réchauffage du ballon toute la journée	à 55°C	56	83	111	139

**TABLEAU 14** Valeurs de besoins d'ECS à 55°C (pour une température d'eau froide de 10°C) à satisfaire pour différents modes de fonctionnement

### CONSEILS



Ces valeurs peuvent éventuellement être ajustées en accord avec le client en cohérence avec la capacité d'accueil de la maison.

- Quelle puissance pour la PAC ?

### ATTENTION



La puissance de la PAC est déterminée en mode chauffage, en fonction des déperditions de la maison. Si la puissance ainsi sélectionnée conduit à un risque fort d'inconfort lors du réchauffage du ballon d'ECS, se rapprocher du constructeur. Une solution peut être d'opter pour une production d'ECS séparée, avec un chauffe-eau thermodynamique par exemple.

La NF DTU impose également pour limiter les risques d'inconfort, que la puissance de la PAC, à la température extérieure de base, permette de produire les besoins d'ECS, à la température de consigne considérée :

- en moins de 3 h dans le cas d'un réchauffage uniquement en période nocturne ;
- en moins de 1,5 h dans les autres cas.

Il exige par ailleurs la présence d'un appoint dimensionné pour couvrir à lui seul les besoins d'ECS journaliers.

#### ● Dimensionnement du volume tampon.

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

Une méthode calculatoire permet de déterminer le volume tampon en fonction des caractéristiques fournies par le fabricant. Le calcul est décrit en annexe B de la NF DTU 65.16 P1-1.

### CONSEILS



Si cette information n'est pas présente, il est recommandé d'avoir un temps minimal de fonctionnement de 6 minutes. Pour faciliter le dimensionnement, les tableaux ci-dessous permettent de sélectionner le volume nécessaire en fonction de la puissance et de la régulation du compresseur (TOR ou INVERTER).

	Puissance calorifique (kW) de la PAC				
		5	10	15	20
Volume en eau de l'installation (l)	20	105	230	360	480
	40	85	210	340	460
	60	65	190	320	440
	80	45	170	300	420
	100	25	150	280	400
	120	5	130	260	380
	140		110	240	360
	160		90	220	340

**TABLEAU 15** Dimensionnement volume tampon - PAC TOR

Pré-détermination de la contenance du volume tampon pour une PAC tout ou rien (aux conditions de 7°C de température d'air et de 35°C de température d'eau) en fonction du volume d'eau de l'installation.

	Puissance calorifique (kW) de la PAC				
		5	10	15	20
Volume en eau de l'installation (l)	20	20	55	90	130
	40		35	70	110
	60		15	50	90
	80			30	70
	100			10	50
	120				30
	140				10
	160				

**TABLEAU 16** Dimensionnement volume tampon - PAC INVERTER

Pré-détermination de la contenance du volume tampon pour une PAC Inverter (aux conditions de 7°C de température d'air et de 35°C de température d'eau) en fonction du volume d'eau de l'installation.

7

5

## REPLACEMENT PAR UNE CHAUDIÈRE GRANULÉ

### 7.5.1 RÉNOVATION PAR UNE CHAUDIÈRE À GRANULÉS, TOUJOURS POSSIBLE ?

La chaudière granulés remplit les mêmes fonctions que l'ancienne chaudière fioul. Elle peut être :

- simple service (production de chauffage uniquement) ou double service (production de chauffage et d'ECS) ;
- à circuit de combustion étanche (type C) ou non étanche (type B) ;

- raccordée à tout type d'émetteurs (plancher chauffant, radiateurs HT ou BT) ;
- Au delà de toute notion de thermique et d'hydraulique, la rénovation d'une installation de chauffage à eau chaude par une chaudière à granulés peut s'avérer très difficile sur certaines maisons individuelles. Il convient donc pour l'installateur de s'interroger de 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 de granulés 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'hydraccumulation si requis) ;

## 7.5.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR CHAUDIÈRE GRANULÉS

### QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

- S'assurer d'une bonne livraison de granulé (en vrac).

#### COMMENT FAIRE



La production de granulés est une production locale, à circuits courts. Généralement, le combustible ne fait pas plus de 200 km pour chauffer le lieu d'habitation, un distributeur se trouvant 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 la fragilité du granulé durant l'opération de remplissage du silo.

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.

- Disposer d'un silo de stockage adapté ;

#### COMMENT FAIRE



Les granulés peuvent être stockés dans un silo enterré ou installé dans un local. Il peut être textile ("clés en main") ou être réalisé sur mesure (pièce de réserve maçonnée ou à ossature bois).

- en assurant au livreur un bon accès au silo de stockage (élagage des arbres, obstacles, stationnement de véhicules gênant, route d'accès à l'habitation, sol fragile ...) et un accès aux bouches de remplissage ;

#### CONSEILS



Quelques contraintes de livraison : dimensions (par exemple : longueur de 9 m, hauteur de 4 m et largeur de 3 m) et charge (jusqu'à 32 tonnes) du camion.

- en limitant la distance maximale entre le point de livraison et le silo de stockage à 20 mètres linéaires (sauf cas particuliers à valider avec le livreur) tout en demeurant le plus près possible de la chaudière ;

#### CONSEILS



Plus il y a de distance et de coudes, plus les granulés peuvent se détériorer et ainsi créer des particules qui obstrueront le système de transfert de granulés jusqu'à la chaudière.

## ATTENTION



L'emplacement du générateur doit être choisi de manière à minimiser la distance avec le local de stockage des granulés. La distance maximale admissible entre les deux dépend des caractéristiques du système d'extraction et de convoyage des granulés. 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, permettant de préférence un an d'autonomie.

## CONSEILS



Par exemple, une surface au sol moyenne de 6 m<sup>2</sup> (avec une hauteur sous plafond suffisante) est à prévoir dans le cas d'une chaudière avec réserve à chargement automatique. Le silo stocke généralement la quantité de granulés nécessaire pour une année de chauffage.

- Justifier d'un local technique de taille suffisante. Les dimensions de ce local doivent être suffisantes pour accueillir la chaudière 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 à granulés 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.

- Vérifier le système d'évacuation des produits de combustion. Si un conduit existant est déjà en place, une vérification de sa conformité s'impose pour savoir s'il est réutilisable avec le nouvel appareil fonctionnant aux granulés. 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 (à circuit de combustion étanche notamment). La réhabilitation des conduits existants est abordée au chapitre 8.2 de cet ouvrage. Pour les installations de chaudières à granulés de bois, le conduit de fumées doit répondre aux exigences indiquées dans le ci-après :

Classe de température	Classe de pression	Classe de résistance à la condensation	Classe de résistance à la corrosion	Classe de résistance au feu de cheminée
$T_{xxx} \geq T_w$ (avec un mini de T300)	N1 (Tirage naturel)	W (Résistant)	Classe 2	G (Résistant)

$T_{xxx}$  : Température maximale admissible dans le conduit

$T_w$  : Température des fumées en fonctionnement nominal de la chaudière à granulés (donnée constructeur)

**TABLEAU 17** Exigences vis-à-vis du conduit de fumée pour une installation de chaudière à granulés de bois

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

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

- Privilégier un combustible granulé de qualité.
- Les paramètres liés aux combustibles ont un impact équivalent voire supérieur à la technologie de l'appareil sur les performances (rendement, émissions de poussière, mo-

noxyde 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.

Utiliser un combustible de qualité permet de prolonger la vie de l'appareil de chauffage et du conduit de fumée. Il

facilite l'entretien (pas d'encrassement, peu de cendres...), améliore la sécurité (faible risque de bistrage...) et optimise le confort (allumage facile, montée en température rapide, ...).

#### ATTENTION



Il est primordial d'exiger de son fournisseur un granulé de bois dont la qualité est certifiée (ENplus®, NF Biocombustibles Solides et DINplus). Aujourd'hui, plus de 97 % de la production française est certifiée.

#### CONSEILS



La plupart des notices d'utilisation de chaudières ou de poêles exigent l'usage de granulés certifiés. En cas de litige sur une installation, la garantie du constructeur peut ne pas fonctionner si le granulé utilisé n'est pas certifié.

##### ● 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 à l'intérieur de l'habitation ;
- 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

L'amenée d'air comburant est indispensable au bon fonctionnement de l'appareil. Pour les appareils non étanches dont l'évacuation des produits de combustion est verticale et la position du débouché conforme à l'article 18 de l'arrêté du 22 octobre 1969, l'amenée d'air peut être prélevée :

- par orifice dans une paroi donnant sur l'extérieur ou sur une zone ventilée en permanence sur l'extérieur ;
- par conduit d'air raccordé à l'appareil donnant sur l'extérieur (cas des installations à circuit de combustion étanche) ou sur une zone ventilée en permanence sur l'extérieur.

