

SCHÉMATHÈQUE

SCHÉMATHÈQUE APPAREILS DE CHAUFFAGE AUX GRANULÉS EN HABITAT INDIVIDUEL

MARS 2019 – VERSION 1.0

● NEUF ● RÉNOVATION



AVANT-PROPOS

Programme PACTE

Le Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique a pour objectif d'accompagner la montée en compétences des professionnels du bâtiment dans le champ de l'efficacité énergétique dans le but d'améliorer la qualité dans la construction et les travaux de rénovation.

Financé par les Pouvoirs publics, le programme PACTE s'attache depuis 2015 à favoriser le développement de la connaissance, la mise à disposition de référentiels techniques et d'outils pratiques modernes adaptés aux pratiques des professionnels et, à soutenir les territoires dans toutes leurs initiatives dans ce champ.

Les actions menées s'inscrivent dans la continuité des travaux de modernisation des Règles de l'art initiés dans le cadre du programme RAGE.

Les Guides PACTE

Les Guides PACTE sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en oeuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter. Ils n'ont pas vocation à se substituer aux textes de références en vigueur (NF DTU, ATec ou DTA, etc.).

Retrouvez gratuitement la collection sur www.programmepacte.fr

UNE COLLECTION
UNIQUE



SOMMAIRE

01 • Présentation	4
02 • Règles générales pour optimiser le fonctionnement des appareils de chauffage aux granulés	5
03 • Schéma 1 : Appareils à granulés à bouilleur pour une production de chauffage uniquement	10
04 • Schéma 2 : Appareils à granulés à bouilleur pour une production de chauffage et d'eau chaude sanitaire	20
05 • Schéma 3 : Chaudière à granulés pour une production de chauffage seule	29
06 • Schéma 4 : Chaudière à granulés pour une production de chauffage et d'eau chaude sanitaire	38
07 • Schéma 7 : Chaudière à granulés couplée à une production solaire thermique	46
• Table des matières	55
• Table des tableaux	56
• Table des schémas	56



AVERTISSEMENT

Ce document intègre des schémas types hydrauliques d'installations d'appareils de chauffage aux granulés en habitat individuel.

Il revient au lecteur de vérifier leur compatibilité avec les spécifications techniques de l'appareil et les schémas proposés par le fabricant.



VERSION	DATE DE LA PUBLICATION	MODIFICATIONS
INITIALE	Mars 2019	



Cette schémathèque a pour vocation d'être un outil pratique et pédagogique de choix et de conception des installations d'appareils de chauffage aux granulés en habitat individuel. Elle concerne à la fois les installations neuves et rénovées. Les équipements traités sont :

- les appareils de chauffage divisé à granulés équipés d'un dispositif de récupération de chaleur (appelé bouilleur) : ce sont les cuisinières, poêles et inserts raccordés à un circuit hydraulique de chauffage et/ou d'ECS ;
- les appareils de chauffage centralisé à granulés : ce sont les chaudières alimentant un circuit hydraulique de chauffage et/ou d'ECS.

Elle présente :

- des règles générales permettant d'optimiser le fonctionnement d'une installation aux granulés. Les hypothèses conduisant à des schémas hydrauliques performants et au respect du fonctionnement des matériels sont listés ;
- les schémas types, en nombre limité, qui constituent le cœur du guide. Ils sont expliqués et argumentés selon le domaine d'application défini par le type d'appareil de chauffage (chaudière, bouilleur), les caractéristiques de l'installation, avec ou sans production d'ECS, avec radiateurs, plancher chauffant, en insistant sur le fonctionnement hydraulique et la régulation.

Chaque fiche schéma type est composée :

- du schéma hydraulique complet avec accessoires correspondant au cas général et sa régulation
- des spécificités du schéma liées au type d'appareil au bois et au type d'émetteur, pour répondre à la question « Avez-vous choisi le bon schéma ? »
- de l'explication du fonctionnement hydraulique et de la régulation, en mettant en avant les points de vigilance éventuels. On retrouve les notions de performance à pleine charge et à charge partielle de l'appareil, de protection des retours vers l'appareil, de ballon d'hydro-accumulation
- de schémas en options au schéma général : production d'eau chaude sanitaire, autres types d'émetteurs
- des conseils de dimensionnement des principaux équipements hydrauliques
- de la liste argumentée des accessoires hydrauliques obligatoires ou conseillés

En complément des fiches, des informations plus générales sont fournies :

- les règles pour optimiser le fonctionnement de l'appareil bois. On retrouve des informations sur le choix du combustible, l'usage des appareils et l'installation de fumisterie
- les notions le dimensionnement des principaux équipements hydrauliques : circulateur, vase d'expansion, ballon d'hydro-accumulation, ...
- Les points d'attention, au-delà de l'hydraulique : prévention de l'embouage, choix du disconnecteur, ...

02

RÈGLES GÉNÉRALES POUR OPTIMISER LE FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DE CHAUFFAGE AUX GRANULÉS



2.1 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, monoxyde de carbone). Un appareil récent, fonctionnant avec un combustible de mauvaise qualité peut même avoir un rendement inférieur à celui d'un appareil ancien alimenté avec un combustible de qualité.

En suivant les préconisations des fabricants d'appareil et en utilisant un combustible sec, et calibré, il est possible d'atteindre les rendements proches de 90%.

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, ...).

■ COMMENTAIRE

Il est primordial d'exiger de son fournisseur un granulé de bois dont la qualité est certifiée car il contribue à la performance des poêles et des chaudières. Aujourd'hui, il est simple de trouver du granulé puisque plus de 97 % de la production française est certifiée.

La conception du stockage du granulé doit :

- permettre une livraison de qualité (système de remplissage, optimisation du volume)
- garantir un stockage pérenne (absence d'humidité, solidité du silo et des matériaux utilisés, sécurité, fonction de contrôle du niveau)
- permettre la bonne alimentation de la chaudière.

2.2 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

2.3 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

! 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 de combustion. Il est dans ce cas recommandé de privilégier une amenée d'air directe par conduit d'air raccordé à l'appareil.

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.

2.4 Mettre en œuvre un ballon d'hydro-accumulation

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

L'hydro-accumulation consiste à intercaler une réserve d'eau chaude primaire dans des hydro-accumulateurs (ballons tampons) entre la chaudière et les émetteurs. Cette réserve d'eau stocke une partie ou toute l'énergie produite par l'appareil à granulés. Le stockage se fait pendant le temps de marche de l'appareil, et la restitution se fait à l'arrêt.

2.4.1 Cas des appareils de chauffage divisé équipés d'un dispositif de récupération de chaleur (appelé bouilleur)

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.

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit : $50 \times \text{Puissance de l'appareil sur l'eau} \times \text{Facteur de modulation du brûleur}$

2.4.2 Cas des chaudières automatiques à granulés

La mise en œuvre d'un ballon d'hydro-accumulation n'est 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'hydro-accumulation est mis en place à la demande du fabricant.

Néanmoins, un ballon d'hydro-accumulation 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'hydro-accumulation est nécessaire pour des raisons de rendement.

Certaines chaudières automatiques nécessitent un volume d'hydro-accumulation :

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

! Le dimensionnement du ballon d'hydro-accumulation est fait en fonction de la durée minimum d'un cycle d'allumage de la chaudière. Plus la durée moyenne d'un cycle de fonctionnement est importante, plus le rendement de l'installation sera important. Un ratio de 30 [l/kW] est recommandé en première approche.

2.5 Respecter les règles de dimensionnement de l'appareil

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

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

Le dimensionnement d'un appareil de chauffage divisé ou centralisé est différent.

2.5.1 Cas des appareils de chauffage divisé équipés d'un dispositif de récupération de chaleur (appelé bouilleur)

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
- déterminer la puissance récupérée par le bouilleur. Elle est fonction du nombre d'émetteurs pouvant être raccordés au bouilleur de l'appareil
- choisir un appareil disposant de la puissance cumulée.

! 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. Le choix de l'appareil doit être réalisé en regard de la part de puissance émise par rayonnement et convection de l'appareil. Elle doit être au plus égale aux déperditions totales de la pièce où est installé l'appareil.

2.5.2 Cas des chaudières automatiques à granulés modulantes

La puissance installée doit être égale ou légèrement supérieure aux déperditions. La plage de modulation est ainsi exploitée au maximum.

2.6 Privilégier une régulation en fonction de la température extérieure

Il est fortement recommandé de privilégier une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique).

Une régulation en fonction de la température extérieure agit sur la vanne à trois voies au départ du circuit de chauffage et règle la température d'eau alimentant le circuit de chauffage en fonction de la température extérieure.

Pour la plupart des fabricants, cette régulation en fonction de l'extérieur est naturellement assurée par le régulateur intégré à l'appareil au bois. Cette fonction peut aussi être assurée par les régulateurs localisés en tableau électrique. Il convient d'être attentif :

- au réglage de la courbe de chauffe. Elle doit être paramétrée à un niveau suffisant pour répondre aux besoins, sans plus. On portera d'autant plus d'attention à ce réglage en cas d'émetteurs surdimensionnés ;
- à l'emplacement de la sonde de température extérieure : au nord ou nord-ouest.

Certains régulateurs permettent de raccorder une sonde de température ambiante pour compenser la température d'eau délivrée. Elle sert à adapter la courbe de chauffe pour atteindre la consigne d'ambiance fixée.

! Pour la régulation, la sonde de température extérieure doit être placée au nord. À défaut, le nord-ouest est préféré car la sonde n'est réchauffée par l'ensoleillement qu'en fin de journée : le chauffage se réduit alors que la température ambiante est surélevée par l'occupation et l'ensoleillement éventuel. En présence de plancher chauffant, l'implantation au nord-est peut toutefois permettre d'éviter les surchauffes en ambiance engendrées par l'inertie du système.

2.7 Appareil au bois avec chaudière en relève : fonctionnement simultané ou alterné

L'ensemble des besoins du site peut être couvert :

- uniquement par le bois : on parle d'installation mono-énergie ;
- par le bois et une chaudière en appoint utilisant de préférence un combustible fossile : on parle d'installation bi-énergie.

La bi-énergie utilisant le bois peut être utilisée de deux façons :

- la bi-énergie alternative : dimensionner la chaudière granulés à 100% des déperditions. La chaudière bois fonctionne alors en pleine saison, et cesse de fonctionner lorsque les besoins sont sous sa puissance minimale (30% de la charge), laissant la place à l'appoint.
- la bi-énergie simultanée : dimensionner la chaudière granulés pour 50% des déperditions, l'appoint assurant le reste. Le taux de couverture global des besoins de chauffage par le bois atteint 80-90%. La plage de modulation de la chaudière bois est ainsi optimisée sur l'ensemble de l'année.

COMMENTAIRE

Dans le domestique, la bi-énergie alternative est la plus utilisée (nécessité d'un seul conduit de fumée).

Une installation bi-énergie permet en outre de rassurer le maître d'ouvrage. Il dispose d'un secours : si la chaudière granulés est à l'arrêt (pour cause d'entretien, de panne ou de problème d'approvisionnement du granulé), la chaudière d'appoint est capable de couvrir tout ou en partie les besoins du site.

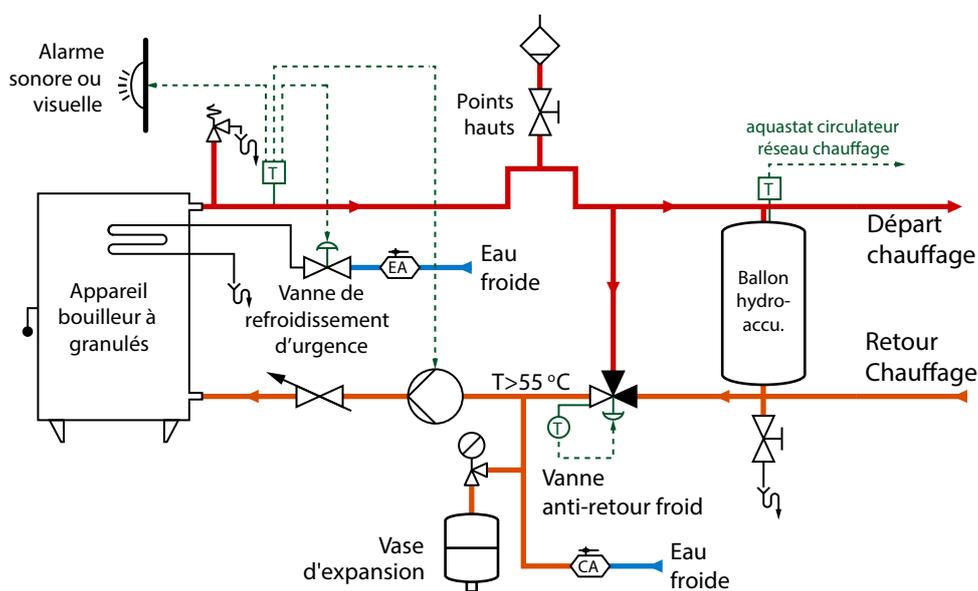
03

SCHÉMA 1 : APPAREILS À GRANULÉS À BOUILLEUR POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE UNIQUEMENT

! Les appareils à bouilleur ne sont pas recommandés en habitat neuf.

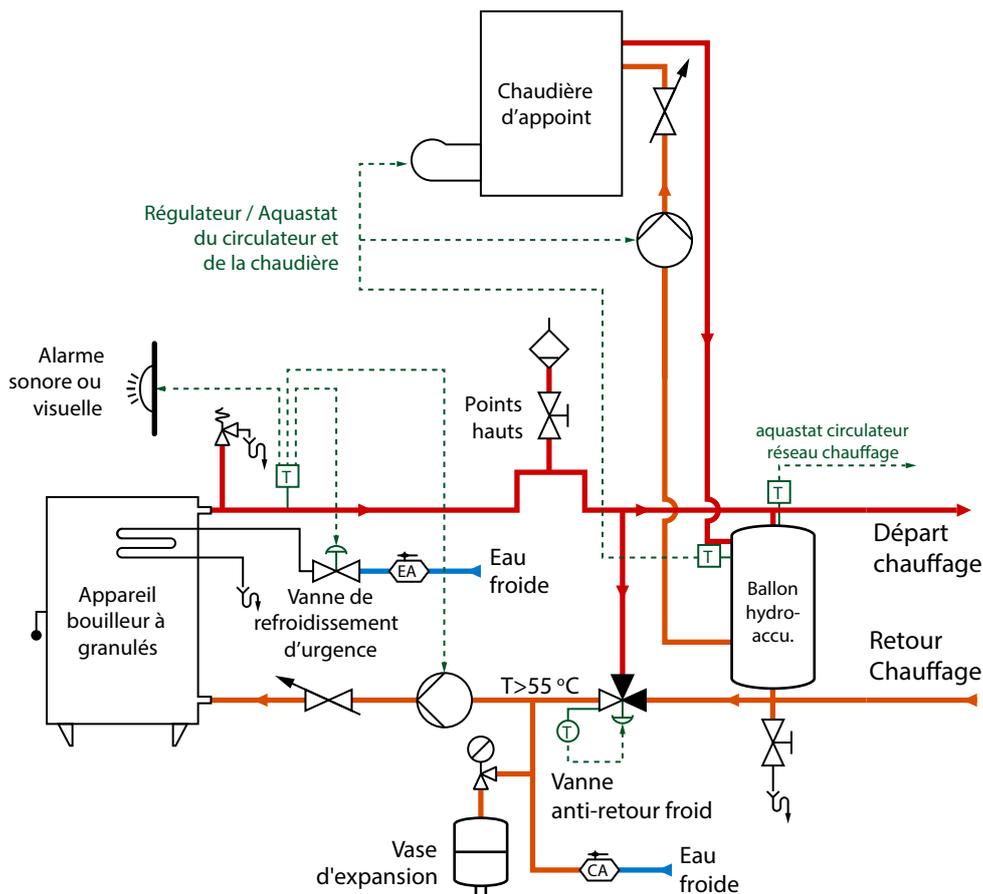
Les appareils à bouilleur traités dans cette partie sont les cuisinières, les poêles ou les inserts raccordés sur un circuit hydraulique de chauffage. Les schémas proposés comportent un appareil bouilleur à granulés qui alimente un circuit de chauffage (radiateurs ou plancher) et éventuellement un ballon d'hydro-accumulation et une chaudière d'appoint en relève.

Schéma 1 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage avec ballon d'hydro-accumulation



! 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.

Schéma 2 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage avec ballon d'hydro-accumulation et relève par une chaudière d'appoint



! 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.

Schéma 3 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs

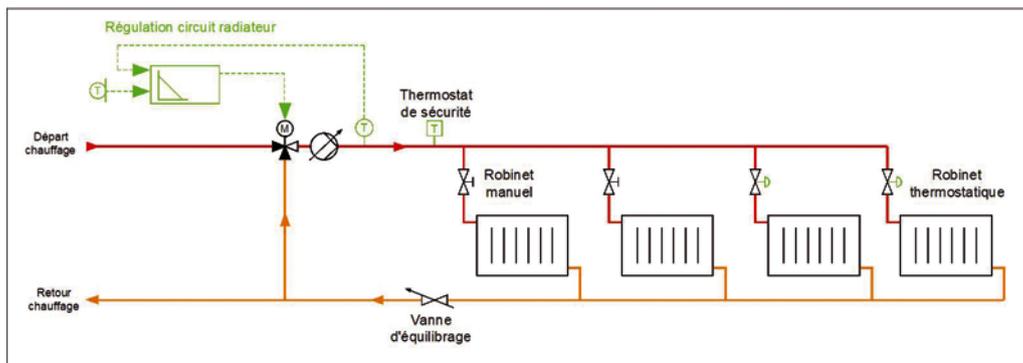
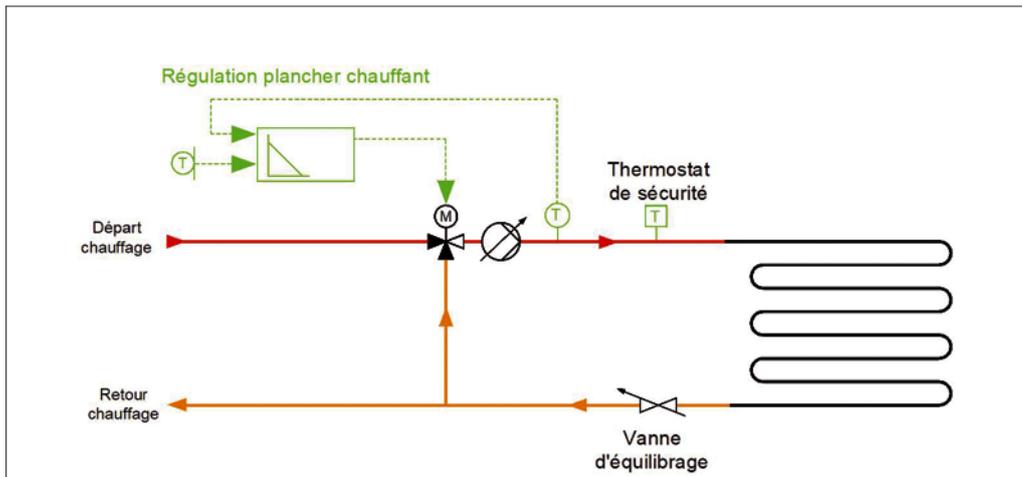


Schéma 4 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant



< AVEZ-VOUS CHOISI LE BON SCHÉMA ?

- L'installation assure uniquement la production de chauffage
- 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)
- Avec chaudière en relève, le bouilleur n'est pas suffisant en puissance pour réaliser le chauffage
- L'installation du bouilleur et du ballon d'hydro-accumulation (recommandé) est envisageable (implantation des tuyauteries pour raccorder le bouilleur à l'installation de chauffage pour raccorder l'échangeur de sécurité du bouilleur, pour évacuer aux égouts les rejets de la soupape de sécurité)

< LES SPÉCIFICITÉS À RESPECTER

- Les appareils équipés de bouilleurs sont conçus conformément à leur norme respective (par exemple, la NF EN 14785 pour les inserts) pour disposer du marquage CE.
- Le raccordement hydraulique de ces appareils est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.11.
- Installation d'un ballon d'hydro-accumulation
- 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 pièce où est installé l'appareil
- Si aucun ballon d'hydro-accumulation n'est installé, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, on recommande de disposer de radiateurs sans robinet thermostatique
- Mettre en place une vanne anti retour froid (anti condensation) si la chaudière n'accepte pas des retours à température inférieure à 50°C
- Prendre en compte pour le dimensionnement le fait que le volume utile du ballon d'hydro-accumulation est réduit. Il est réellement utilisé pour le bouilleur entre le bas de ballon du volume tampon et la position choisie de la sonde d'enclenchement de la chaudière.
- Le ballon utilisé devra être le plus allongé possible (rapport de 3/1).

Les types d'appareils bouilleur à privilégier :

- ce schéma convient pour tout type d'appareil bouilleur à granulés

< PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET DE LA RÉGULATION

La **régulation d'un appareil bouilleur à granulés** est un point primordial de sécurité comme de confort. Celle-ci est quasiment toujours intégrée à l'appareil. Une communication par une télécommande est aussi souvent proposée. 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 (électronique embarquée) gère automatiquement l'enclenchement du circulateur de chauffage et des ventilateurs (coté combustion et coté convection d'air chaud). L'utilisateur dispose de moins de paramètres de réglages (vitesses et puissances de combustion). 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. Selon les appareils, lorsque les deux consignes sont atteintes, ils se mettent en mode « réduit ». La combustion est réduite le plus possible puis est modulée selon la demande ultérieure. D'autres appareils s'éteignent et se ré-allument.

Le circulateur est piloté directement par la régulation. Celui-ci s'enclenche après atteinte d'une température d'eau mesurée par une sonde dans un doigt de gant. La température d'enclenchement est généralement comprise entre 45 et 55°C.

Certains régulateurs plus évolués 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-légionelles »).

Le régime d'eau du bouilleur à granulés peut être considéré avec une différence de température de l'ordre de 15K (soit un départ à 80°C pour un retour à 65°C). Se référer à la notice fabricant.

Les constructeurs demandent en général une température de retour d'eau supérieure à 50 voire 55°C. Cette température correspondant au point de rosée des fumées doit être respectée pour éviter l'apparition de condensation et a fortiori de corrosion de l'échangeur.

Dans le cas d'un réseau disposant d'une régulation de la température de distribution (plancher par exemple) ou d'un réseau disposant d'un ballon d'hydro-accumulation, la mise en place d'un dispositif de mélange en retour de l'appareil est importante pour respecter le critère de température de rosée (environ 55°C).

■ COMMENTAIRE

Si le réseau de distribution dispose d'une puissance en adéquation (puissance inférieure ou égale) à la puissance du bouilleur et si la consigne d'eau est fixée entre 70°C et 80°C, ce critère est atteignable (à condition que le circulateur du bouilleur irrigue directement les émetteurs). Il est donc important lors de l'installation du bouilleur, de vérifier la puissance d'émission et le réglage de la consigne du poêle.

! Dans tous les cas il convient de se référer aux indications du fabricant et sa condition de garantie. Il arrive également que le dispositif anti retour froid soit directement intégré dans l'appareil (bipasse ou vanne de mélange) avec un circulateur intégré.

Le ballon d'hydro-accumulation

Il n'est pas souvent demandé par les fabricants des appareils à granulés en raison de la capacité du matériel à moduler sa puissance en fonction de l'atteinte à la consigne fixée.

La mise en œuvre d'un ballon d'hydro-accumulation est néanmoins 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.

En outre, dans le cas de figure où la distribution (radiateurs ou planchers) possède une régulation de température d'eau, il est alors important de découpler le circuit de production (à débit fixe imposé par le poêle) et les circuits de distribution disposant d'une vanne à trois voies de régulation. Lors de la présence d'un plancher, ce découplage est indispensable. Ce découplage peut s'effectuer à l'aide d'une bouteille. La mise en place d'un petit volume de stockage permet également une meilleure marge de fonctionnement à la 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 la consigne d'eau.

Si un ballon est mis en œuvre, il se place en dérivation entre l'appareil à granulés et le circuit de chauffage. Le ballon d'hydro-accumulation peut être à 2 ou 4 piquages.

Dans une configuration à 4 piquages, le ballon d'hydro-accumulation est raccordé au réseau primaire de production en vis-à-vis du réseau secondaire de distribution. Cette solution implique de toujours traverser le ballon d'hydro-accumulation pour alimenter les émetteurs. Le ballon assure le stockage des boues en point bas (pots à boues).

Dans une configuration à 2 piquages, la chaleur produite par l'appareil est directement utilisée et transmise au réseau secondaire. Pour limiter au maximum l'interaction entre les deux réseaux et assurer le découplage hydraulique, il convient de limiter la distance de piquage du té vers le ballon et d'augmenter le diamètre de la canalisation en ce point.

Réaliser une relève efficace et réglée implique la mise en place d'un régulateur dédié, de vannes pilotées et de clapets anti-retour. Il faut s'assurer que les débits d'eau soient adéquats entre générateurs (découplage hydraulique éventuel) et empêcher la mise en sécurité de la chaudière lorsque le bouilleur monte ponctuellement à température d'eau supérieure à 90°C pour éviter le déclenchement de l'aquastat de sécurité de la chaudière.

Un aquastat pilote la mise en marche de la chaudière dès que le haut de ballon n'est plus maintenu en température. La sonde de température d'eau est idéalement placée dans un doigt de gant placé en dessous du piquage d'arrivée du primaire dans le ballon. Le volume tampon utile est réduit d'environ 25% car la partie supérieure sert à la régulation de l'activation de la chaudière et de son circulateur dédié. Pour s'abstenir de la mise en place de clapet anti-retour, il est également possible de se servir du ballon d'hydro-accumulation comme élément de découplage hydraulique.

Une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique) est mise en œuvre. Elle 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.

Le circulateur du réseau de distribution doit être au moins activé par un aquastat placé dans le ballon d'hydro-accumulation (en partie haute) ou être activé en permanence ou un moyen équivalent pour assurer la dissipation de chaleur dans les émetteurs de chaleur

Pour des planchers chauffants, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat. Un thermostat de sécurité 55° évite les surchauffes. Cet usage est réservé aux installations dont la puissance du plancher est équivalente à la puissance du bouilleur et dont le départ depuis le ballon est effectué sur un piquage placé à hauteur intermédiaire.

Pour des circuits de radiateurs, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. L'installation de robinets thermostatiques est imposée sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

! ■ Pour des circuits de radiateurs, sans hydro-accumulation, des robinets manuels sont préservés sur les radiateurs (radiateurs de la salle d'eau par exemple) pour pouvoir dissiper un minimum d'énergie.

< ACCESSOIRES HYDRAULIQUES OBLIGATOIRES OU CONSEILLÉS

Refroidissement d'urgence

Un système de refroidissement de sécurité d'urgence n'est pas installé dans le cas des appareils à granulé qui sont capables de rapidement interrompre la combustion en cas de surchauffe (aquastat limiteur intégré comme sur une chaudière).

Vanne mélangeuse anti-retour froid

Pour éviter la condensation humide et acide dans l'appareil bouilleur, la température de retour d'eau doit être supérieure au point de rosée des fumées bois. 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. Il convient de se référer aux prescriptions du fabricant et à sa condition de garantie.

Vase d'expansion

Un vase d'expansion fermé à pression variable doit être mis en œuvre pour assurer une protection contre les variations de pression dans le circuit hydraulique dues à la montée en température du système. Il doit être positionné de préférence en amont de l'appareil bouilleur et en amont du circulateur.

■ COMMENTAIRE

L'offre actuellement disponible sur le marché est essentiellement orientée vers des appareils à granulés raccordés sur des réseaux d'eau fermés. Contrairement aux appareils à bûches, il n'existe que très peu d'appareils spécifiques à un fonctionnement sur vase ouvert.

Disconnecteur sur le réseau d'alimentation en eau

L'installation de chauffage doit être équipée de dispositifs capables de remplir l'installation et d'ajuster le niveau d'eau. La réglementation impose d'installer un disconnecteur de type CA ou BA sur une installation de puissance inférieure à 70 kW raccordée au réseau d'eau potable, selon le fluide caloporteur utilisé. Un ensemble de protection EA, composé d'un clapet de non-retour anti-pollution contrôlable associé à une vanne placée en amont, doit être prévu en complément à une distance inférieure à 3 m du point de piquage.

Soupape de sécurité

La soupape de sécurité de surpression est obligatoire pour ce type d'installation en réseau d'eau fermé. Si l'appareil à bouilleur n'est pas équipé d'usine d'une soupape de sécurité, cet élément doit être installé. La soupape est conforme à la norme NF P 52-001.

! Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de l'appareil. Aucun dispositif d'isolement n'est prévu entre la soupape et l'appareil muni d'un bouilleur.

Circulateur

Il permet la circulation de l'eau dans la boucle primaire de l'appareil à bouilleur. Le fonctionnement du circulateur est asservi à la température d'eau en sortie du bouilleur, permettant une montée plus rapide en température de ce dernier. Le circulateur est piloté directement par la régulation. Celui-ci s'enclenche après atteinte d'une température d'eau mesurée par une sonde dans un doigt de gant. La température d'enclenchement est généralement comprise entre 45 et 55°C.

Le circulateur doit être placé sur le retour de l'installation, où la température est moins chaude, et doit pouvoir résister aux températures de fonctionnement ainsi qu'aux pressions de l'installation.

Robinet de vidange

Le circuit hydraulique équipé d'un bouilleur dispose d'un robinet de vidange installé au point bas de l'installation.

Purgeur d'air

L'installation doit comporter un purgeur situé au point haut du réseau. Il est également conseillé d'équiper le ballon d'hydro-accumulation. Le purgeur automatique doit être associé à une vanne d'isolement.