Pour les appareils à circuit de combustion étanche (titulaire d'un avis technique ou d'un Document Technique

d'Application), l'amenée d'air provient exclusivement de l'extérieur et peut être prélevée :

- dans l'espace annulaire d'un conduit concentrique ou d'un conduit de fumée existant tubé ;
- par l'intermédiaire d'un conduit et d'un terminal indépendant donnant directement sur l'extérieur et situé en façade.

##### ● Identifier le besoin d'un ballon d'hydroaccumulation et le dimensionner le cas échéant

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. Si en été la puissance de chauffe utile et permanente est de moins de 10 kW pour les chaudières de moins de 50 kW, ou 22 kW pour les chaudières de plus de 50 kW, l'installation d'un ballon d'hydroaccumulation est nécessaire pour des raisons de rendement.

Certaines chaudières automatiques nécessitent un volume d'hydroaccumulation :

- chaudières non-modulantes ou peu modulantes ;
- chaudières modulantes mais surdimensionnées ;
- chaudières raccordées à un plancher chauffant.

## ATTENTION



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

En présence d'un ballon d'hydro-accumulation, la production d'ECS peut être réalisée :

- par bain-marie dans le ballon d'hydro-accumulation. Dans ce cas, la pose d'un mitigeur thermostatique est indispensable. Dans le cas de plusieurs ballons en série, placer le bain marie dans le premier ballon d'hydro-accumulation
- par un départ dédié en sortie du ballon d'hydro-accumulation avec un circulateur ECS permettant la charge d'un préparateur indépendant
  - par un préparateur (instantané) avec un échangeur à plaques raccordé au départ du ballon d'hydro-accumulation sur deux piquages dédiés

- Adopter une régulation en fonction de l'extérieur  
Il est fortement recommandé de privilégier une régulation en fonction de la température extérieure  
Une régulation en fonction de la température extérieure agit sur la vanne à trois voies au départ du circuit du circuit de chauffage et règle la température d'eau alimentant le circuit de chauffage en fonction de la température extérieure.

## COMMENT FAIRE



Pour les chaudières à granulés 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.

## 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 leur sensible des fumées et par imbrûlés gazeux
- une augmentation des émissions polluantes
- Quelle puissance de chaudière ?  
La puissance installée doit être égale ou légèrement supérieure aux déperditions. La plage de modulation est ainsi exploitée au maximum. Pour dimensionner une installation au bois, il est conseillé de suivre les recommandations suivantes :

Puissance chaudière	100% des déperditions
Ballon hydro-accumulation	Si nécessaire, en première approche, le volume du ballon d'hydro-accumulation se sélectionne : <b>Volume ballon = 30 [l/kW puissance chaudière]</b>

**TABLEAU 18** Dimensionnement chaudière à granulés

- Quel volume de ballon d'hydro-accumulation ?

## ATTENTION



Il convient de respecter les recommandations du fabricant de la chaudière pour dimensionner le ballon hydro-accumulation.

En l'absence de recommandations, il est possible de se reporter à la règle décrite ci-après.  
La capacité du ballon d'hydro-accumulation est déterminée en première approche par la capacité de modulation de la chaudière à granulés. Le volume minimal du ballon est défini comme suit :

$$V_{\text{ballon}} = 50 \times P_{\text{nominale}} \times F_{\text{modulation}}$$

Avec  $V_{\text{ballon}}$  : le volume minimal du ballon hydro-accumulation en [L]

$P_{\text{nominale}}$  : la puissance nominale de la chaudière en [kW]

$F_{\text{modulation}}$  : le facteur de modulation de puissance de la chaudière

7

6

## REPLACEMENT PAR LE FIOUL

### 7.6.1 RÉNOVATION PAR DU FIOUL, TOUJOURS POSSIBLE ?

Au moment de la rédaction de ce présent guide, un projet de décret est en consultation publique. Ce texte a pour objectif de limiter l'utilisation de combustibles provoquant de fortes émissions de gaz à effets de serre. Cette phase de consultation peut aboutir à des ajustements, modifications, c'est pourquoi il n'est pas possible de décrire précisément le contenu.

Toutefois, il est fort probable que la nature des informations ci-dessous soient conservées :

- Un seuil d'émission ( $g_{CO_2eq} / kWh \text{ PCI}$ ) maximal à respecter pour l'installation d'un nouveau générateur per-

mettant la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ;

- Le seuil proposé actuellement interdit l'installation d'un nouveau générateur fonctionnant uniquement au fioul domestique d'origine fossile ;
- En cas d'impossibilité technique justifiée par l'installateur, il sera autorisé de ne pas respecter la limite ci-dessus ;
- L'entrée en vigueur de ce texte se fera en deux temps : en premier pour les bâtiments neufs, ensuite pour les bâtiments existants.

### 7.6.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR BIO-CARBURANT

#### COMMENT FAIRE



Le biofioul est un fioul dans lequel est incorporé des biocarburants, à base d'ester de colza. Seul le biofioul contenant 5 à 7% de bioliquide à base de colza est actuellement disponible sur le marché. La filière travaille actuellement sur le biofioul F10 et F30, composé respectivement à 10% et 30% d'ester de colza.

Les chaudières au fioul les plus récentes sont adaptées au biofioul F10.

#### ATTENTION



Les émissions du biofioul F10 sont trop élevées pour respecter le seuil de  $250 g_{CO_2eq}/kWh \text{ PCI}$ .

Pour le biofioul F30, un changement de brûleur compatible à ce type de produit doit être réalisé.

#### ATTENTION



Pour les chaudières plus anciennes, l'utilisation du fioul bio pourrait nécessiter le changement de la chaudière par une entièrement compatible à un carburant bio.

## COMMENT FAIRE



En plus du changement de brûleur, il est à noter qu'il faudra également nettoyer la cuve de fioul existante avant qu'elle ne reçoive le biocarburant.

Cette opération impose une bonne connaissance du brûleur retenu et de la chaudière existante. On donne ici la procédure permettant de sélectionner un brûleur :

- déterminer la puissance du brûleur, fonction puissance chaudière et du rendement chaudière ;

- déterminer le brûleur adapté, fonction de la puissance brûleur, de la pression foyer de la chaudière et de la courbe caractéristique du brûleur.

## ATTENTION



Il est fortement recommandé de s'adresser au fabricant du brûleur.

### 7.6.3 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR PAC HYBRIDE FIOUL

## COMMENT FAIRE



Un produit hybride se compose d'une PAC et d'un brûleur. Il doit également inclure une régulation intelligente pilotant les deux systèmes selon leurs performances. Une PAC avec relève de chaudière n'est pas un système hybride.

Un générateur hybride fioul comprend :

- une chaudière fonctionnant au fioul ;
- une pompe à chaleur air extérieur/eau (électrique) de petite puissance ;
- l'équipement hydraulique associé permettant l'échange thermique entre la PAC et la chaudière pouvant être intégré ou non à la chaudière) ;
- une régulation pilotant l'ensemble et gérant la mise en marche et l'arrêt des deux générateurs.

Il permet d'assurer la production de chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

La régulation gère le fonctionnement des deux générateurs pour assurer en permanence la performance globale optimale selon le critère de régulation choisi ;

- Les points de vigilance pour l'installation, la performance et le dimensionnement du système sont similaires d'une PAC hybride gaz.

# 8

## SOLUTIONS DE RENOVIATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

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

8

1

### 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.

#### COMMENT FAIRE



Ce couplage repose sur la possibilité de piloter la chaudière fioul à partir d'un signal extérieur, comme un signal ON/OFF. La régulation peut être gérée par le régulateur intégré à la pompe à chaleur ou par un régulateur externe.

#### 8.1.1 RÉNOVIATION 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 couvrait 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 7.4)

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  $-5^{\circ}\text{C}$  et  $5^{\circ}\text{C}$ .

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 :

- $T^{\circ}$  extérieure  $>$   $T^{\circ}$  d'équilibre  $\rightarrow$  la pompe à chaleur fonctionne
- $T^{\circ}$  extérieure  $<$   $T^{\circ}$  d'équilibre  $\rightarrow$  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 :

- $T^{\circ}$  extérieure  $>$   $T^{\circ}$  d'équilibre  $\rightarrow$  PAC seule ;
- $T^{\circ}$  d'arrêt  $<$   $T^{\circ}$  extérieure  $<$   $T^{\circ}$  d'équilibre  $\rightarrow$  chaudière + PAC ;
- $T^{\circ}$  extérieure  $<$   $T^{\circ}$  d'arrêt  $\rightarrow$  chaudière seule.

## 8.1.2 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 éventuels 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 alternantif 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 ;

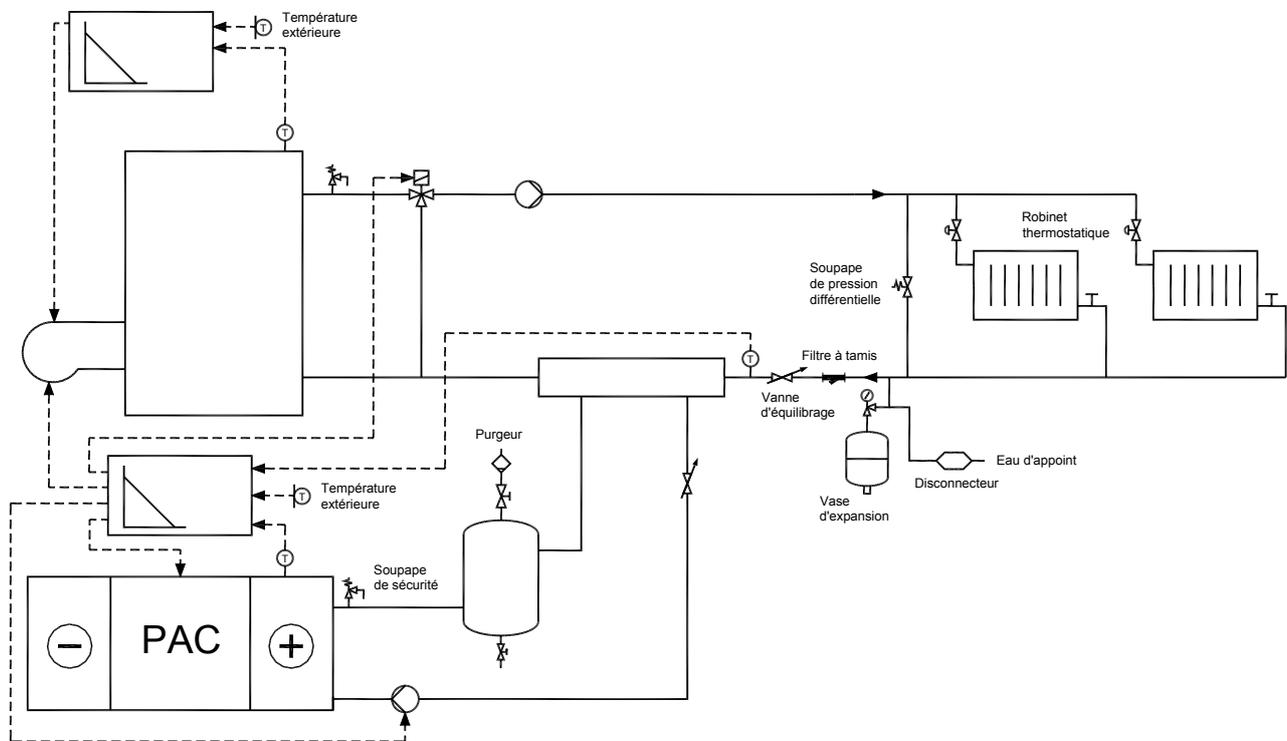


FIGURE 11 Schéma hydraulique - fonctionnement alterné

- 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.

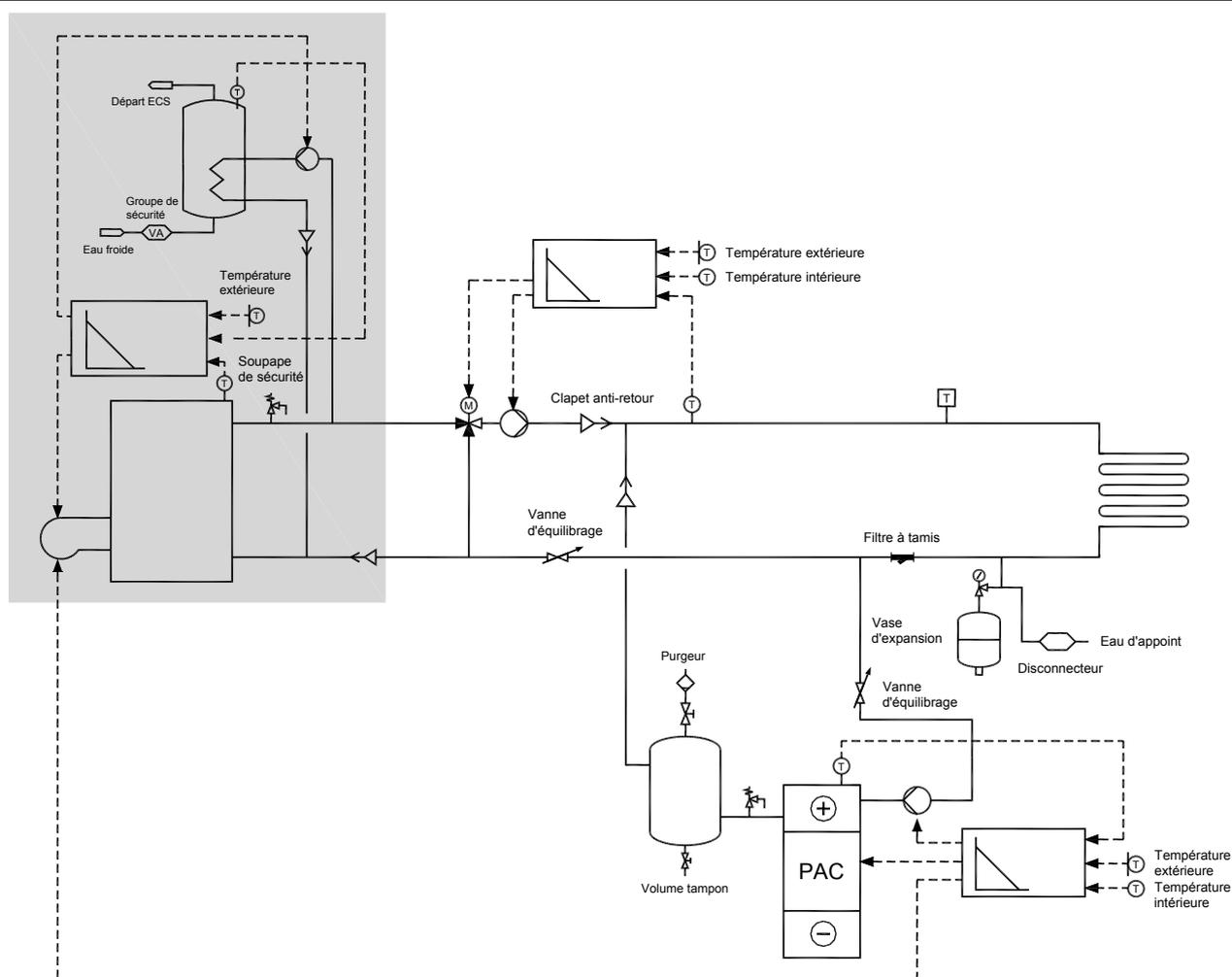


FIGURE 12 Schéma hydraulique - fonctionnement simultané

#### 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.

Règle de dimensionnement	
La puissance de la pompe à chaleur	Le dimensionnement de la puissance calorifique de la pompe à chaleur est réalisé par l'installateur selon les critères techniques et économiques liés à l'installation.
La puissance de la chaudière	La puissance de la chaudière doit respecter : Puissance chaudière = 120% des déperditions

**TABLEAU 19** Dimensionnement pompe à chaleur en relève de chaudière

8

2

## CHAUDIÈRE EXISTANTE EN RELÈVE D'UN APPAREIL À BOUILLEUR À GRANULÉS

Les appareils avec bouilleur (aussi appelés insert ou poêle « hydro ») sont des appareils indépendants (à bûches ou à granulés). Ils sont installés dans la pièce à vivre (volume chauffé et ventilé). Contrairement aux appareils « secs » (où la totalité de la puissance est transmise par convec-

tion et rayonnement), ils sont équipés d'un échangeur hydraulique permettant aussi l'alimentation en eau chaude d'un réseau de chauffage (radiateurs, plancher chauffant) et/ou d'eau chaude sanitaire.