Pot de décantation et filtre à tamis

L'installation d'un pot de décantation et d'un filtre à tamis est fortement conseillée en amont de l'appareil, sur la canalisation de retour du réseau de chauffage, pour la protéger de l'embouage et préserver un échange thermique optimal.

Le filtre à tamis doit être d'un diamètre au moins égal au diamètre du circuit. L'installation d'un robinet de vidange est conseillée en bas du volume tampon pour permettre d'évacuer les dépôts.

Vanne d'équilibrage

Une vanne d'équilibrage en série avec le circulateur, généralement sur le retour du circuit de chauffage, permet d'ajuster le point de fonctionnement du circulateur à vitesse constante afin que le débit soit conforme à celui spécifié par le fabricant de l'appareil bois. Un modèle à mesure de débit est conseillé.

Dans le cas d'un réseau de planchers chauffants, des vannes d'équilibrage doivent être installées sur chaque boucle (au niveau du distributeur ou du collecteur).

Sonde de température

Pour permettre une montée en température plus rapide du bouilleur et éviter l'apparition de condensation, le circulateur est asservi pour fonctionner à partir d'une température comprise entre 45 à 55°C. La sonde est positionnée en sortie du circuit du bouilleur dans un doigt de gant (ou au contact de la tuyauterie).

Manomètre placé sur le circulateur (non représenté sur les schémas)

Le manomètre implanté sur le circulateur doit être associé à deux vannes d'isolement. Il permet de mesurer la hauteur manométrique du circulateur et d'évaluer le débit à partir de la courbe caractéristique du circulateur.

Thermomètres

Le circuit hydraulique équipé d'un bouilleur dispose de deux thermomètres en entrée et en sortie de l'appareil.

Thermostat de sécurité sur le départ du plancher chauffant

La mise en place d'un thermostat de sécurité sur le départ des planchers chauffants est obligatoire. Il doit être à réarmement manuel, indépendant de la régulation et fonctionnant mécaniquement, sans alimentation électrique. Il doit couper la fourniture de chaleur pour que la température dans le plancher chauffant ne dépasse pas 55°C.

En cas de dépassement de température, il doit mettre à l'arrêt l'appareil au bois et l'appoint électrique ainsi que le circulateur.

Robinetts thermostatiques

Ils équipent les radiateurs. On rappelle qu'ils sont obligatoires sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

La soupape de pression différentielle représentée permet d'éviter le fonctionnement du circulateur à vitesse fixe à un point trop élevé sur sa caractéristique et les nuisances sonores induites lorsque les robinets thermostatiques se ferment. Dans ce cas, elle s'ouvre sous l'effet de l'augmentation de pression différentielle. Elle doit être réglée à la hauteur manométrique du point de fonctionnement nominal du circulateur.

La soupape de pression différentielle peut être remplacée par un circulateur à vitesse variable car la présence d'un ballon hydro-accumulation à quatre piquages assure le découplage hydraulique avec le circuit primaire.

< CONSEILS DE DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Ballon d'hydro-accumulation

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit :

$$50 \times \text{Puissance de l'appareil sur l'eau} \times \text{facteur de modulation du brûleur}$$

■ COMMENTAIRE

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. La capacité des radiateurs à libérer une chaleur de 10 kW doit être vérifiée.

Dans le cas d'une relève automatique, le volume utile est réduit d'environ 25% car la partie supérieure sert à la régulation de l'activation de la chaudière et de son circulateur dédié.

Vase d'expansion fermé :

Le dimensionnement du vase d'expansion s'effectue conformément au NF DTU 65.11. Il consiste à déterminer sa pression de gonflage ainsi que sa capacité.

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau. Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0.5 bar supérieur.

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation en considérant le volume du ballon d'hydro-accumulation.

Tableau 1 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique

CONTENANCE MAXIMALE DE L'INSTALLATION (l)	CAPACITÉ DU VASE D'EXPANSION EN LITRES POUR UNE HAUTEUR STATIQUE JUSQU'À		
	5 m	10 m	15 m
200	15	19	28
300	22	29	43
400	30	39	57
500	37	48	71
600	45	58	85
700	52	68	100
800	60	77	114
900	67	87	128
1 000	75	97	142
1 250	93	121	178
1 500	112	145	213
1 750	131	169	249
2 000	149	193	285

Circulateurs de chauffage

Le débit du circulateur est calculé pour la puissance du circuit de chauffage et pour la chute de température choisie sur le circuit. Sa hauteur manométrique du circulateur est égale à la somme des pertes du circuit de distribution, des pertes de charge de la production et des pertes de charge de la vanne de régulation à pleine ouverture.

Vanne de régulation du circuit de chauffage

Pour assurer une autorité suffisante, de l'ordre de 0,5, la vanne de régulation doit être choisie avec une perte de charge au moins équivalente à la perte de charge de la production.

Soupape de sécurité de surpression

La soupape de sécurité est dimensionnée pour répondre à la pression totale développée dans l'installation à proximité du générateur. Elle doit s'ouvrir à une pression correspondant à la pression maximale d'utilisation de l'installation et doit pouvoir empêcher tout dépassement de cette pression supérieur à 10%.

En général les soupapes sont tarées à 3 bar. Attention toutefois à vérifier si cette pression est la pression maximale d'utilisation du bouilleur précisée par le fabricant.

Réseau de chauffage

Sans la présence d'un ballon d'hydro-accumulation, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, il est recommandé de disposer d'une puissance d'au moins : (facteur de modulation bruleur) x 100% x Peau de puissance d'émission sans robinet thermostatique pour une installation sans ballon d'hydro-accumulation

Une limite haute de puissance est également conseillée pour éviter des retours d'eau trop froids (voir préconisations du fabricant).

COMMENTAIRE

Le bouilleur produit 10,9 kW sur l'eau et 2,5 kW sur l'air. La puissance cumulée est de 13,4 kW. Le facteur de modulation est de 35%. Les radiateurs présents possèdent une puissance cumulée de 15 kW à régime d'eau 80/60°C (sans ballon d'hydro-accumulation). La limite basse de puissance à installer est de 35% x 100% x 10,9 = 3,8 kW. Il convient de laisser au moins 3,8 kW de puissance de radiateur sans robinet thermostatique pour dissiper la chaleur sur un réseau sans ballon d'hydro-accumulation.

04

SCHEMA 2 : APPAREILS À GRANULÉS À BOUILLEUR POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Les appareils à bouilleur ne sont pas recommandés en habitat neuf. 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.

Les appareils à bouilleur traités dans cette partie sont les cuisinières, les poêles ou les inserts raccordés sur un circuit hydraulique de chauffage. Ce schéma comporte un appareil bouilleur à granulés qui alimente un circuit de chauffage (radiateurs ou plancher) et un système de production d'ECS. Il intègre un ballon d'hydro-accumulation.

Schéma 5 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage à vase fermé avec production d'ECS

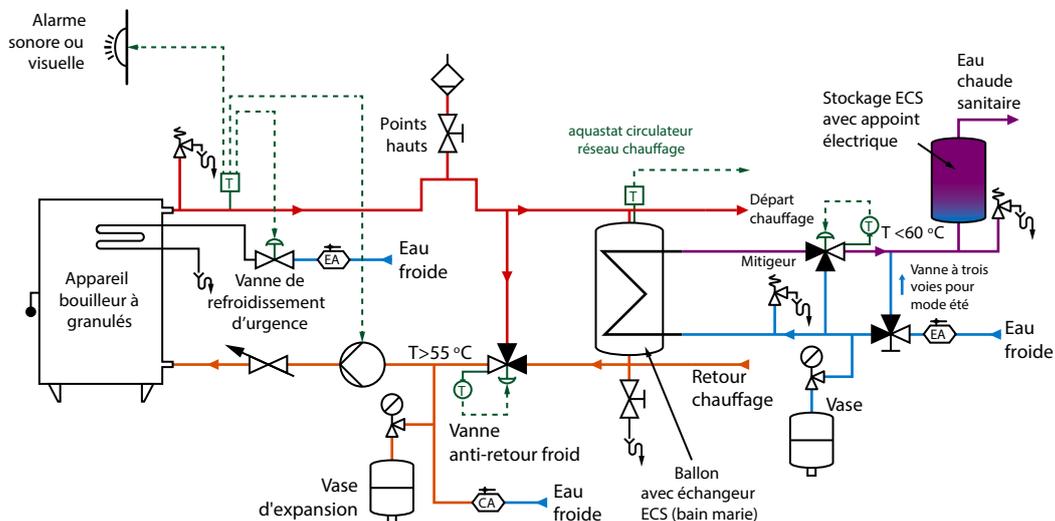


Schéma 6 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs

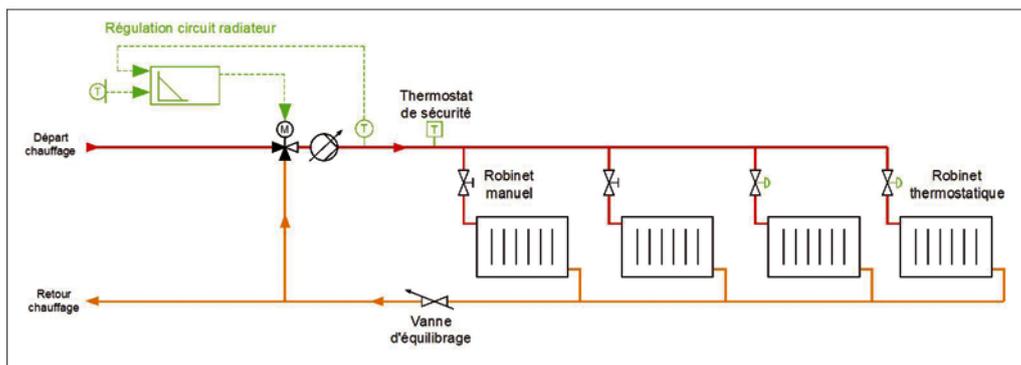
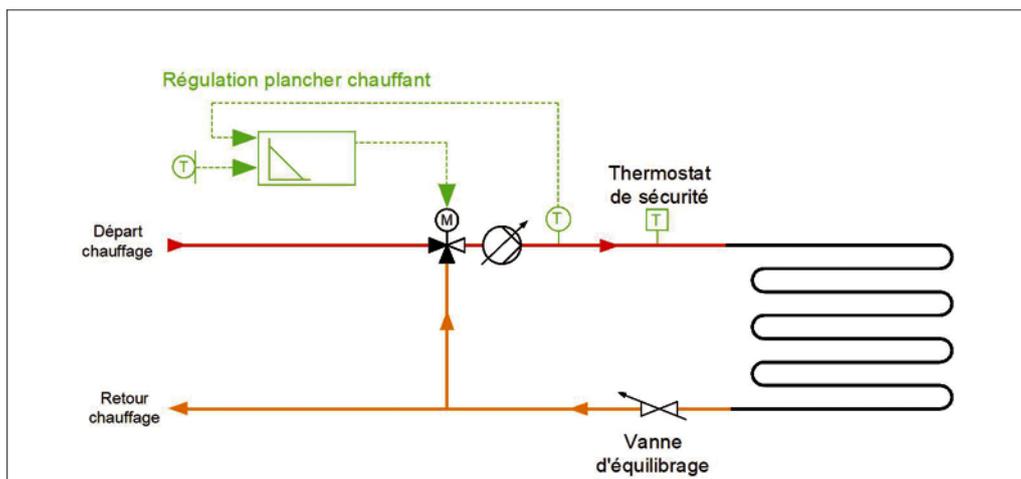


Schéma 7 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant



! 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 biénergie, par un préparateur électrique).

< AVEZ-VOUS CHOISI LE BON SCHÉMA ?

- L'installation assure la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire
- Le bouilleur suffit à chauffer la maison (sans provoquer de surchauffe dans la pièce d'installation) ou il existe un système de chauffage complémentaire
- L'installation du bouilleur et du ballon d'hydro-accumulation (recommandé) est envisageable (implantation des tuyauteries pour raccorder le bouilleur à l'installation de chauffage pour raccorder l'échangeur de sécurité du bouilleur, pour évacuer aux égouts les rejets de la soupape de sécurité)

< LES SPÉCIFICITÉS À RESPECTER

- Les appareils équipés de bouilleurs sont conçus conformément à leur norme respective (par exemple, la NF EN 14785 pour les inserts) pour disposer du marquage CE.
- Le raccordement hydraulique de ces appareils est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.11.
- Installation d'un ballon d'hydro-accumulation

- 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 pièce où est installé l'appareil

Les types d'appareils bouilleur à privilégier :

- ce schéma convient pour tout type d'appareil bouilleur à granulés

< PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET DE LA RÉGULATION

La régulation d'un appareil bouilleur à granulés est un point primordial de sécurité comme de confort. Celle-ci est quasiment toujours intégrée à l'appareil. Une communication par une télécommande est aussi souvent proposée. 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 (électronique embarquée) gère automatiquement l'enclenchement du circulateur de chauffage et des ventilateurs (coté combustion et coté convection d'air chaud). L'utilisateur dispose de moins de paramètres de réglages (vitesses et puissances de combustion). 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. Selon les appareils, lorsque les deux consignes sont atteintes, ils se mettent en mode « réduit ». La combustion est réduite le plus possible puis est modulée selon la demande ultérieure. D'autres appareils s'éteignent et se ré-allument.

Le circulateur est piloté directement par la régulation. Celui-ci s'enclenche après atteinte d'une température d'eau mesurée par une sonde dans un doigt de gant. La température d'enclenchement est généralement comprise entre 45 et 55°C.

Certains régulateurs plus évolués 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 »).

Le régime d'eau du bouilleur à granulés peut être considéré avec une différence de température de l'ordre de 15K (soit un départ à 80°C pour un retour à 65°C). Se référer à la notice fabricant.

Les constructeurs demandent en général une température de retour d'eau supérieure à 50 voire 55°C. Cette température correspondant au point de rosée des fumées doit être respectée pour éviter l'apparition de condensation et a fortiori de corrosion de l'échangeur.

Dans le cas d'un réseau disposant d'une régulation de la température de distribution (plancher par exemple) ou d'un réseau disposant d'un ballon d'hydro-accumulation, la mise en place d'un dispositif de mélange en retour de l'appareil est importante pour respecter le critère de température de rosée (environ 55°C).

■ COMMENTAIRE

Si le réseau de distribution dispose d'une puissance en adéquation (puissance inférieure ou égale) à la puissance du bouilleur et si la consigne d'eau est fixée entre 70°C et 80°C, ce critère est atteignable (à condition que le circulateur du bouilleur irrigue directement les émetteurs). Il est donc important lors de l'installation du bouilleur, de vérifier la puissance d'émission et le réglage de la consigne du poêle.

! Dans tous les cas il convient de se référer aux indications du fabricant et sa condition de garantie. Il arrive également que le dispositif anti retour froid soit directement intégré dans l'appareil (bipasse ou vanne de mélange) avec un circulateur intégré.