### COMMENT FAIRE



Pour les appareils fonctionnant aux bûches, la puissance disponible sur la partie hydraulique est, en moyenne, de 60 % (40 % de la puissance est transmise par convection et rayonnement). Pour les appareils fonctionnant aux granulés, cette puissance est plus élevée et est de l'ordre de 80 % (seulement 20 % de la puissance est transmise par convection et rayonnement). Les appareils sont conçus en intégrant ces clés de répartition dès leur fabrication. Le choix de l'appareil se fera donc une fois les besoins précisément définis (et non l'inverse).

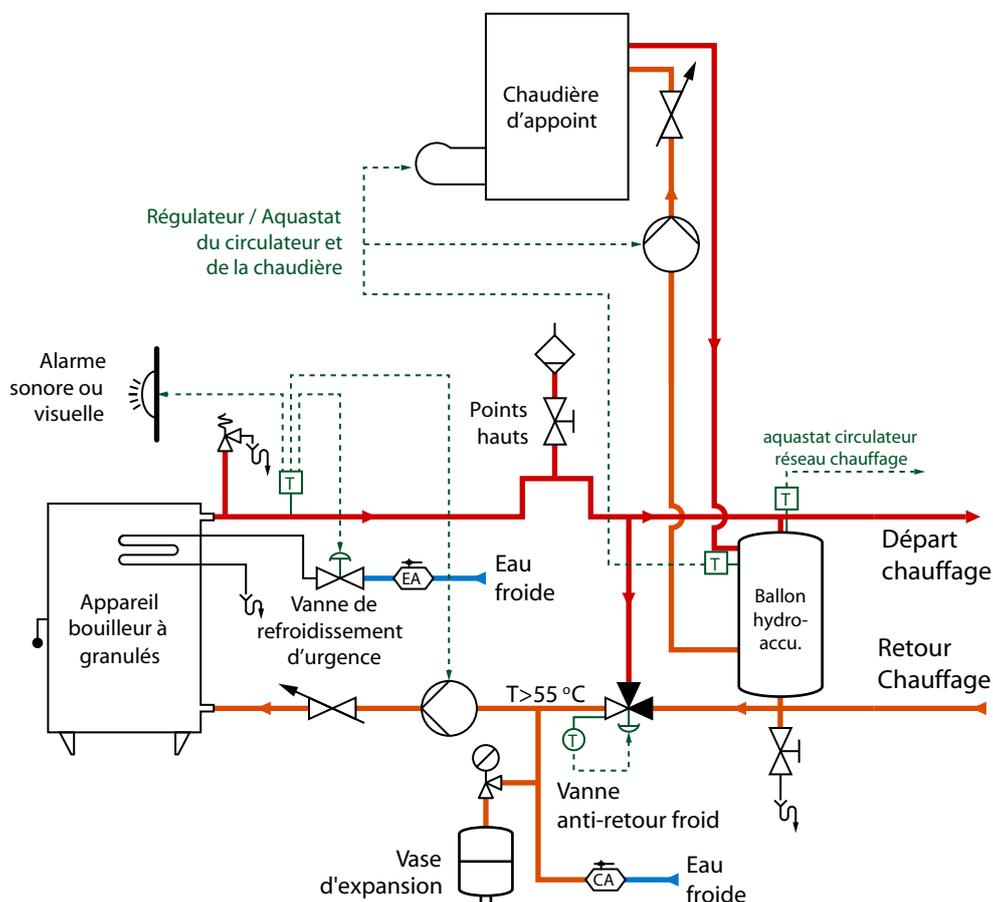
L'appareil bouilleur est associé à la chaudière existante qui assure l'appoint. On donne ci-dessous un exemple de raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de

chauffage avec ballon d'hydroaccumulation (si requis) et relève par une chaudière d'appoint. Elle est pilotée par un aquastat placé en haut du ballon.

### COMMENT FAIRE



Le préchauffage de l'eau chaude sanitaire peut être réalisé de différente manière : par bain marie dans le ballon d'hydroaccumulation ou indépendamment par un ballon de stockage séparé notamment.



**FIGURE 13** Appareil bouilleur à granulés avec ballon d'hydro-accumulation 2 piquages avec chaudière en relèvement

Il est possible de gérer deux consignes sur l'appareil : la consigne de température d'eau au départ de l'appareil et la consigne d'ambiance mesurée par un thermostat dans la pièce d'installation.

Le régulateur gère automatiquement l'enclenchement du circulateur de chauffage et des ventilateurs (coté

combustion et coté convection d'air chaud). En général, la priorité de la régulation intégrée est donnée à l'atteinte de la consigne en eau avant de gérer l'atteinte de la consigne en air de la pièce.

#### CONSEILS



Certains régulateurs permettent la gestion de loi d'eau sur un réseau de distribution, le pilotage d'électrovanne externe ou de vanne à trois voies, la gestion des réduits de chauffage (horloge) et des chargements de ballon ECS (mode « anti-légionnelles »).

## 8.2.1 RÉNOVATION PAR UN APPAREIL BOUILLEUR A GRANULÉS AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE, TOUJOURS POSSIBLE ?

L'intégration d'un appareil bouilleur à une installation de chauffage existante est généralement possible. Néanmoins, certaines difficultés peuvent être rencontrées notamment vis-à-vis de l'usage souhaité de l'appareil.

### POUR UNE PRODUCTION D'ECS SEULE ?

L'installation permettant d'assurer uniquement la production d'ECS n'est pas recommandée. Elle peut engendrer des mises en sécurité fréquentes sur le matériel. Le circuit doit en effet pouvoir dissiper l'énergie produite en permanence, délicat

si aucun puisage n'est réalisé pendant une longue période. Il reste préférable de réaliser une production de chauffage en plus de l'ECS afin de libérer à tout moment l'excédent de chaleur.

#### ATTENTION



Il est recommandé de réaliser une production de chauffage en plus de l'ECS afin de libérer à tout moment l'excédent de chaleur.

#### POUR UNE PRODUCTION D'ECS ET DE CHAUFFAGE ET D'ECS SANS BALLON D'HYDROACCUMULATION ?

Il est déconseillé d'assurer la production d'eau chaude sanitaire sans hydro-accumulation. Elle est réalisée dans

ce cas indépendamment (par une autre chaudière si bi-énergie, par un préparateur électrique).

#### POUR UNE PRODUCTION AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE ?

Une relève par une chaudière d'appoint peut être proposée. Il est néanmoins préférable d'éviter ce type de fonctionnement et d'installation. S'il est bien dimensionné, l'appareil à granulés peut souvent être choisi pour irriguer

tout le réseau (comme une chaudière). La forte puissance transmise à l'eau par rapport à celle transmise à l'air permet généralement ce choix.

#### CONSEILS



Sans chaudière en relève, le bouilleur suffit à chauffer la maison (sans provoquer de surchauffe dans la pièce d'installation) ou il existe un système de chauffage complémentaire (radiateurs électriques notamment)

## 8.2.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR UN APPAREIL BOUILLEUR AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE

### QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

#### ATTENTION



Certains appareils équipés d'un bouilleur ne sont pas prévus pour être installés sur un réseau fermé en raison des pressions plus élevées de fonctionnement. Il est donc important que l'installateur choisisse judicieusement l'appareil avant toute installation. Ce point est absolument fondamental en raison des risques encourus par l'utilisation d'installations sous pression à eau chaude dans des lieux de séjours.

- Disposer d'une zone de stockage adaptée pour le combustible ;
- Disposer d'une alimentation électrique à proximité de l'appareil ;
- Justifier d'un emplacement adapté au futur appareil (distances de sécurité suffisantes par rapport aux ma-

tériaux combustibles, possibilité de mettre en place les tuyauteries pour raccorder le bouilleur à l'installation de chauffage, pour évacuer aux égouts les rejets de la soupape de sécurité, pour raccorder l'échangeur de sécurité du bouilleur à bûches).

#### COMMENT FAIRE



Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de l'appareil.

- S'assurer que l'installation du ballon d'hydro-accumulation (si recommandé), en dérivation entre l'appareil et le réseau de chauffage, est envisageable ;
- Vérifier la proximité et les caractéristiques du système d'évacuation des produits de combustion ; L'appareil bouilleur peut disposer de son propre système d'évacuation (par exemple, une ventouse) ou être raccordé sur le conduit de fumée existant (lui-même raccordé à la chaudière existante). Dans ce dernier cas :
  - les deux générateurs ne peuvent pas fonctionner en simultané sauf à justifier de plusieurs tubes dans le conduit de fumée existant (si sa section le permet) ;
  - les deux générateurs peuvent fonctionner en alternatif sous réserve d'utiliser un dispositif (sous Avis Technique) permettant l'arrêt de l'un des générateurs lorsque l'autre fonctionne et sous réserve que le conduit de fumée soit compatible avec les produits de combustion des deux appareils.
- Sans hydro-accumulation, préserver des robinets manuels sur les radiateurs (radiateurs de la salle d'eau par exemple) pour pouvoir dissiper un minimum d'énergie ;
- Il est impératif d'assurer des retours chauds à l'appareil (supérieurs à 60°C) en installant une vanne à trois voies thermostatique (régule le débit d'eau de recyclage de façon à assurer des retours supérieurs à 60°C) ou électromécanique (une sonde de température sur le retour bouilleur pilote le moteur de la vanne à trois voies). La voie commune de la vanne trois voies est installée à l'aspiration du circulateur. Le dispositif anti-retour froid peut être directement intégré dans l'appareil (bipasse ou vanne de mélange) avec un circulateur intégré.

#### ATTENTION



Il convient de se référer aux prescriptions du fabricant et à sa condition de garantie.

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

Les règles générales pour optimiser le fonctionnement d'un appareil indépendant avec bouilleur sont les similaires à celles explicitées pour les chaudières. 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.

#### CONSEILS



La mise en œuvre d'un ballon d'hydro-accumulation est recommandée. Il permet un fonctionnement de l'installation optimal en mi-saison, lorsque le réseau de distribution est peu utilisé. L'appareil peut alors fonctionner sur sa partie « air » plus longtemps sans risquer de se mettre intempestivement en « arrêt » lorsqu'il atteint prématurément sa consigne sur l'eau.

Aussi et à la différence d'une chaudière à granulés, un appareil bouilleur est installé dans une zone ventilée. En présence d'un système d'extraction d'air mécanisée ou d'un appareil fonctionnant en tirage naturel, une attention

particulière doit être portée sur une éventuelle interaction avec le fonctionnement de l'appareil bouilleur. Il est dans ce cas recommandé de privilégier une amenée d'air directe par conduit d'air raccordé à l'appareil.

#### QUES POINTS DE VIGILANCE POUR LE DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION ?

	Règle de dimensionnement
Volume du ballon d'hydro-accumulation (si requis)	Volume ballon [l] = 50 x Puissance de l'appareil sur l'eau x Facteur de modulation de l'appareil Exemple : un bouilleur de 10 kW de puissance sur l'eau permet le chauffage d'une maison par un réseau de radiateurs. La modulation de l'appareil est de 30%. Le volume du ballon d'hydro-accumulation est alors de 150 litres.
Puissance poêle bouilleur	Puissance sur l'air de l'appareil = Déperdition de la zone(*) où est installé l'appareil (*) pièce où est installé l'appareil et zones ouvertes sur cette pièce

**TABLEAU 20** Dimensionnement appareil à granulés bouilleur avec relève par la chaudière existante

## ATTENTION



Une puissance d'appareil trop élevée peut entraîner une surchauffe de la pièce où se situe l'appareil et de ce fait un inconfort thermique pour l'utilisateur. La puissance de rayonnement de l'appareil ne doit pas être trop élevée pour un meilleur fonctionnement et devrait être au plus égale aux déperditions totales de la zone où est installé l'appareil.

Pour déterminer la puissance d'un appareil avec bouilleur, il est recommandé de :

- calculer la puissance nécessaire permettant de chauffer la zone où est installé l'appareil (pièce où est installé l'appareil et zones ouvertes sur cette pièce) ;
- déterminer la puissance récupérée par le bouilleur, fonction du nombre d'émetteurs pouvant être raccordés au bouilleur de l'appareil ;
- choisir un appareil disposant de la puissance cumulée.

8

3

## CHAUDIÈRE EXISTANTE EN RELÈVE D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE SOLAIRE (SSC)

Le système solaire est associé à la chaudière existante qui assure l'appoint. Il participe, en partie, à la couverture des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire de l'habitation. Il peut être :

- à charge directe : l'énergie solaire produite alimente à la fois l'échangeur en partie basse du ballon d'ECS et le réseau de chauffage existant. La chaudière existante apporte l'appoint en partie haute du ballon d'ECS et au réseau de chauffage (en parallèle du solaire).

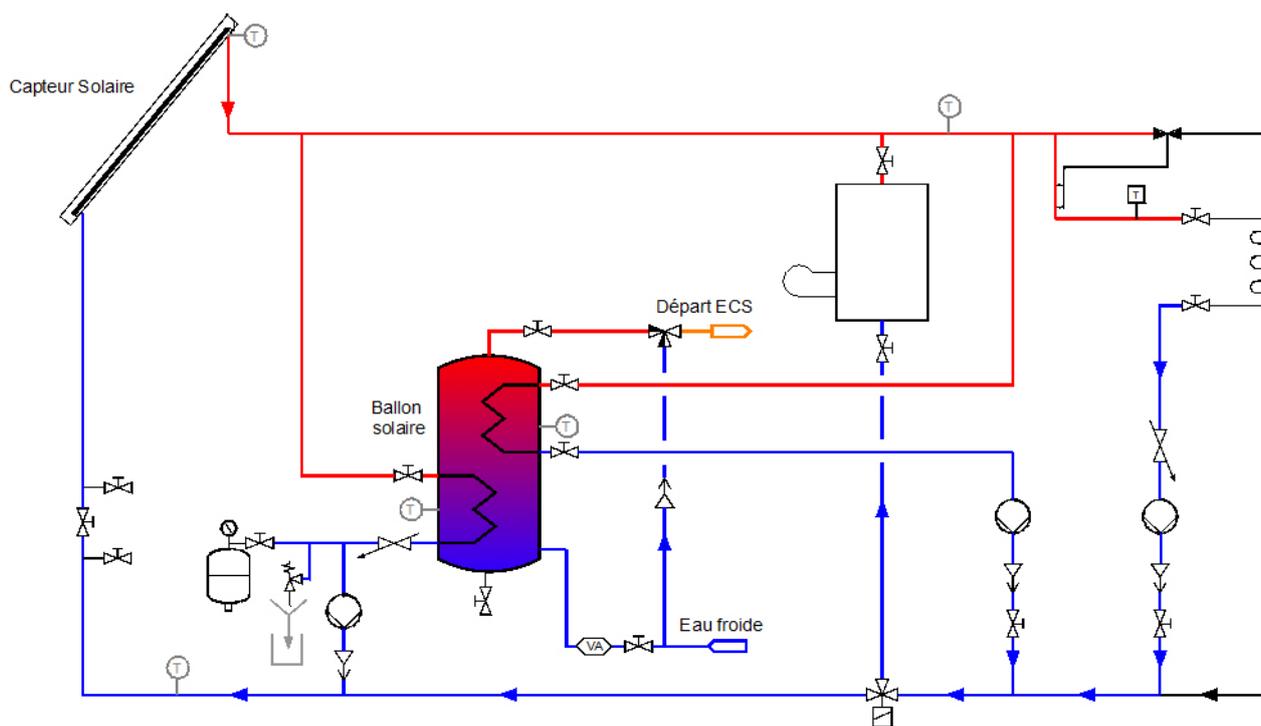


FIGURE 4 Schéma hydraulique et de régulation SSC à charge directe et indirecte

## ATTENTION



Un système solaire combiné à charge directe doit être strictement conforme aux préconisations du fabricant.