Le ballon d'hydro-accumulation

Le volume tampon n'est pas souvent demandé par les fabricants des appareils à granulés en raison de la capacité du matériel à moduler sa puissance en fonction de l'atteinte à la consigne fixée.

La mise en œuvre d'un ballon d'hydro-accumulation est néanmoins 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.

En outre, dans le cas de figure où la distribution (radiateurs ou planchers) possède une régulation de température d'eau, il est alors important de découpler le circuit de production (à débit fixe imposé par le poêle) et les circuits de distribution disposant d'une vanne à trois voies de régulation. Lors de la présence d'un plancher, ce découplage est indispensable. Ce découplage peut s'effectuer à l'aide d'une bouteille. La mise en place d'un petit volume de stockage permet également une meilleure marge de fonctionnement à la 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 la consigne d'eau.

Si un ballon est mis en œuvre, il se place en dérivation entre l'appareil à granulés et le circuit de chauffage. Le ballon d'hydro-accumulation peut être à 2 ou 4 piquages.

Dans une configuration à 4 piquages, le ballon d'hydro-accumulation est raccordé au réseau primaire de production en vis-à-vis du réseau secondaire de distribution. Cette solution implique de toujours traverser le ballon d'hydro-accumulation pour alimenter les émetteurs. Le ballon assure le stockage des boues en point bas (pots à boues).

Dans une configuration à 2 piquages, la chaleur produite par l'appareil est directement utilisée et transmise au réseau secondaire. Pour limiter au maximum l'interaction entre les deux réseaux et assurer le découplage hydraulique, il convient de limiter la distance de piquage du té vers le ballon et d'augmenter le diamètre de la canalisation en ce point.

La production d'eau chaude sanitaire peut être réalisée :

- par bain marie dans le ballon d'hydro-accumulation pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Dans ce cas la pose d'un mitigeur thermostatique est indispensable ;
- par un préparateur (instantané) avec un échangeur à plaques raccordé au départ du ballon d'hydro-accumulation sur deux piquages dédiés ;
- par chaudière à préparation instantanée raccordée en série avec le préchauffage réalisé par le bouilleur. Cette solution implique une vérification de la compatibilité par rapport aux sécurités de la chaudière (aquastat et débistat ECS) ;
- par un départ dédié en sortie du ballon d'hydro-accumulation avec un circulateur ECS permettant la charge d'un ballon au départ d'un collecteur.

Le couplage avec une chaudière est réalisable par mise en place de celle-ci sur deux piquages du volume tampon et un aquastat placé dans le ballon.

COMMENTAIRE

Le chauffage de l'eau chaude sanitaire peut parfois être piloté par la régulation intégré de l'appareil (par une commande sur une ou deux électrovannes lors de la demande de charge du ballon ECS).

Une vanne à trois voies manuelle sur l'entrée de l'eau froide permet de bypasser le ballon d'hydro-accumulation pendant les périodes de non chauffage.

Une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique) est mise en œuvre. Elle 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.

Le circulateur du réseau de distribution doit être au moins activé par un aquastat placé dans le ballon d'hydro-accumulation (en partie haute) ou être activé en permanence ou un moyen équivalent pour assurer la dissipation de chaleur dans les émetteurs de chaleur

Pour des planchers chauffants, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat. Un thermostat de sécurité 55° évite les surchauffes. Cet usage est réservé aux installations dont la puissance du plancher est équivalente à la puissance du bouilleur et dont le départ depuis le ballon est effectué sur un piquage placé à hauteur intermédiaire.

Pour des circuits de radiateurs, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. L'installation de robinets thermostatiques est imposée sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

! Pour des circuits de radiateurs, sans hydro-accumulation, des robinets manuels sont préservés sur les radiateurs (radiateurs de la salle d'eau par exemple) pour pouvoir dissiper un minimum d'énergie.

< ACCESSOIRES HYDRAULIQUES OBLIGATOIRES OU CONSEILLÉS

■ COMMENTAIRE

Un système de refroidissement de sécurité d'urgence n'est pas installé dans le cas des appareils à granulé qui sont capables de rapidement interrompre la combustion en cas de surchauffe (aquastat limiteur intégré comme sur une chaudière).

Vanne mélangeuse anti-retour froid

Pour éviter la condensation humide et acide dans l'appareil bouilleur, la température de retour d'eau doit être supérieure au point de rosée des fumées bois.

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 (bypass ou vanne de mélange) avec un circulateur intégré. Il convient de se référer aux prescriptions du fabricant et à sa condition de garantie.

Vase d'expansion

Un vase d'expansion fermé à pression variable doit être mis en œuvre pour assurer une protection contre les variations de pression dans le circuit hydraulique dues à la montée en température du système. Il doit être positionné de préférence en amont de l'appareil bouilleur et en amont du circulateur.

COMMENTAIRE

L'offre actuellement disponible sur le marché est essentiellement orientée vers des appareils à granulés raccordés sur des réseaux d'eau fermés. Contrairement aux appareils à bûches, il n'existe que très peu d'appareils spécifiques à un fonctionnement sur vase ouvert.

Disconnecteur sur le réseau d'alimentation en eau

L'installation de chauffage doit être équipée de dispositifs capables de remplir l'installation et d'ajuster le niveau d'eau. La réglementation impose d'installer un disconnecteur de type CA ou BA sur une installation de puissance inférieure à 70 kW raccordée au réseau d'eau potable, selon le fluide caloporteur utilisé. Un ensemble de protection EA, composé d'un clapet de non-retour anti-pollution contrôlable associé à une vanne placée en amont, doit être prévu en complément à une distance inférieure à 3 m du point de piquage.

Soupape de sécurité

La soupape de sécurité de surpression est obligatoire pour ce type d'installation en réseau d'eau fermé. Si l'appareil à bouilleur n'est pas équipé d'usine d'une soupape de sécurité, cet élément doit être installé. La soupape est conforme à la norme NF P 52-001.

! Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de l'appareil. Aucun dispositif d'isolement n'est prévu entre la soupape et l'appareil muni d'un bouilleur.

Circulateur

Il permet la circulation de l'eau dans la boucle primaire de l'appareil à bouilleur. Le fonctionnement du circulateur est asservi à la température d'eau en sortie du bouilleur, permettant une montée plus rapide en température de ce dernier. Le circulateur est piloté directement par la régulation. Celui-ci s'enclenche après atteinte d'une température d'eau mesurée par une sonde dans un doigt de gant. La température d'enclenchement est généralement comprise entre 45 et 55°C.

Le circulateur doit être placé sur le retour de l'installation, où la température est moins chaude, et doit pouvoir résister aux températures de fonctionnement ainsi qu'aux pressions de l'installation.

Robinet de vidange

Le circuit hydraulique équipé d'un bouilleur dispose d'un robinet de vidange installé au point bas de l'installation

Purgeur d'air

L'installation doit comporter un purgeur situé au point haut du réseau. Il est également conseillé d'équiper le ballon d'hydro-accumulation. Le purgeur automatique doit être associé à une vanne d'isolement.

Pot de décantation et filtre à tamis

L'installation d'un pot de décantation et d'un filtre à tamis est fortement conseillée en amont de l'appareil bois, sur la canalisation de retour du réseau de chauffage, pour la protéger de l'embouage et préserver un échange thermique optimal.

Le filtre à tamis doit être d'un diamètre au moins égal au diamètre du circuit. L'installation d'un robinet de vidange est conseillée en bas du volume tampon pour permettre d'évacuer les dépôts.

Vanne d'équilibrage

Une vanne d'équilibrage en série avec le circulateur, généralement sur le retour du circuit de chauffage, permet d'ajuster le point de fonctionnement du circulateur à vitesse constante afin que le débit soit conforme à celui spécifié par le fabricant de l'appareil bois. Un modèle à mesure de débit est conseillé.

Dans le cas d'un réseau de planchers chauffants, des vannes d'équilibrage doivent être installées sur chaque boucle (au niveau du distributeur ou du collecteur).

Sonde de température

Pour permettre une montée en température plus rapide du bouilleur et éviter l'apparition de condensation, le circulateur est asservi pour fonctionner à partir d'une température comprise entre 45 à 55°C. La sonde est positionnée en sortie du circuit du bouilleur dans un doigt de gant (ou au contact de la tuyauterie).

Manomètre placé sur le circulateur (non représenté sur les schémas)

Le manomètre implanté sur le circulateur doit être associé à deux vannes d'isolement. Il permet de mesurer la hauteur manométrique du circulateur et d'évaluer le débit à partir de la courbe caractéristique du circulateur.

Thermomètres

Le circuit hydraulique équipé d'un bouilleur dispose de deux thermomètres en entrée et en sortie de l'appareil.

Thermostat de sécurité sur le départ du plancher chauffant

La mise en place d'un thermostat de sécurité sur le départ des planchers chauffants est obligatoire. Il doit être à réarmement manuel, indépendant de la régulation et fonctionnant mécaniquement, sans alimentation électrique. Il doit couper la fourniture de chaleur pour que la température dans le plancher chauffant ne dépasse pas 55°C.

En cas de dépassement de température, il doit mettre à l'arrêt de l'appareil bois et l'appoint électrique ainsi que le circulateur.

Robinets thermostatiques

Ils équipent les radiateurs. On rappelle qu'ils sont obligatoires sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

La soupape de pression différentielle représentée permet d'éviter le fonctionnement du circulateur à vitesse fixe à un point trop élevé sur sa caractéristique et les nuisances sonores induites lorsque les robinets thermostatiques se ferment. Dans ce cas, elle s'ouvre sous l'effet de l'augmentation de pression différentielle. Elle doit être réglée à la hauteur manométrique du point de fonctionnement nominal du circulateur.

La soupape de pression différentielle peut être remplacée par un circulateur à vitesse variable car la présence d'un ballon hydro-accumulation à quatre piquages assure le découplage hydraulique avec le circuit primaire.

< CONSEILS DE DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Ballon d'hydro-accumulation

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit :

$$50 \times \text{Puissance de l'appareil sur l'eau} \times \text{facteur de modulation du brûleur}$$

COMMENTAIRE

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. La capacité des radiateurs à libérer une chaleur de 10 kW doit être vérifiée.

Vase d'expansion fermé :

Le dimensionnement du vase d'expansion s'effectue conformément au NF DTU 65.11. Il consiste à déterminer sa pression de gonflage ainsi que sa capacité.

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau. Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0.5 bar supérieur.

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation en considérant le volume du ballon d'hydro-accumulation.

Tableau 2 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique

CONTENANCE MAXIMALE DE L'INSTALLATION (l)	CAPACITÉ DU VASE D'EXPANSION EN LITRES POUR UNE HAUTEUR STATIQUE JUSQU'À		
	5 m	10 m	15 m
200	15	19	28
300	22	29	43
400	30	39	57
500	37	48	71
600	45	58	85
700	52	68	100
800	60	77	114
900	67	87	128
1 000	75	97	142
1 250	93	121	178
1 500	112	145	213
1 750	131	169	249
2 000	149	193	285

Circulateurs de chauffage

Le débit du circulateur est calculé pour la puissance du circuit de chauffage et pour la chute de température choisie sur le circuit. Sa hauteur manométrique du circulateur est égale à la somme des pertes du circuit de distribution, des pertes de charge de la production et des pertes de charge de la vanne de régulation à pleine ouverture.

Vanne de régulation du circuit de chauffage

Pour assurer une autorité suffisante, de l'ordre de 0,5, la vanne de régulation doit être choisie avec une perte de charge au moins équivalente à la perte de charge de la production.

Soupape de sécurité de surpression

La soupape de sécurité est dimensionnée pour répondre à la pression totale développée dans l'installation à proximité du générateur. Elle doit s'ouvrir à une pression correspondant à la pression maximale d'utilisation de l'installation et doit pouvoir empêcher tout dépassement de cette pression supérieur à 10%.

En général les soupapes sont tarées à 3 bar. Attention toutefois à vérifier si cette pression est la pression maximale d'utilisation du bouilleur précisée par le fabricant.

Réseau de chauffage

Sans la présence d'un ballon d'hydro-accumulation, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, il est recommandé de disposer d'une puissance d'au moins : (facteur de modulation brûleur) x 100% x Puissance d'émission sans robinet thermostatique pour une installation sans ballon d'hydro-accumulation.

Une limite haute de puissance est également conseillée pour éviter des retours d'eau trop froids (voir préconisations du fabricant).

COMMENTAIRE

Le bouilleur produit 10,9 kW sur l'eau et 2,5 kW sur l'air. La puissance cumulée est de 13,4 kW. Le facteur de modulation est de 35%. Les radiateurs présents possèdent une puissance cumulée de 15 kW à régime d'eau 80/60°C (sans ballon d'hydro-accumulation). La limite basse de puissance à installer est de $35\% \times 100\% \times 10,9 = 3,8$ kW. Il convient de laisser au moins 3,8 kW de puissance de radiateur sans robinet thermostatique pour dissiper la chaleur sur un réseau sans ballon d'hydro-accumulation.

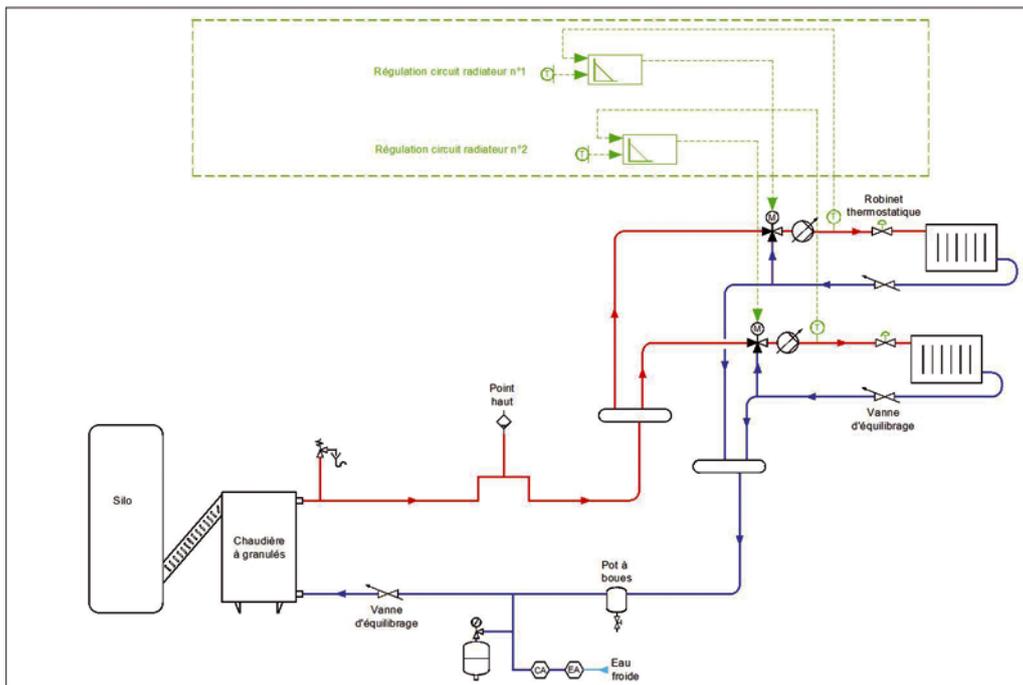
05

SCHÉMA 3 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE SEULE



Ce schéma comporte une chaudière à granulés qui alimente un circuit de chauffage (radiateurs ou plancher). Il intègre ou non un ballon d'hydro-accumulation.