- à charge indirecte : l'énergie solaire produite est accumulée dans un ballon de stockage (intégrant ou non l'ECS) avant d'alimenter la chaudière existante (raccor-

dement série ou réchauffage des retours) ou le réseau de chauffage existant (raccordement mixte ou maintien en température du haut du ballon de stockage)

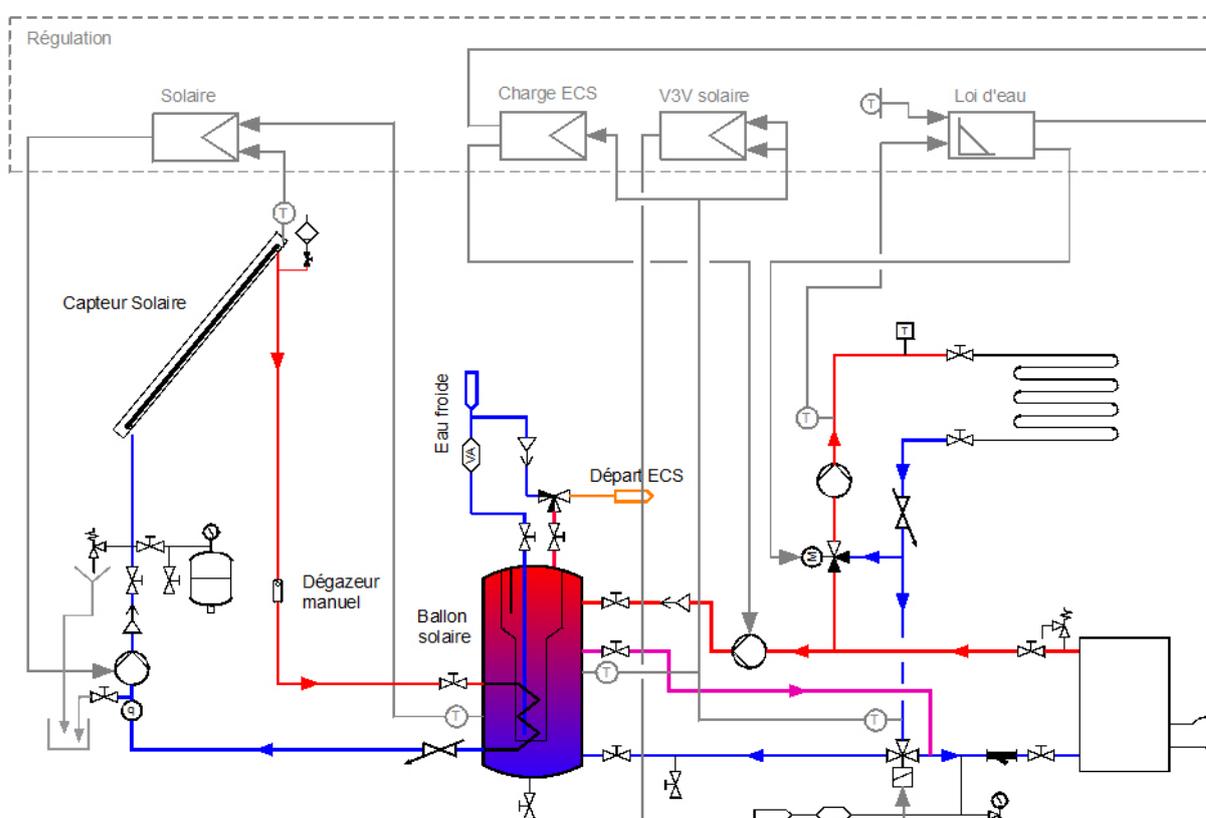


FIGURE 15 Schéma hydraulique et de régulation SSC raccordement en série

### 8.3.1 RÉNOVATION PAR UN SSC AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE, TOUJOURS POSSIBLE ?

Au delà de toute notion de thermique et d'hydraulique, l'intégration d'un système solaire à une installation de chauffage existante peut s'avérer difficile (mais rarement impossible) sur certaines maisons individuelles.

Ces difficultés peuvent être liées à :

- l'état de la toiture et de la charpente, dans le cas d'une mise en œuvre des capteurs en toiture notamment ;
- l'encombrement du ballon de stockage solaire, notamment pour les systèmes à charge indirecte.

- l'implantation des capteurs solaires (surface disponible suffisante et optimale) ;

## COMMENT FAIRE



Certaines contraintes peuvent rendre difficile la mise en place d'un SSC, d'autres peuvent influencer le choix d'une solution de chauffage solaire particulière (par exemple, la présence d'une piscine ou des besoins d'ECS importants).

Particulièrement dans l'existant, une analyse précise des caractéristiques de l'installation de chauffage et d'eau chaude sanitaire en place est essentielle afin de proposer une solution solaire optimale.

### 8.3.2 CONDITIONS TECHNIQUES D'UNE RÉNOVATION PAR SSC AVEC CHAUDIÈRE EN RELÈVE

#### QUELS POINTS DE VIGILANCE POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ?

- Posséder une surface suffisante et optimale pour l'implantation des capteurs tout en justifiant :
  - d'une bonne orientation (plein Sud de préférence jusqu'à +/- 45° par rapport au Sud) ;
  - d'un emplacement sans effet de masque ;
  - d'une forte inclinaison permettant de limiter la récupération solaire en période estivale (où seuls les besoins d'ECS sont à couvrir).

## CONSEILS



Si le projet impose, pour des aspects architecturaux ou de pente de toit notamment, une inclinaison des capteurs plus faible que 45°, une étude doit être fournie. Elle précise l'impact d'un tel choix sur la production solaire et sur les surchauffes engendrées.

## ATTENTION



Les capteurs et les raccordements du circuit primaire peuvent atteindre des températures élevées. Quand l'installation est accessible à des personnes non autorisées, ces températures peuvent représenter un risque de brûlures.

- Vérifier l'état de la toiture et de la charpente (avant d'accéder au toit). Il est indispensable de vérifier la planéité du support sur lequel seront posés les capteurs. La présence de chevrons irréguliers ou du flambage d'un élément porteur nécessitera un calage (à l'aide de matériaux compatibles avec ceux existants sur la charpente). Il peut être également nécessaire de réaliser un chevêtre pour assurer une bonne assise aux capteurs et aux éléments d'étanchéité.

## ATTENTION



La réalisation d'un chevêtre et le renforcement de la structure porteuse nécessitent les compétences d'un charpentier et le respect de règles professionnelles.

## COMMENT FAIRE



Les travaux en hauteur nécessitent le respect des règles de sécurité (utilisation de nacelle, échafaudage, ...). Dans l'habitat existant, la mise en œuvre du SSC est rarement conjointe à un autre corps d'état, ce qui implique que l'entreprise doit assurer seule tous les aspects de la sécurisation du chantier.

- Posséder un emplacement suffisant pour recevoir :
  - le ballon de stockage solaire (et éventuellement d'ECS), dans le cas d'un système à charge indirecte : emprise au sol, hauteur sous plafond, largeur des portes d'accès au local, résistance mécanique des éléments porteurs suffisantes ;
  - le ballon d'ECS dans le cas d'un système à charge directe.
- Étudier les caractéristiques de l'installation de chauffage existante. Pour les maisons déjà équipées d'une distribution hydraulique, un fonctionnement à basse température des émetteurs est à rechercher. Une rénovation thermique permet de baisser les niveaux de température de distribution afin d'être compatible avec ceux requis par le solaire.

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

#### ATTENTION



Il est essentiel de maîtriser la température en entrée des capteurs solaires. En effet, plus cette température est faible, plus le rendement des capteurs est important.

- Maîtriser la température en entrée des capteurs solaires en :
  - dimensionnant au plus proche des besoins ;
  - optimisant le ratio « Volume / Surface de capteurs » ;
  - maîtrisant les débits sur le circuit primaire solaire.

#### CONSEILS



Le débit du circuit primaire solaire est un point clé du bon fonctionnement d'une installation solaire. Le ratio couramment utilisé est de :

- 40 à 70 litres/h.m<sup>2</sup>capteur pour un fonctionnement à haut débit (high-flow) ;
- 15 à 30 litres/h.m<sup>2</sup>capteur pour un fonctionnement à bas débit (low-flow).

- favorisant la stratification au sein du stockage solaire

#### CONSEILS



Le raccordement du stockage solaire doit respecter les différentes zones (ou couches) permettant de stocker de l'énergie à différents niveaux de température

- la plus froide en bas de ballon réservée au solaire
- la plus chaude en haut de ballon pour assurer la production d'eau chaude sanitaire (si cette dernière est prévue et intégrée au ballon solaire)
- l'intermédiaire pour alimenter le(s) circuit(s) de chauffage

- Maîtriser les régimes de température du circuit de chauffage existant en :
  - améliorant thermiquement l'enveloppe de la maison afin d'abaisser les températures du circuit de chauffage
  - piloter systématiquement les circuits de chauffage via une courbe de chauffe afin que tous les circuits soient à basse température en inter saison
  - adapter la hauteur des différents piquages du ballon de stockage aux régimes de température des circuits de production et d'usage
  - adapter la courbe de chauffe du circuit de chauffage existant
- donner priorité au circuit le plus froid si l'installation solaire alimente deux usages (eau chaude sanitaire et chauffage)
- Maîtriser le couplage avec la chaudière existante en relève
 

Par exemple, pour les système à charge indirecte, il est recommandé :

  - un raccordement mixte (ou maintien en température du haut du ballon de stockage) pour les installations avec des circuits de chauffage fonctionnant à basse température ;
  - un raccordement en série (ou réchauffage retour) pour une installation de chauffage, quel que soit le niveau de température des circuits de chauffage.