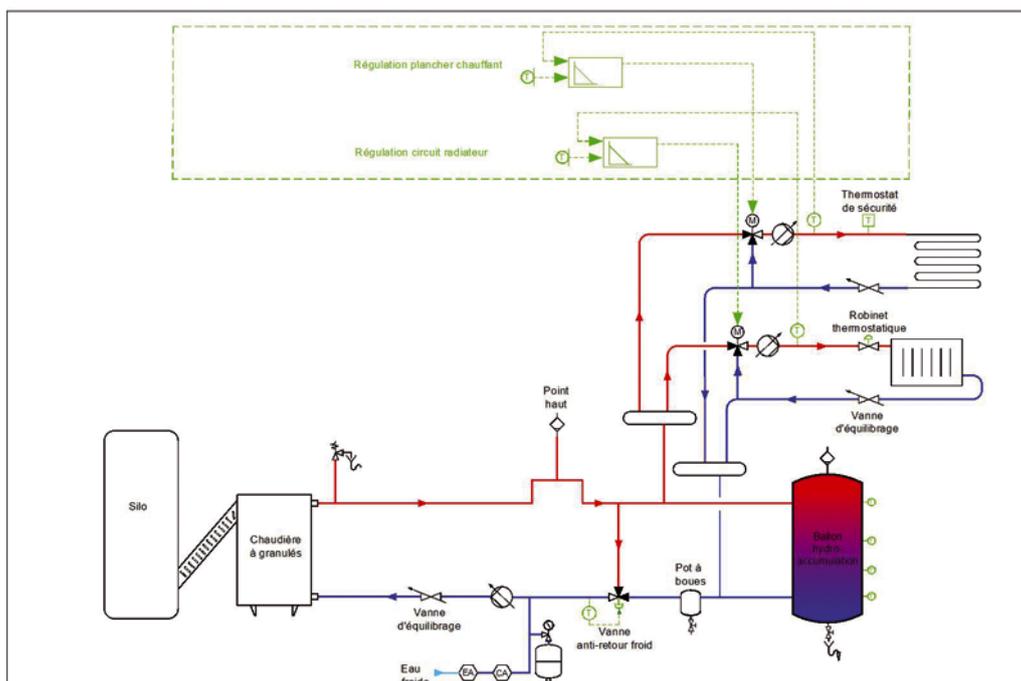
Schéma 8 – Chaudière à granulés modulante, bien dimensionnée sans ballon d'hydro-accumulation



La chaudière est modulante et correctement dimensionnée. Elle est équipée d'un système interne évitant les retours froids. Elle alimente deux circuits de chauffage (radiateurs). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'installer de ballon d'hydro-accumulation. Il est important de suivre les recommandations du fabricant.

Le ballon d'hydro-accumulation n'est pas nécessaire si le réseau de distribution est irrigué directement. Toutefois dans le cas de figure où la distribution (radiateurs ou planchers) possède une régulation de température d'eau, il est alors important de découpler le circuit de production (à débit fixe imposé par le poêle) et les circuits de distribution disposant d'une vanne à trois voies de régulation. Lors de la présence d'un plancher, ce découplage est indispensable. Ce découplage peut s'effectuer à l'aide d'une bouteille. La mise en place d'un petit volume de stockage permet également une meilleure marge de fonctionnement à la mi-saison lorsque le réseau de distribution est peu utilisé.

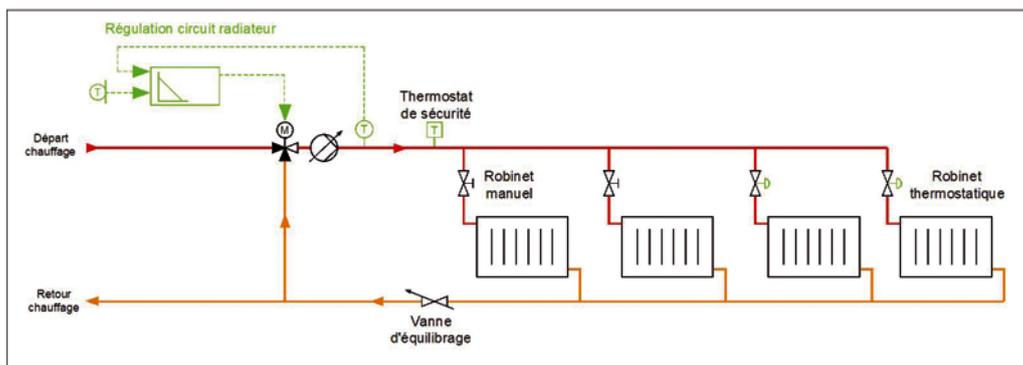
Schéma 9 – Chaudière à granulés non modulante ou surdimensionnée ou avec réseau de type plancher chauffant avec ballon d'hydro-accumulation



La chaudière est modulante ou non. Elle est correctement dimensionnée ou non. Elle est équipée d'un système interne évitant les retours froids. Elle alimente deux circuits de chauffage (radiateurs et plancher chauffant par exemple). Dans ce cas, il est nécessaire d'installer de ballon d'hydro-accumulation (deux ou quatre piquages). Dans tous les cas, il est important de suivre les recommandations du fabricant.

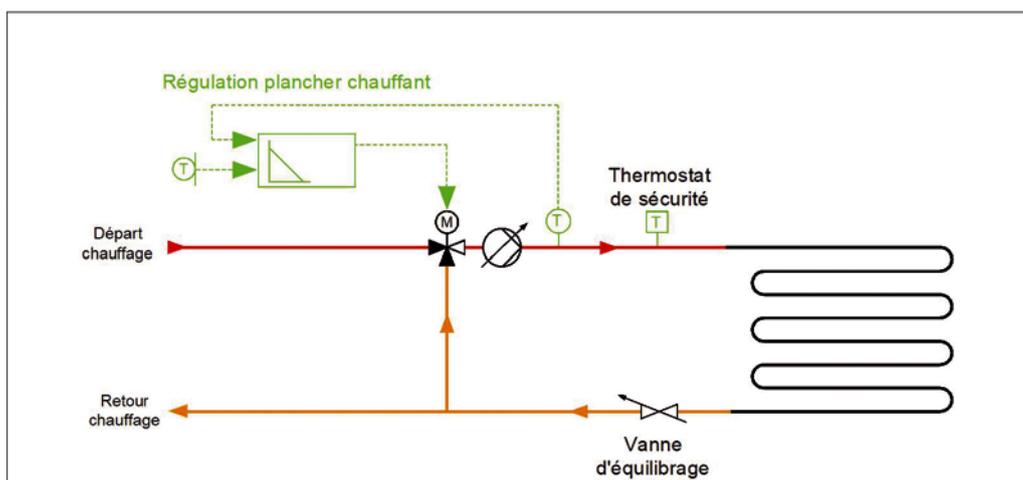
Dans une configuration à deux piquages, la chaleur produite par la chaudière est directement utilisée et transmise au réseau de chauffage.

Schéma 10 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs



!
■
Dans le cas d'une installation avec ballon d'hydro-accumulation, et pour pouvoir utiliser au maximum le stockage d'énergie, un réseau de chauffage fonctionnant à basse température est optimal.

Schéma 11 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant



< AVEZ-VOUS CHOISI LE BON SCHEMA ?

- L'installation assure uniquement la production de chauffage
- La chaudière suffit à chauffer la maison
- La chaudière (modulation, puissance) permet de fonctionner sans ballon d'hydro-accumulation
- La chaudière (modulation, puissance) implique un fonctionnement avec ballon d'hydro-accumulation. Dans ce cas, son installation est envisageable
- Le réseau de chauffage fonctionne de préférence à basse température

< LES SPÉCIFICITÉS À RESPECTER

- Le raccordement hydraulique des chaudières granulés est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.11 – Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment.
- Les critères de conception de l'installation sont conformes à la NF EN 12828
- Les chaudières granulés sont conçues conformément à la NF EN 303.5 (puissance inférieure à 500 kW) et NF EN 12809 (chaudière de puissance inférieure à 50 kW destinée à être installée dans le volume habitable). La NF EN 303.5 définit cinq classes (1 à 5) de matériels en fonction de leurs performances.

- Installation d'un ballon d'hydro-accumulation
- La puissance installée doit être égale ou légèrement supérieure aux déperditions. La plage de modulation est ainsi exploitée au maximum

Les types de chaudières à privilégier :

- ce schéma convient pour tout type de chaudières granulé

< PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET DE LA RÉGULATION

Le fonctionnement d'une chaudière à granulés est similaire à celui d'une chaudière classique. **Elle présente un** fonctionnement totalement automatisé contrairement aux chaudières bûches. Le combustible est stocké à proximité de la chaudière. Ce dernier est automatiquement transporté au foyer de la chaudière par une vis sans fin ou par aspiration.

La régulation associée à la chaudière à granulés permet généralement :

- gestion des paramètres de combustion (vitesse d'amenée du combustible, débit d'air secondaire, allumage de la chaudière et température des fumées et taux d'oxygène pilotés en continu grâce à l'installation d'une sonde lambda)
- variation de la puissance chaudière
- gestion du nettoyage de la chaudière (décendrage automatique en général et nettoyage des échangeurs)
- gestion des pannes : la régulation peut diagnostiquer instantanément les pannes

La conduite de la combustion est généralement réalisée par un procédé de régulation par sonde au zirconium. Il est actuellement le moyen le plus sensible permettant d'accéder à une combustion de bonne qualité. Son rôle est d'ajuster le mélange air/combustible réglé pour chaque taux de charge de la chaudière. Le dispositif de régulation fait varier le débit d'air secondaire en fonction de la teneur en oxygène dans les fumées humides.

La teneur en oxygène sur fumées humides mesurée par la sonde doit être maintenue constante et égale à une valeur de consigne. Deux cas de dérive peuvent se produire.

- La teneur en oxygène est supérieure à la consigne. L'excès d'air est trop fort, il faut fermer les volets d'air secondaire ;
- La teneur en oxygène est inférieure à la consigne. Il y a un manque d'air, il faut ouvrir les volets d'air secondaire.

Le ballon d'hydro-accumulation se place en dérivation entre l'appareil à granulés et le circuit de chauffage. Le ballon d'hydro-accumulation peut être à 2 ou 4 piquages.

Dans une configuration à 4 piquages, le ballon d'hydro-accumulation est raccordé au réseau primaire de production en vis-à-vis du réseau secondaire de distribution. Cette solution implique de toujours traverser le ballon d'hydro-accumulation pour alimenter les émetteurs. Le ballon assure le stockage des boues en point bas (pots à boues).

Dans une configuration à 2 piquages, la chaleur produite par la chaudière est directement utilisée et transmise au réseau secondaire. Pour limiter au maximum l'interaction entre les deux réseaux et assurer le découplage hydraulique, il convient de limiter la distance de piquage du té vers le ballon et d'augmenter le diamètre de la canalisation en ce point.

Le ballon d'hydro-accumulation doit être muni de 3 ou 4 thermomètres de contrôle de charge. Il faut éviter les turbulences dues aux entrées et sorties d'eau (effet de jet). Il peut être équipé d'une résistance électrique d'appoint immergée.

Une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique) peut être mise en œuvre. Elle est indispensable pour la bonne gestion de la décharge du stockage d'énergie. Elle agit sur la vanne à trois voies au départ du circuit de chauffage et règle la température d'eau alimentant le circuit de chauffage en fonction de la température extérieure.

- ! **Pas de vanne à 4 voies en aval du ballon d'hydro-accumulation.**
- ▲ **Une destratification du ballon d'hydro-accumulation a lieu dès lors que le réseau de chauffage en faible demande (circulation par thermosiphon).**

Le circulateur du réseau de distribution doit être au moins activé par un aquastat placé dans le ballon d'hydro-accumulation (en partie haute) ou être activé en permanence ou un moyen équivalent pour assurer la dissipation de chaleur dans les émetteurs de chaleur.

Pour des planchers chauffants, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat. Un thermostat de sécurité 55° évite les surchauffes.

■ COMMENTAIRE

Si on installe une hydro-accumulation, et pour pouvoir utiliser au maximum le stockage d'énergie, on optera pour un système d'émission à basse température et un plancher chauffant.

Pour des circuits de radiateurs, Un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat.

■ COMMENTAIRE

Sans hydro-accumulation, pour assurer les retours chauds, les émetteurs sont des émetteurs à haute température.

Pour augmenter le confort, et lisser un peu les variations de températures dues au fonctionnement sans hydro-accumulation, on optera pour des émetteurs à forte inertie (radiateurs fonte par exemple).

L'installation de robinets thermostatiques est imposée sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

- ! **Sans hydro-accumulation, il est recommandé de laisser deux radiateurs sans régulation thermostatique pour pouvoir évacuer un surplus éventuel de chaleur (les radiateurs de la salle d'eau par exemple).**

< ACCESSOIRES HYDRAULIQUES OBLIGATOIRES OU CONSEILLÉS

Vanne mélangeuse anti-retour froid

Pour éviter la condensation humide et acide dans la chaudière, la température de retour d'eau doit être supérieure au point de rosée des fumées bois.

Il est impératif d'assurer des retours chauds à l'appareil (par exemple, 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. Il convient de se référer aux prescriptions du fabricant et à sa condition de garantie.

Vase d'expansion

Il doit être installé un vase d'expansion, ouvert ou fermé. Un vase d'expansion fermé à pression variable doit être mis en œuvre pour assurer une protection contre les variations de pression dans le circuit hydraulique dues à la montée en température du système. Il doit être positionné de préférence en amont de la chaudière et en amont du circulateur.

Disconnecteur sur le réseau d'alimentation en eau

L'installation de chauffage doit être équipée de dispositifs capables de remplir l'installation et d'ajuster le niveau d'eau. La réglementation impose d'installer un disconnecteur de type CA ou BA sur une installation de puissance inférieure à 70 kW raccordée au réseau d'eau potable, selon le fluide caloporteur utilisé. Un ensemble de protection EA, composé d'un clapet de non-retour anti-pollution contrôlable associé à une vanne placée en amont, doit être prévu en complément à une distance inférieure à 3 m du point de piquage.

Soupape de sécurité

La soupape de sécurité de surpression est obligatoire pour ce type d'installation en réseau d'eau fermé. Si la chaudière n'est pas équipée d'usine d'une soupape de sécurité, cet élément doit être installé. La soupape est conforme à la norme NF P 52-001.

! Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de l'appareil. Aucun dispositif d'isolement n'est prévu entre la soupape et l'appareil.

Circulateur

Il permet la circulation de l'eau dans la boucle primaire de la chaudière. Il est commandé par le régulateur/comparateur de l'aquastat du circuit primaire alimentant la chaudière afin de fournir une température suffisante en sortie d'appareil. Le circulateur doit être placé sur le retour de l'installation, où la température est moins chaude, et doit pouvoir résister aux températures de fonctionnement ainsi qu'aux pressions de l'installation.

Robinet de vidange

Le circuit hydraulique dispose d'un robinet de vidange installé au point bas de l'installation

Purgeur d'air

L'installation doit comporter un purgeur situé au point haut du réseau. Il est également conseillé d'équiper le ballon d'hydro-accumulation (si présent). Le purgeur automatique doit être associé à une vanne d'isolement.

Pot de décantation et filtre à tamis

L'installation d'un pot de décantation et d'un filtre à tamis est fortement conseillée en amont de la chaudière, sur la canalisation de retour du réseau de chauffage, pour la protéger de l'embouage et préserver un échange thermique optimal.

Le filtre à tamis doit être d'un diamètre au moins égal au diamètre du circuit. L'installation d'un robinet de vidange est conseillée en bas du ballon d'hydro-accumulation (si présent) pour permettre d'évacuer les dépôts.

Vanne d'équilibrage

Une vanne d'équilibrage placée en série avec le circulateur, généralement sur le retour du circuit de chauffage, permet d'ajuster le point de fonctionnement du circulateur à vitesse constante afin que le débit soit conforme à celui spécifié par le fabricant de l'appareil bois. Un modèle à mesure de débit est conseillé.

Dans le cas d'un réseau de planchers chauffants, des vannes d'équilibrage doivent être installées sur chaque boucle (au niveau du distributeur ou du collecteur).

Sonde de température

Pour permettre une montée en température plus rapide de la chaudière et éviter l'apparition de condensation, le circulateur est asservi pour fonctionner à partir d'une température comprise entre 50 à 60°C. La sonde est positionnée en sortie de la chaudière dans un doigt de gant (ou au contact de la tuyauterie).

Manomètre placé sur le circulateur (non représenté sur les schémas)

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, un manomètre est implanté sur le circulateur et est associé à deux vannes d'isolement. Il permet de mesurer la hauteur manométrique du circulateur et d'évaluer le débit à partir de la courbe caractéristique du circulateur.

Thermostat de sécurité sur le départ du plancher chauffant

La mise en place d'un thermostat de sécurité sur le départ des planchers chauffants est obligatoire. Il doit être à réarmement manuel, indépendant de la régulation et fonctionnant mécaniquement, sans alimentation électrique. Il doit couper la fourniture de chaleur pour que la température dans le plancher chauffant ne dépasse pas 55°C.

En cas de dépassement de température, il doit mettre à l'arrêt la chaudière ainsi que le circulateur.

Robinets thermostatiques

Ils équipent les radiateurs. On rappelle qu'ils sont obligatoires sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, une soupape de pression différentielle (non représentée) permet d'éviter le fonctionnement du circulateur à un point trop élevé sur sa caractéristique et les nuisances sonores induites lorsque les robinets thermostatiques se ferment. Dans ce cas, elle s'ouvre sous l'effet de l'augmentation de pression différentielle. Elle doit être réglée à la hauteur manométrique du point de fonctionnement nominal du circulateur.

La soupape de pression différentielle peut être remplacée par un circulateur à vitesse variable.

Groupe de sécurité

Le ballon d'eau chaude sanitaire doit être alimenté en eau froide par l'intermédiaire d'un groupe de sécurité. Il ne doit y avoir aucun piquage ou organe entre le groupe de sécurité et le ballon.

< CONSEILS DE DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Ballon d'hydro-accumulation

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit :

$$50 \times \text{Puissance de la chaudière} \times \text{facteur de modulation du brûleur}$$

COMMENTAIRE

Une chaudière de 20 kW de puissance nominale 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 300 litres.

Dans le cas d'une relève automatique, le volume utile est réduit d'environ 25% car la partie supérieure sert à la régulation de l'activation de la chaudière et de son circulateur dédié.

Vase d'expansion fermé :

Le dimensionnement du vase d'expansion s'effectue conformément au NF DTU 65.11. Il consiste à déterminer sa pression de gonflage ainsi que sa capacité.

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau. Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0.5 bar supérieur.

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation en considérant le volume du ballon d'hydro-accumulation.

Tableau 3 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique

CONTENANCE MAXIMALE DE L'INSTALLATION (l)	CAPACITÉ DU VASE D'EXPANSION EN LITRES POUR UNE HAUTEUR STATIQUE JUSQU'À		
	5 m	10 m	15 m
200	15	19	28
300	22	29	43
400	30	39	57
500	37	48	71
600	45	58	85
700	52	68	100
800	60	77	114
900	67	87	128
1 000	75	97	142
1 250	93	121	178
1 500	112	145	213
1 750	131	169	249
2 000	149	193	285

Circulateurs de chauffage

Le débit du circulateur est calculé pour la puissance du circuit de chauffage et pour la chute de température choisie sur le circuit. Sa hauteur manométrique du circulateur est égale à la somme des pertes du circuit de distribution, des pertes de charge de la production et des pertes de charge de la vanne de régulation à pleine ouverture.

Vanne de régulation du circuit de chauffage

Pour assurer une autorité suffisante, de l'ordre de 0,5, la vanne de régulation doit être choisie avec une perte de charge au moins équivalente à la perte de charge de la production.

Soupape de sécurité de surpression

La soupape de sécurité est dimensionnée pour répondre à la pression totale développée dans l'installation à proximité du générateur. Elle doit s'ouvrir à une pression correspondant à la pression maximale d'utilisation de l'installation et doit pouvoir empêcher tout dépassement de cette pression supérieur à 10%.

En général les soupapes sont tarées à 3 bar. Attention toutefois à vérifier si cette pression est la pression maximale d'utilisation du bouilleur précisée par le fabricant.

Réseau de chauffage

Sans la présence d'un ballon d'hydro-accumulation, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, il est recommandé de disposer d'une puissance d'au moins : $(\text{facteur de modulation bruleur}) \times 100\% \times P_{\text{eau de puissance d'émission sans robinet thermostatique}}$ pour une installation sans ballon d'hydro-accumulation

Une limite haute de puissance est également conseillée pour éviter des retours d'eau trop froids (voir préconisations du fabricant).

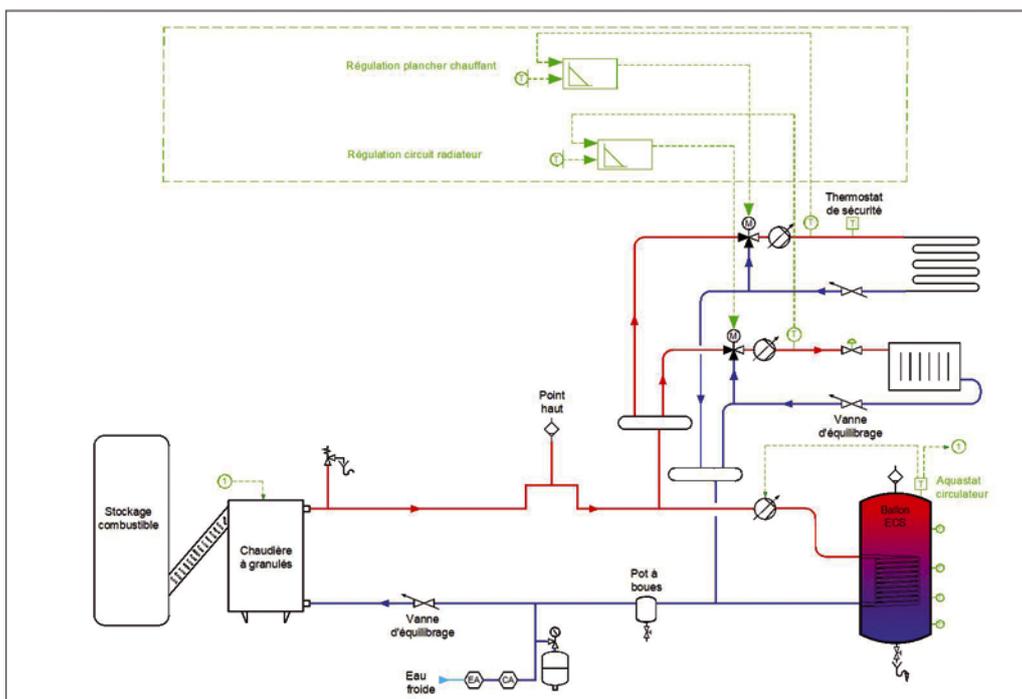
06

SCHÉMA 4 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE



Ce schéma comporte une chaudière à granulés qui alimente un circuit de chauffage (radiateurs ou plancher) et un système de production d'ECS. Il intègre ou non un ballon d'hydro-accumulation.

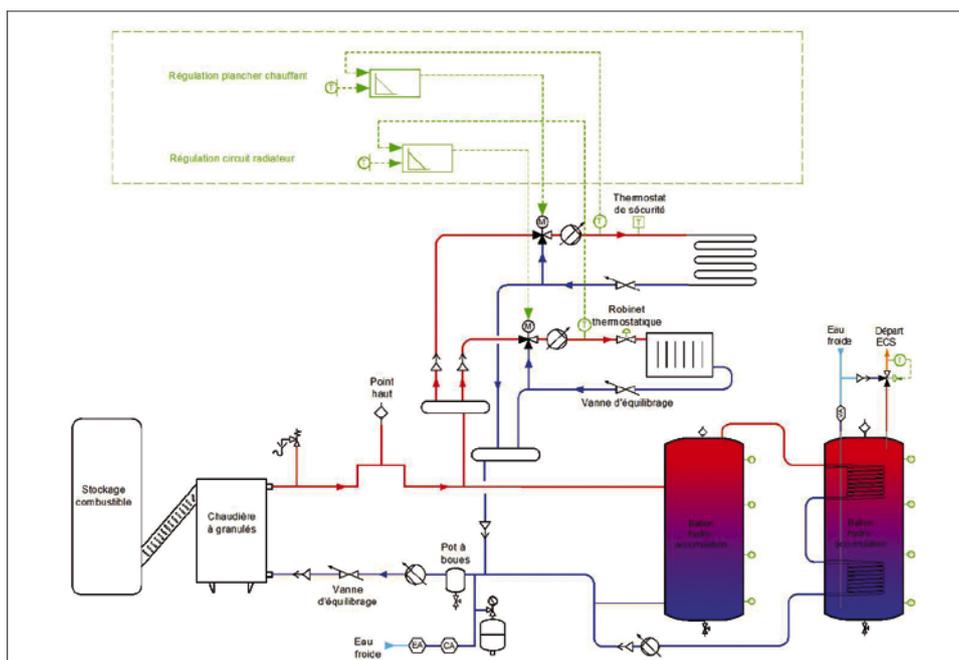
Schéma 12 – Chaudière à granulés modulante, bien dimensionnée sans ballon d'hydro-accumulation et production d'ECS séparée



La chaudière est modulante et correctement dimensionnée. Elle est équipée d'un système interne évitant les retours froids. Elle alimente deux circuits de chauffage et une production d'ECS séparée. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'installer de ballon d'hydro-accumulation. Il est important de suivre les recommandations du fabricant.

Le ballon d'hydro-accumulation n'est pas nécessaire si le réseau de distribution est irrigué directement. Toutefois dans le cas de figure où la distribution (radiateurs ou planchers) possède une régulation de température d'eau, il est alors important de découpler le circuit de production (à débit fixe imposé par le poêle) et les circuits de distribution disposant d'une vanne à trois voies de régulation. Lors de la présence d'un plancher, ce découplage est indispensable. Ce découplage peut s'effectuer à l'aide d'une bouteille. La mise en place d'un petit volume de stockage permet également une meilleure marge de fonctionnement à la mi-saison lorsque le réseau de distribution est peu utilisé.

Schéma 13 – Chaudière à granulés avec ballon d'hydro-accumulation et production d'ECS séparée



La chaudière est modulante ou non. Elle est correctement dimensionnée ou non. Elle est équipée d'un système interne évitant les retours froids. Elle alimente deux circuits de chauffage (radiateurs et plancher chauffant par exemple) et une production d'ECS séparée. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer de ballon d'hydro-accumulation (deux ou quatre piquages). Dans tous les cas, il est important de suivre les recommandations du fabricant.

Dans une configuration à deux piquages, la chaleur produite par la chaudière est directement utilisée et transmise au réseau de chauffage.

< AVEZ-VOUS CHOISI LE BON SCHÉMA ?

- L'installation assure la production de chauffage et d'ECS
- La chaudière suffit à chauffer la maison
- La chaudière (modulation, puissance) permet de fonctionner sans ballon d'hydro-accumulation
- La chaudière (modulation, puissance) implique un fonctionnement avec ballon d'hydro-accumulation. Dans ce cas, son installation est envisageable
- Le réseau de chauffage fonctionne de préférence à basse température

< LES SPÉCIFICITÉS À RESPECTER

- Le raccordement hydraulique des chaudières granulés est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.11 – Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment
- Les critères de conception de l'installation sont conformes à la NF EN 12828
- Les chaudières granulés sont conçues conformément à la NF EN 303.5 (puissance inférieure à 500 kW) et NF EN 12809 (chaudière de puissance inférieure à 50 kW destinée à être installée dans le volume habitable). La NF EN 303.5 définit cinq classes (1 à 5) de matériels en fonction de leurs performances
- Installation d'un ballon d'hydro-accumulation (si la chaudière implique un fonctionnement sa présence)
- La puissance installée doit être égale ou légèrement supérieure aux déperditions. La plage de modulation est ainsi exploitée au maximum

Les types de chaudières à privilégier :

- ce schéma convient pour tout type de chaudières à granulés

< PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET DE LA RÉGULATION

Le fonctionnement d'une chaudière à granulés est similaire à celui d'une chaudière classique. **Elle présente un** fonctionnement totalement automatisé contrairement aux chaudières bûches. Le combustible est stocké à proximité de la chaudière. Ce dernier est automatiquement transporté au foyer de la chaudière par une vis sans fin ou par aspiration.

La régulation associée à la chaudière à granulés permet généralement :

- gestion des paramètres de combustion (vitesse d'amenée du combustible, débit d'air secondaire, allumage de la chaudière et température des fumées et taux d'oxygène pilotés en continu grâce à l'installation d'une sonde lambda)
- variation de la puissance chaudière
- gestion du nettoyage de la chaudière (décendrage automatique en général et nettoyage des échangeurs)
- gestion des pannes : la régulation peut diagnostiquer instantanément les pannes

La conduite de la combustion est généralement réalisée par un procédé de régulation par sonde au zirconium. Il est actuellement le moyen le plus sensible permettant d'accéder à une combustion de bonne qualité. Son rôle est d'ajuster le mélange air/combustible réglé pour chaque taux de charge de la chaudière. Le dispositif de régulation fait varier le débit d'air secondaire en fonction de la teneur en oxygène dans les fumées humides.

La teneur en oxygène sur fumées humides mesurée par la sonde doit être maintenue constante et égale à une valeur de consigne. Deux cas de dérive peuvent se produire.