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

### ATTENTION



Il est recommandé de dimensionner l'installation au plus juste en déterminant avec précision les besoins annuels de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Le dimensionnement d'un système solaire combiné à charge directe doit être strictement conforme aux préconisations du fabricant.

	Règle à suivre
Le nombre de capteur solaire	Il est recommandé de dimensionner l'installation en fonction des besoins annuels de chauffage et d'eau chaude sanitaire, soit : 1 m <sup>2</sup> de capteur solaire pour 1000 kWh de besoins annuels (chauffage + ECS)
Le volume du ballon de stockage solaire	Le ratio « Volume solaire / Surface de capteurs » recommandé utilisé est : 50 à 100 litres/m <sup>2</sup> de capteur Un ratio inférieur à 45 litres/m <sup>2</sup> capteur limite la récupération de l'énergie solaire Un ratio supérieur à 100 litres/m <sup>2</sup> capteurs limite la montée en température du stockage solaire.

TABLEAU 21 Dimensionnement d'un système solaire combiné

Un SSC doit être préconisé une fois que les mesures permettant une diminution des besoins (de chauffage notamment) sont prises, de manière à ce que :

- la disparité entre besoins de chauffage et besoins d'ECS soit la plus faible possible ;

- de baisser les températures de distribution à un niveau compatible avec des performances correctes des capteurs solaires (l'abaissement de la température de départ chauffage et donc du régime est possible et est directement fonction de la surpuissance des émetteurs dans les pièces).

# 8

# 4

## COUPLAGE AUX ENR POUR LA PRODUCTION D'ECS

La production d'eau chaude sanitaire peut être assurée, au moins en partie, par un système utilisant des énergies renouvelables. Ce système est associé à la chaudière existante qui assure l'appoint. Il peut être :

- solaire avec l'intégration d'un chauffe-eau solaire individuel utilisant des capteurs solaires thermiques (CESI) ou hybrides (PV/T) ;

- thermodynamique avec l'intégration d'un chauffe-eau thermodynamique (CET).

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).

### 8.4.1 PRODUCTION D'ECS AVEC UN CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE (CET)

La production d'ECS est dans ce cas assurée par un système autonome. Le chauffage est assuré par une chaudière ou une PAC simple service.

Un CET est une pompe à chaleur dédiée à la production d'ECS. Les deux éléments principaux : la pompe à chaleur et le ballon de stockage sont regroupés dans un seul appareil, appelé chauffe-eau thermodynamique (CET). Il est généralement équipé d'une résistance électrique d'appoint

utilisée lorsque la température au condenseur est trop faible ou lorsqu'une montée en température rapide est nécessaire.

De la même manière que les PAC pour le chauffage, plusieurs typologies de CET existent, dépendant de la source froide sur laquelle est captée l'énergie : principalement sur l'air (extérieur, air ambiant, air extrait) en maison individuelle.



**FIGURE 16** Exemple de chauffe-eau thermodynamique raccordé sur l'air extérieur par des conduits aérauliques

L'intégration d'un CET à une installation existante s'avère rarement difficile en maison individuelle. Néanmoins certaines difficultés peuvent être rencontrées notamment vis-à-vis de du local d'implantation du CET. Il doit en effet :

- justifier d'une surface disponible (et d'une hauteur) suffisante ;
- minimiser les pertes de stockage du ballon d'ECS ;
- intégrer les contraintes acoustiques ;
- permettre d'évacuer les condensats vers le réseau d'évacuation ;
- se situer à la fois à proximité de la source froide et des points de puisage ;
- justifier d'une plage de température adaptée au fonctionnement du CET sélectionné ;
- d'une qualité de l'air aspiré suffisante ;

- disposer d'une ligne d'alimentation électrique spécifique.

Les conditions de fonctionnement ont un impact important sur les performances réelles des chauffe-eau thermodynamiques. Comme pour tout système thermodynamique, les performances d'un CET varient en fonction des températures de source froide et de source chaude, c'est à dire, pour un CET fonctionnant sur l'air, en fonction de la température d'air et de la température d'eau stockée. Il convient d'être vigilant :

- au taux d'utilisation de l'ECS.

Concernant l'influence du profil de puisage, le COP augmente avec l'intensité d'utilisation en ECS. En effet, la température moyenne de l'eau diminue quand augmente les soutirages et la part relative des pertes thermiques est plus faible ;

## CONSEILS



Pour un volume puisé journalier inférieur à 25% de la quantité d'ECS disponible, la dégradation des performances peut atteindre plus de 50%. Il convient donc d'éviter un surdimensionnement du CET et de sélectionner un volume de ballon trop important.

- à la consigne de température de l'ECS  
Concernant la température de consigne, la conséquence d'une augmentation de ce réglage est différente selon les produits (notamment selon la logique de régulation et la température maximale que peut at-

teindre la PAC). Dans le cas le plus défavorable, le CET peut ne fonctionner que sur l'appoint électrique. Les performances obtenues sont alors celles d'un cumulus électrique classique ;

## ATTENTION



Une consigne minimum de 55°C doit être néanmoins recommandée pour limiter le risque de développement de légionelles.

- à la température de la source froide. Concernant l'influence de la température de source froide, le COP diminue logiquement quand la température d'air diminue. La variation de COP est de l'ordre de 0,1 point de COP par degré ;
- au paramétrage du CET pour ajuster la régulation à l'usage du chauffe-eau.

#### CONSEILS



Le cumul de l'asservissement temporel « Heures Creuses / Heures Pleines » et du paramétrage en mode « Thermodynamique » est déconseillé pour garantir la satisfaction du besoin en ECS.

- à la géométrie du réseau aéraulique (si existante). Si la technologie nécessite un réseau aéraulique, il est nécessaire de respecter les recommandations du fabricant (à minima les recommandations de la NF DTU 65.16) pour limiter les pertes de charge, éviter les courts-circuits dans le flux d'air et éviter les nuisances sonores. Cela implique notamment de limiter les longueurs de gaine et le nombre de coudes.

#### COMMENT FAIRE



Les CET étant basés sur un système thermodynamique, la performance sera caractérisée par une notion de « COP ».

### 8.4.2 PRODUCTION D'ECS AVEC UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (CESI)

Le préchauffage du ballon d'ECS est assuré par l'énergie solaire produite par des capteurs solaires thermiques .

#### CONSEILS



L'énergie peut être également produite par des panneaux solaires hybrides (PV/T pour photovoltaïque thermique). Cette technologie permet :

- une production d'électricité d'origine photovoltaïque
- une production de chaleur pouvant être valorisée dans le cadre d'une production d'ECS seule ou d'une production simultanée d'ECS et de chauffage

Un échangeur de chaleur est placé en sous face de cellules photovoltaïques : la mise en circulation d'un liquide permet à la fois d'optimiser la production d'électricité (refroidissement du panneau) et de collecter l'énergie perdue par le module photovoltaïque. Pour le dimensionnement, il faut s'appuyer sur les recommandations des fabricants.

La chaudière vient en appoint pour assurer le complément nécessaire. L'appoint est soit séparé (par ballon avec échangeur hydraulique ou par chaudière instantanée ou micro-accumulation) soit intégré au stockage solaire (à partir de 200 litres).

#### ATTENTION



Quelque soit le système de production solaire installé, un appoint est nécessaire afin de couvrir la totalité des besoins d'ECS.