- La teneur en oxygène est supérieure à la consigne. L'excès d'air est trop fort, il faut fermer les volets d'air secondaire ;
- La teneur en oxygène est inférieure à la consigne. Il y a un manque d'air, il faut ouvrir les volets d'air secondaire.

Le ballon d'hydro-accumulation (si la chaudière implique un fonctionnement sa présence) se place en dérivation entre la chaudière et le circuit de chauffage. Le ballon d'hydro-accumulation peut être à 2 ou 4 piquages.

Dans une configuration à 4 piquages, le ballon d'hydro-accumulation est raccordé au réseau primaire de production en vis-à-vis du réseau secondaire de distribution. Cette solution implique de toujours traverser le ballon d'hydro-accumulation pour alimenter les émetteurs. Le ballon assure le stockage des boues en point bas (pots à boues).

Dans une configuration à 2 piquages, la chaleur produite par la chaudière est directement utilisée et transmise au réseau secondaire. Pour limiter au maximum l'interaction entre les deux réseaux et assurer le découplage hydraulique, il convient de limiter la distance de piquage du té vers le ballon et d'augmenter le diamètre de la canalisation en ce point.

Il faut éviter les turbulences dues aux entrées et sorties d'eau (effet de jet). Le ballon d'hydro-accumulation peut être équipé d'une résistance électrique d'appoint immergée.

Si 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 ;

Une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique) peut être mise en œuvre. Elle 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.

! Pas de vanne à 4 voies en aval du ballon d'hydro-accumulation.
■ Une destratification du ballon d'hydro-accumulation a lieu dès lors que le réseau de chauffage en faible demande (circulation par thermosiphon).

Le circulateur du réseau de distribution doit être au moins activé par un aquastat placé dans le ballon d'hydro-accumulation (en partie haute) ou être activé en permanence ou un moyen équivalent pour assurer la dissipation de chaleur dans les émetteurs de chaleur.

Pour des planchers chauffants, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat. Un thermostat de sécurité évite les surchauffes.

■ COMMENTAIRE

Si on installe une hydro-accumulation, et pour pouvoir utiliser au maximum le stockage d'énergie, on optera pour un système d'émission à basse température et un plancher chauffant.

Pour des circuits de radiateurs, Un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat.

COMMENTAIRE

Sans hydro-accumulation, pour assurer les retours chauds, les émetteurs sont des émetteurs à haute température.

Pour augmenter le confort, et lisser un peu les variations de températures dues au fonctionnement sans hydro-accumulation, on optera pour des émetteurs à forte inertie (radiateurs fonte par exemple).

L'installation de robinets thermostatiques est imposée sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

! Sans hydro-accumulation, il est recommandé de laisser deux radiateurs sans régulation thermostatique pour pouvoir évacuer un surplus éventuel de chaleur (les radiateurs de la salle d'eau par exemple).

< ACCESSOIRES HYDRAULIQUES OBLIGATOIRES OU CONSEILLÉS**Vanne mélangeuse anti-retour froid**

Pour éviter la condensation humide et acide dans la chaudière à granulés, la température de retour d'eau doit être supérieure au point de rosée des fumées bois.

Il est impératif d'assurer des retours chauds à l'appareil (par exemple, 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. Il convient de se référer aux prescriptions du fabricant et à sa condition de garantie.

Vase d'expansion

Un vase d'expansion fermé à pression variable doit être mis en œuvre pour assurer une protection contre les variations de pression dans le circuit hydraulique dues à la montée en température du système. Il doit être positionné de préférence en amont de l'appareil bouilleur et en amont du circulateur.

Disconnecteur sur le réseau d'alimentation en eau

L'installation de chauffage doit être équipée de dispositifs capables de remplir l'installation et d'ajuster le niveau d'eau. La réglementation impose d'installer un disconnecteur de type CA ou BA sur une installation de puissance inférieure à 70 kW raccordée au réseau d'eau potable, selon le fluide caloporteur utilisé. Un ensemble de protection EA, composé d'un clapet de non-retour anti-pollution contrôlable associé à une vanne placée en amont, doit être prévu en complément à une distance inférieure à 3 m du point de piquage.

Soupape de sécurité

La soupape de sécurité de surpression est obligatoire pour ce type d'installation en réseau d'eau fermé. Si la chaudière n'est pas équipée d'usine d'une soupape de sécurité, cet élément doit être installé. La soupape est conforme à la norme NF P 52-001.

! Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de la chaudière. Aucun dispositif d'isolement n'est prévu entre la soupape et la chaudière.

Circulateur

Il permet la circulation de l'eau dans la boucle primaire de la chaudière. Le fonctionnement du circulateur est asservi à la température d'eau en sortie de la chaudière. Il est commandé par le régulateur/comparateur de l'aquastat du circuit primaire alimentant la chaudière afin de fournir une température suffisante en sortie. Le circulateur doit être placé sur le retour de l'installation, où la température est moins chaude, et doit pouvoir résister aux températures de fonctionnement ainsi qu'aux pressions de l'installation.

Robinet de vidange

Le circuit hydraulique dispose d'un robinet de vidange installé au point bas de l'installation

Purgeur d'air

L'installation doit comporter un purgeur situé au point haut du réseau. Il est également conseillé d'équiper le ballon d'hydro-accumulation (si présent). Le purgeur automatique doit être associé à une vanne d'isolement.

Pot de décantation et filtre à tamis

L'installation d'un pot de décantation et d'un filtre à tamis est fortement conseillée en amont de la chaudière, sur la canalisation de retour du réseau de chauffage, pour la protéger de l'embouage et préserver un échange thermique optimal.

Le filtre à tamis doit être d'un diamètre au moins égal au diamètre du circuit. L'installation d'un robinet de vidange est conseillée en bas du ballon d'hydro-accumulation (si présent) pour permettre d'évacuer les dépôts.

Vanne d'équilibrage

Une vanne d'équilibrage placée en série avec le circulateur, généralement sur le retour du circuit de chauffage, permet d'ajuster le point de fonctionnement du circulateur à vitesse constante afin que le débit soit conforme à celui spécifié par le fabricant de l'appareil bois. Un modèle à mesure de débit est conseillé.

Dans le cas d'un réseau de planchers chauffants, des vannes d'équilibrage doivent être installées sur chaque boucle (au niveau du distributeur ou du collecteur).

Sonde de température

Pour permettre une montée en température plus rapide de la chaudière et éviter l'apparition de condensation, le circulateur est asservi pour fonctionner à partir d'une température comprise entre 50 à 60°C. La sonde est positionnée en sortie de la chaudière dans un doigt de gant (ou au contact de la tuyauterie).

Manomètre placé sur le circulateur (non représenté sur les schémas)

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, un manomètre est implanté sur le circulateur et est associé à deux vannes d'isolement. Il permet de mesurer la hauteur manométrique du circulateur et d'évaluer le débit à partir de la courbe caractéristique du circulateur.

Thermostat de sécurité sur le départ du plancher chauffant

La mise en place d'un thermostat de sécurité sur le départ des planchers chauffants est obligatoire. Il doit être à réarmement manuel, indépendant de la régulation et fonctionnant mécaniquement, sans alimentation électrique. Il doit couper la fourniture de chaleur pour que la température dans le plancher chauffant ne dépasse pas 55°C.

En cas de dépassement de température, il doit mettre à l'arrêt la chaudière ainsi que le circulateur.

Robinets thermostatiques

Ils équipent les radiateurs. On rappelle qu'ils sont obligatoires sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, une soupape de pression différentielle (non représentée) permet d'éviter le fonctionnement du circulateur à un point trop élevé sur sa caractéristique et les nuisances sonores induites lorsque les robinets thermostatiques se ferment. Dans ce cas, elle s'ouvre sous l'effet de l'augmentation de pression différentielle. Elle doit être réglée à la hauteur manométrique du point de fonctionnement nominal du circulateur.

La soupape de pression différentielle peut être remplacée par un circulateur à vitesse variable.

Groupe de sécurité

Le ballon d'eau chaude sanitaire doit être alimenté en eau froide par l'intermédiaire d'un groupe de sécurité. Il ne doit y avoir aucun piquage ou organe entre le groupe de sécurité et le ballon.

< CONSEILS DE DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Ballon d'hydro-accumulation (si la chaudière implique un fonctionnement sa présence)

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit :

$$50 \times \text{Puissance de la chaudière} \times \text{facteur de modulation du brûleur}$$

■ COMMENTAIRE

Une chaudière de 20 kW de puissance nominale 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 300 litres.

Dans le cas d'une relève automatique, le volume utile est réduit d'environ 25% car la partie supérieure sert à la régulation de l'activation de la chaudière et de son circulateur dédié.

Préparateur d'eau chaude sanitaire

L'objectif du dimensionnement consiste à choisir la puissance et le volume du ballon éventuel capables de faire face à la demande de débit prévisible la plus élevée, avec une insatisfaction suffisamment rare pour qu'elle soit acceptable.

Vase d'expansion fermé :

Le dimensionnement du vase d'expansion s'effectue conformément au NF DTU 65.11. Il consiste à déterminer sa pression de gonflage ainsi que sa capacité.

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que

le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau. Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0.5 bar supérieur.

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation en considérant le volume du ballon d'hydro-accumulation.

Tableau 4 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique

CONTENANCE MAXIMALE DE L'INSTALLATION (l)	CAPACITÉ DU VASE D'EXPANSION EN LITRES POUR UNE HAUTEUR STATIQUE JUSQU'À		
	5 m	10 m	15 m
200	15	19	28
300	22	29	43
400	30	39	57
500	37	48	71
600	45	58	85
700	52	68	100
800	60	77	114
900	67	87	128
1 000	75	97	142
1 250	93	121	178
1 500	112	145	213
1 750	131	169	249
2 000	149	193	285

Circulateurs de chauffage

Le débit du circulateur est calculé pour la puissance du circuit de chauffage et pour la chute de température choisie sur le circuit. Sa hauteur manométrique du circulateur est égale à la somme des pertes du circuit de distribution, des pertes de charge de la production et des pertes de charge de la vanne de régulation à pleine ouverture.

Vanne de régulation du circuit de chauffage

Pour assurer une autorité suffisante, de l'ordre de 0,5, la vanne de régulation doit être choisie avec une perte de charge au moins équivalente à la perte de charge de la production.

Soupape de sécurité de surpression

La soupape de sécurité est dimensionnée pour répondre à la pression totale développée dans l'installation à proximité du générateur. Elle doit s'ouvrir à une pression correspondant à la pression maximale d'utilisation de l'installation et doit pouvoir empêcher tout dépassement de cette pression supérieur à 10%.

En général les soupapes sont tarées à 3 bar. Attention toutefois à vérifier si cette pression est la pression maximale d'utilisation du bouilleur précisée par le fabricant.

Réseau de chauffage

Sans la présence d'un ballon d'hydro-accumulation, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, il est recommandé de disposer d'une puissance d'au moins : (facteur de modulation brûleur) x 100% x P_{eau} de puissance d'émission sans robinet thermostatique pour une installation sans ballon d'hydro-accumulation

Une limite haute de puissance est également conseillée pour éviter des retours d'eau trop froids (voir préconisations du fabricant).

07

SCHÉMA 7 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS COUPLÉE À UNE PRODUCTION SOLAIRE THERMIQUE

Ce schéma comporte une chaudière à granulés qui alimente deux circuits de chauffage (radiateurs et plancher) et un système de production d'ECS. Il n'intègre pas de ballon d'hydro-accumulation. Une production solaire vient compléter l'installation en réalisant un préchauffage de l'eau chaude sanitaire.

Schéma 14 – Chaudière granulés sans ballon d'hydro-accumulation, production d'ECS séparée avec préchauffage solaire

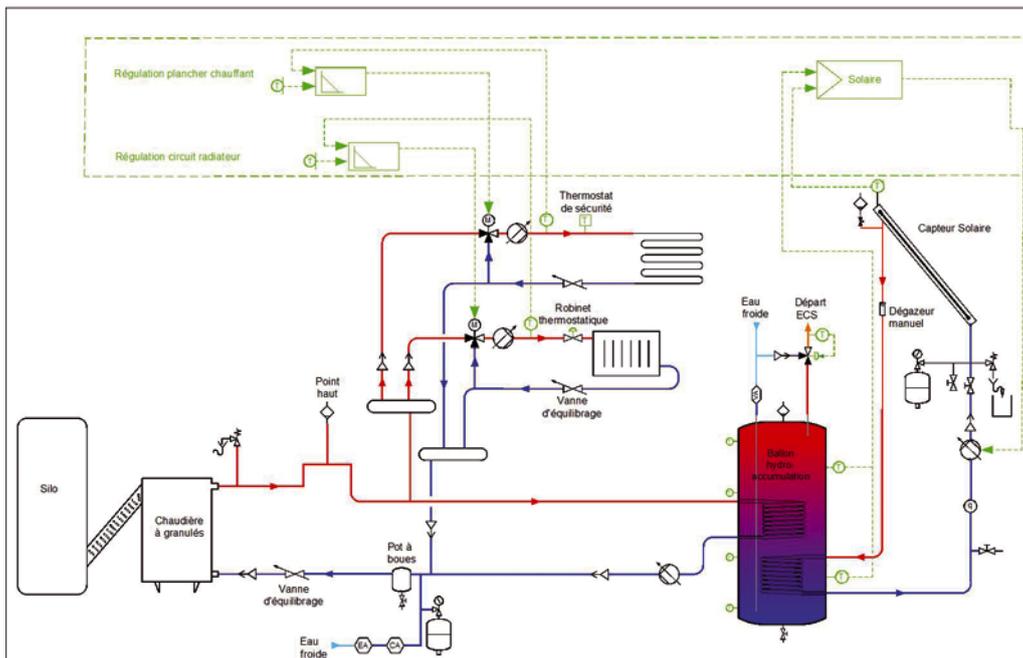
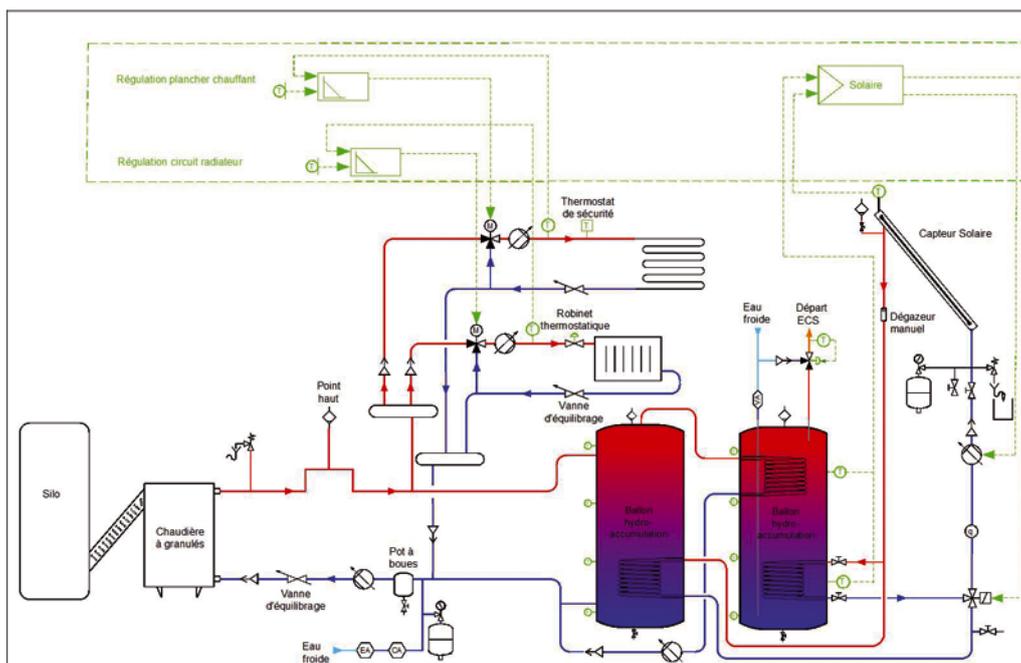


Schéma 15 – Chaudière granulés avec ballon d’hydro-accumulation, production d’ECS séparée avec préchauffage solaire de l’eau sanitaire et de l’eau de chauffage



< AVEZ-VOUS CHOISI LE BON SCHEMA ?