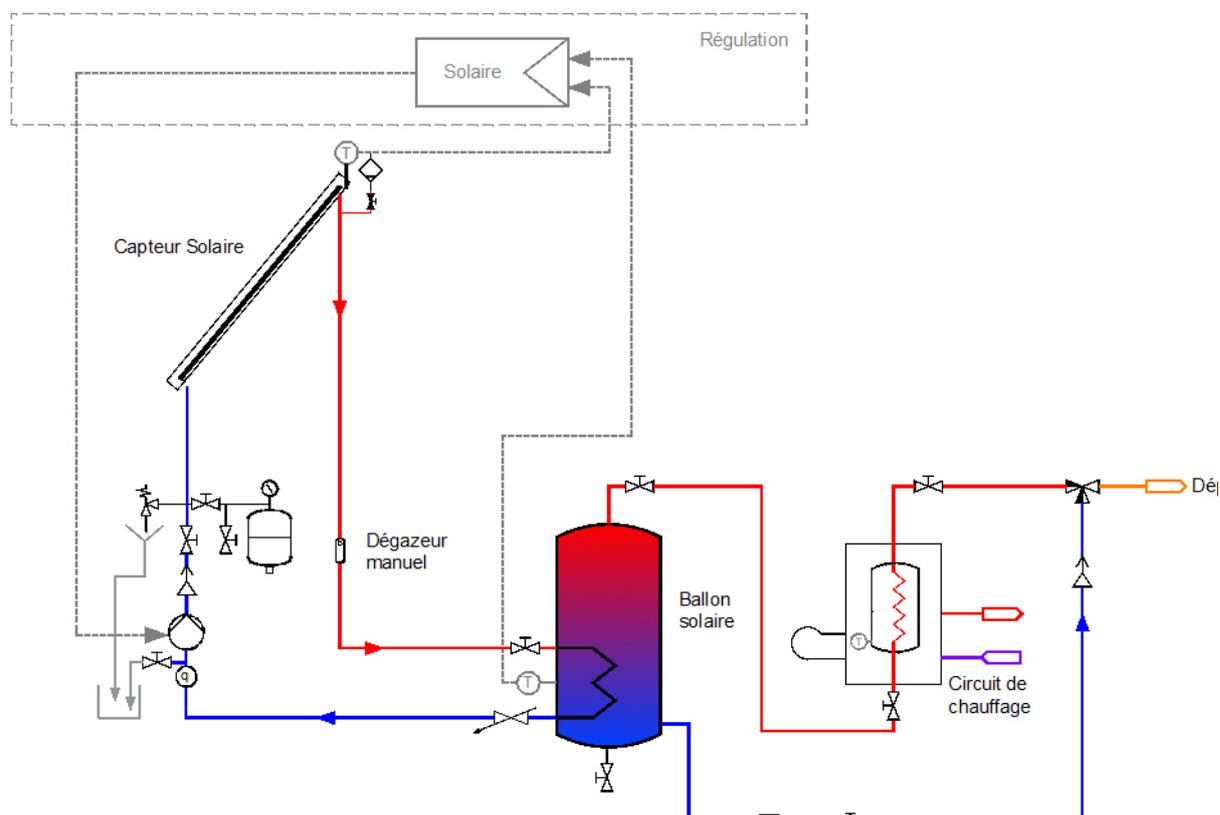


FIGURE 17 Exemple de chauffe-eau solaire avec appoint de type chaudière double service raccordée en série

L'intégration d'un système solaire à une installation existante peut s'avérer difficile (mais rarement impossible) sur certaines maisons individuelles. Ces difficultés peuvent être liées à :

- la surface suffisante et optimale pour la mise en œuvre des capteurs solaires ;
- l'encombrement (notamment la hauteur) du ballon de stockage solaire, notamment pour les systèmes à appoint intégré ;
- l'état de la toiture et de la charpente, dans le cas d'une mise en œuvre des capteurs en toiture notamment.

#### COMMENT FAIRE



Les contraintes d'installation pour un CESI sont plus limitées que celles pour un chauffage solaire : surface de capteurs requise plus faible et peu de restrictions vi-à-vis de leur inclinaison.

Les conditions de fonctionnement ont un impact important sur les performances réelles d'un CESI. Il convient d'être vigilant :

- au taux d'utilisation de l'ECS

Il est recommandé de sélectionner un volume solaire équivalent au volume journalier des besoins ECS, afin de stocker l'énergie solaire captée et de la restituer lorsque l'ensoleillement est insuffisant ;

#### COMMENT FAIRE



Le ratio « Volume / Surface de capteurs » doit être optimisé. Un ratio compris entre 45 et 75 l/m<sup>2</sup> de capteurs (respectivement au Nord et au Sud) doit être recherché.

- au couplage avec la chaudière existante en relève. Toutes les chaudières n'acceptent pas une température trop élevée à leur entrée, d'où la présence de la vanne trois voies qui bipasse la chaudière si la température en sortie du ballon solaire est suffisante.

#### ATTENTION



Compte tenu des niveaux élevés de température que l'eau peut atteindre, un limiteur de température au départ de la distribution est obligatoire.

La température de consigne de l'appoint doit être au plus proche de la température d'eau sanitaire mitigée. Il est préférable de séparer l'appoint du ballon solaire afin d'abaisser la température d'entrée des capteurs et améliorer les performances de l'installation. On définit ce type de ballon, comme un ballon mono-énergie (une seule source d'énergie).

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOMAINE D'APPLICATION</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DÉFINITIONS</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>RÉFÉRENCES</b>	<b>9</b>
	4.1 Références réglementaires	9
	4.2 Références normatives	9
	4.3 Autres documents	10
<b>5</b>	<b>OPTIMISATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE</b>	<b>11</b>
	5.1 Optimisation par réglage de l'installation	11
	5.2 Optimisation par travaux	15
<b>6</b>	<b>SOLUTIONS DE RÉNOVATION : COMMENT CHOISIR ?</b>	<b>24</b>
	6.1 Outil d'aide à la décision	24
	6.2 MISE EN PRATIQUE	26
<b>7</b>	<b>SOLUTIONS DE RENOVIATION PAR CHANGEMENT D'ÉNERGIE ET DE GÉNÉRATEUR</b>	<b>27</b>
	7.1 Gestion de l'ancienne installation fioul	27
	7.2 Gestion de l'évacuation des produits de combustion (EVAPDC)	29
	7.3 Remplacement par le gaz	34
	7.3.1 Rénovation par le gaz, toujours possible ?	34
	7.3.2 Création de l'alimentation en gaz naturel	35
	7.3.3 Conditions techniques d'une rénovation par chaudière gaz à condensation	39
	7.3.4 Conditions techniques d'une rénovation par chaudière hybride gaz	44
	7.4.1 Rénovation par une PAC air extérieur/eau, toujours possible ?	47
	7.4 Remplacement par une une pac air extérieur/eau : cas de la substitution	47
	7.4.2 Rénovation par une PAC air extérieur/eau en substitution, toujours possible ?	49
	7.4.3 Conditions techniques d'une rénovation par une PAC air extérieur/eau	50
	7.5.1 Rénovation par une chaudière à granulés, toujours possible ?	57
	7.5 Remplacement par une chaudière granulé	57
	7.5.2 Conditions techniques d'une rénovation par chaudière granulés	58
	7.6 Remplacement par le fioul	62
	7.6.1 Rénovation par du fioul, toujours possible ?	62
	7.6.2 Conditions techniques d'une rénovation par bio-carburant	62
	7.6.3 Conditions techniques d'une rénovation par PAC hybride fioul	63

# TABLE DES MATIÈRES



## SOLUTIONS DE RENOVATION PAR HYBRIDATION DE L'INSTALLATION EXISTANTE

64

8.1	Chaudière existante en relève d'une pompe à chaleur air/eau	64
8.1.1	Rénovation par une PAC avec chaudière en relève, toujours possible ?	64
8.1.2	Conditions techniques d'une rénovation par une PAC air extérieur/eau avec chaudière en relève	65
8.2	Chaudière existante en relève d'un appareil à bouilleur à granulés	68
8.2.1	Rénovation par un appareil bouilleur a granulés avec chaudière en relève, toujours possible ?	69
8.2.2	Conditions techniques d'une rénovation par un appareil bouilleur avec chaudière en relève	70
8.3	Chaudière existante en relève d'un système de chauffage solaire (SSC)	72
8.3.1	Rénovation par un SSC avec chaudière en relève, toujours possible ?	73
8.3.2	Conditions techniques d'une rénovation par SSC avec chaudière en relève	74
8.4	Couplage aux EnR pour la production d'ECS	76
8.4.1	Production d'ECS avec un chauffe-eau thermodynamique (CET)	76
8.4.2	Production d'ECS avec un chauffe-eau solaire individuel (CESI)	78



## CONVERSION D'UNE INSTALLATION FIOUL EN MAISON INDIVIDUELLE

Ce guide traite spécifiquement de la conversion des installations existantes fonctionnant au fioul domestique, en maisons individuelles.

Il a pour vocation d'accompagner les professionnels afin qu'ils puissent proposer une solution technique de remplacement pertinente au système de production de chauffage et/ou d'ECS existant. En effet, l'entreprise doit appréhender au mieux les difficultés techniques mais aussi réglementaires auxquelles elle sera confrontée dans cette conversion, qui sera souvent l'occasion d'un changement d'énergie, de générateur, de modifications de l'hydraulique et de mise en conformité réglementaire.

Ce guide permet ainsi :

- de diagnostiquer la conformité de l'installation existante et d'optimiser son fonctionnement en vue de l'intégration du nouveau générateur ;
- de déterminer les solutions techniques de conversion les plus adaptées en fonction des différents besoins et contraintes de l'installation et de l'habitation existante ;
- d'identifier les points de vigilance pour l'installation du système, pour le dimensionnement et l'optimisation des performances de l'installation.