- L'installation assure la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire
- La chaudière à granulés suffit à chauffer la maison
- La chaudière assure la couverture des besoins d'ECS
- La chaudière (modulation, puissance) permet de fonctionner sans ballon d'hydro-accumulation
- La chaudière (modulation, puissance) implique un fonctionnement avec ballon d'hydro-accumulation. Dans ce cas, son installation est envisageable
- Le réseau de chauffage fonctionne de préférence à basse température
- La surface disponible pour la mise en place de capteurs solaires est suffisante : le ratio moyen de dimensionnement est de 1 m² de capteur solaire pour 1000 kWh de besoins annuels (chauffage et ECS)
- La surface disponible pour la mise en place de capteurs solaires est optimale (favoriser une forte inclinaison des capteurs, une orientation des capteurs de +/- 45° par rapport au sud, aucun obstacle venant pénaliser l'ensoleillement reçu par les capteurs)

Le couplage entre le bois et le solaire permet notamment :

- un préchauffage de l'eau de chauffage et de l'eau chaude sanitaire
- de profiter du ballon d'hydro-accumulation comme stockage de l'énergie solaire



Il est important de veiller à « laisser de la place » à l'énergie solaire et de ne pas chauffer la totalité de la contenance du ballon d'hydro-accumulation avant l'apparition du soleil.

< LES SPÉCIFICITÉS À RESPECTER

- Le raccordement hydraulique des chaudières granulés est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.11 – Dispositifs de sécurité des installations de chauffage central concernant le bâtiment.
- Les critères de conception de l'installation sont conformes à la NF EN 12828

- Les chaudières granulés sont conçues conformément à la NF EN 303.5 (puissance inférieure à 500 kW) et NF EN 12809 (chaudière de puissance inférieure à 50 kW destinée à être installée dans le volume habitable). La NF EN 303.5 définit cinq classes (1 à 5) de matériels en fonction de leurs performances.
- Installation d'un ballon d'hydro-accumulation (si la chaudière implique un fonctionnement sa présence)
- La puissance installée doit être égale ou légèrement supérieure aux déperditions. La plage de modulation est ainsi exploitée au maximum

Les types de chaudières à privilégier :

- ce schéma convient pour tout type de chaudières à granulés

Pour le solaire :

- L'installation est conforme aux prescriptions de la NF DTU 65.12 – Réalisation d'installations solaires thermiques avec des capteurs vitrés.
- L'installation est conforme aux Recommandations Professionnelles couvrant les Systèmes Solaires Combinés en habitat individuel
- Application des Eurocodes au domaine du solaire thermique – Cahier des Prescriptions Techniques communes

Les types d'installation solaire à privilégier :

- Installation à capteurs remplis en permanence
- Installation autovidangeable

< PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET DE LA RÉGULATION

Le fonctionnement d'une chaudière à granulés est similaire à celui d'une chaudière classique. **Elle présente un** fonctionnement totalement automatisé contrairement aux chaudières bûches. Le combustible est stocké à proximité de la chaudière. Ce dernier est automatiquement transporté au foyer de la chaudière par une vis sans fin ou par aspiration.

La régulation associée à la chaudière à granulés permet généralement :

- gestion des paramètres de combustion (vitesse d'amenée du combustible, débit d'air secondaire, allumage de la chaudière et température des fumées et taux d'oxygène pilotés en continu grâce à l'installation d'une sonde lambda)
- variation de la puissance chaudière
- gestion du nettoyage de la chaudière (décendrage automatique en général et nettoyage des échangeurs)
- gestion des pannes : la régulation peut diagnostiquer instantanément les pannes

La conduite de la combustion est généralement réalisée par un procédé de régulation par sonde au zirconium. Il est actuellement le moyen le plus sensible permettant d'accéder à une combustion de bonne qualité. Son rôle est d'ajuster le mélange air/combustible réglé pour chaque taux de charge de la chaudière. Le dispositif de régulation fait varier le débit d'air secondaire en fonction de la teneur en oxygène dans les fumées humides.

La teneur en oxygène sur fumées humides mesurée par la sonde doit être maintenue constante et égale à une valeur de consigne. Deux cas de dérive peuvent se produire.

- La teneur en oxygène est supérieure à la consigne. L'excès d'air est trop fort, il faut fermer les volets d'air secondaire ;
- La teneur en oxygène est inférieure à la consigne. Il y a un manque d'air, il faut ouvrir les volets d'air secondaire.

Si 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 ;

Le ballon d'hydro-accumulation d'hydro-accumulation (si la chaudière implique un fonctionnement sa présence) se place en dérivation entre la chaudière et le circuit de chauffage. Le ballon d'hydro-accumulation peut être à 2 ou 4 piquages.

Dans une configuration à 4 piquages, le ballon d'hydro-accumulation est raccordé au réseau primaire de production en vis-à-vis du réseau secondaire de distribution. Cette solution implique de toujours traverser le ballon d'hydro-accumulation pour alimenter les émetteurs. Le ballon assure le stockage des boues en point bas (pots à boues).

Dans une configuration à 2 piquages, la chaleur produite par la chaudière est directement utilisée et transmise au réseau secondaire. Pour limiter au maximum l'interaction entre les deux réseaux et assurer le découplage hydraulique, il convient de limiter la distance de piquage du té vers le ballon et d'augmenter le diamètre de la canalisation en ce point.

Il faut éviter les turbulences dues aux entrées et sorties d'eau (effet de jet). Le ballon d'hydro-accumulation peut être équipé d'une résistance électrique d'appoint immergée.

Une régulation en fonction de la température extérieure (régulation climatique) peut être mise en œuvre. Elle 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.



- **Pas de vanne à 4 voies en aval du ballon d'hydro-accumulation.**
- **Une destratification du ballon d'hydro-accumulation a lieu dès lors que le réseau de chauffage en faible demande (circulation par thermosiphon).**

La production solaire est pilotée en regard d'un différentiel de température : le dispositif de régulation commande le transfert de l'énergie solaire captée vers le ballon de stockage, seulement si la température du liquide caloporteur dans les capteurs est supérieure à celle de l'eau contenue dans le ballon de stockage.

Le circulateur du réseau de distribution doit être au moins activé par un aquastat placé dans le ballon d'hydro-accumulation (en partie haute) ou être activé en permanence ou un moyen équivalent pour assurer la dissipation de chaleur dans les émetteurs de chaleur.

Pour des planchers chauffants, un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat. Un thermostat de sécurité 55° évite les surchauffes.

COMMENTAIRE

Si on installe une hydro-accumulation, et pour pouvoir utiliser au maximum le stockage d'énergie, on optera pour un système d'émission à basse température et un plancher chauffant.

Pour des circuits de radiateurs, Un circulateur à vitesse variable est installé pour limiter les consommations électriques et les bruits. Un régulateur avec une sonde extérieure permet d'adapter la température de départ d'eau chaude en fonction de la rigueur du climat.

COMMENTAIRE

Sans hydro-accumulation, pour assurer les retours chauds, les émetteurs sont des émetteurs à haute température.

Pour augmenter le confort, et lisser un peu les variations de températures dues au fonctionnement sans hydro-accumulation, on optera pour des émetteurs à forte inertie (radiateurs fonte par exemple).

L'installation de robinets thermostatiques est imposée sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

! Sans hydro-accumulation, il est recommandé de laisser deux radiateurs sans régulation thermostatique pour pouvoir évacuer un surplus éventuel de chaleur (les radiateurs de la salle d'eau par exemple).

< ACCESSOIRES HYDRAULIQUES OBLIGATOIRES OU CONSEILLÉS**Vanne mélangeuse anti-retour froid**

Pour éviter la condensation humide et acide dans l'appareil bouilleur, la température de retour d'eau doit être supérieure au point de rosée des fumées bois.

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

Vase d'expansion

Il doit être installé un vase d'expansion, ouvert ou fermé. Un vase d'expansion fermé à pression variable doit être mis en œuvre pour assurer une protection contre les variations de pression dans le circuit hydraulique dues à la montée en température du système. Il doit être positionné de préférence en amont de l'appareil bouilleur et en amont du circulateur.

Disconnecteur sur le réseau d'alimentation en eau

L'installation de chauffage doit être équipée de dispositifs capables de remplir l'installation et d'ajuster le niveau d'eau. La réglementation impose d'installer un disconnecteur de type CA ou BA sur une installation de puissance

inférieure à 70 kW raccordée au réseau d'eau potable, selon le fluide caloporteur utilisé. Un ensemble de protection EA, composé d'un clapet de non-retour anti-pollution contrôlable associé à une vanne placée en amont, doit être prévu en complément à une distance inférieure à 3 m du point de piquage.

Soupape de sécurité

La soupape de sécurité de surpression est obligatoire pour ce type d'installation en réseau d'eau fermé. Si la chaudière n'est pas équipée d'usine d'une soupape de sécurité, cet élément doit être installé. La soupape est conforme à la norme NF P 52-001.

! Le montage de la soupape est fait à un endroit accessible. Son raccordement s'effectue à proximité immédiate sur le départ de la chaudière. Aucun dispositif d'isolement n'est prévu entre la soupape et la chaudière.

Circulateur

Il permet la circulation de l'eau dans la boucle primaire de la chaudière. Le fonctionnement du circulateur est asservi à la température d'eau en sortie de la chaudière. Il est commandé par le régulateur/comparateur de l'aquastat du circuit primaire alimentant la chaudière afin de fournir une température suffisante en sortie de chaudière. Le circulateur doit être placé sur le retour de l'installation, où la température est moins chaude, et doit pouvoir résister aux températures de fonctionnement ainsi qu'aux pressions de l'installation.

Robinet de vidange

Le circuit hydraulique dispose d'un robinet de vidange installé au point bas de l'installation

Purgeur d'air

L'installation doit comporter un purgeur situé au point haut du réseau. Il est également conseillé d'équiper le ballon d'hydro-accumulation (si présent). Le purgeur automatique doit être associé à une vanne d'isolement.

Pot de décantation et filtre à tamis

L'installation d'un pot de décantation et d'un filtre à tamis est fortement conseillée en amont de la chaudière, sur la canalisation de retour du réseau de chauffage, pour la protéger de l'embouage et préserver un échange thermique optimal.

Le filtre à tamis doit être d'un diamètre au moins égal au diamètre du circuit.

L'installation d'un robinet de vidange est conseillée en bas du ballon d'hydro-accumulation (si présent) pour permettre d'évacuer les dépôts.

Vanne d'équilibrage

Une vanne d'équilibrage placée en série avec le circulateur, généralement sur le retour du circuit de chauffage, permet d'ajuster le point de fonctionnement du circulateur à vitesse constante afin que le débit soit conforme à celui spécifié par le fabricant de la chaudière. Un modèle à mesure de débit est conseillé.

Dans le cas d'un réseau de planchers chauffants, des vannes d'équilibrage doivent être installées sur chaque boucle (au niveau du distributeur ou du collecteur).

Sonde de température

Pour permettre une montée en température plus rapide de la chaudière et éviter l'apparition de condensation, le circulateur est asservi pour fonctionner à partir d'une température comprise entre 50 à 60°C. La sonde est positionnée en sortie de la chaudière dans un doigt de gant (ou au contact de la tuyauterie).

Manomètre placé sur le circulateur (non représenté sur les schémas)

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, un manomètre est implanté sur le circulateur et est associé à deux vannes d'isolement. Il permet de mesurer la hauteur manométrique du circulateur et d'évaluer le débit à partir de la courbe caractéristique du circulateur.

Thermostat de sécurité sur le départ du plancher chauffant

La mise en place d'un thermostat de sécurité sur le départ des planchers chauffants est obligatoire. Il doit être à réarmement manuel, indépendant de la régulation et fonctionnant mécaniquement, sans alimentation électrique. Il doit couper la fourniture de chaleur pour que la température dans le plancher chauffant ne dépasse pas 55°C.

En cas de dépassement de température, il doit mettre à l'arrêt la chaudière ainsi que le circulateur.

Robinets thermostatiques

Ils équipent les radiateurs. On rappelle qu'ils sont obligatoires sur les installations neuves en respect de la réglementation thermique.

Dans le cas d'un circulateur à vitesse constante, une soupape de pression différentielle (non représentée) permet d'éviter le fonctionnement du circulateur à un point trop élevé sur sa caractéristique et les nuisances sonores induites lorsque les robinets thermostatiques se ferment. Dans ce cas, elle s'ouvre sous l'effet de l'augmentation de pression différentielle. Elle doit être réglée à la hauteur manométrique du point de fonctionnement nominal du circulateur.

La soupape de pression différentielle peut être remplacée par un circulateur à vitesse variable.

Groupe de sécurité

Le ballon d'eau chaude sanitaire doit être alimenté en eau froide par l'intermédiaire d'un groupe de sécurité. Il ne doit y avoir aucun piquage ou organe entre le groupe de sécurité et le ballon.

< CONSEILS DE DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

Ballon d'hydro-accumulation (si présent)

La capacité du ballon d'hydro-accumulation peut être déterminée en première approche par la capacité de modulation de l'appareil à granulés. Le volume peut être déterminé comme suit :

$$50 \times \text{Puissance de la chaudière} \times \text{facteur de modulation du brûleur}$$

COMMENTAIRE

Une chaudière de 20 kW de puissance nominale 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 300 litres.

Dans le cas d'une relève automatique, le volume utile est réduit d'environ 25% car la partie supérieure sert à la régulation de l'activation de la chaudière et de son circulateur dédié.

Préparateur d'eau chaude sanitaire

L'objectif du dimensionnement consiste à choisir la puissance et le volume du ballon éventuel capables de faire face à la demande de débit prévisible la plus élevée, avec une insatisfaction suffisamment rare pour qu'elle soit acceptable.

Vase d'expansion fermé :

Le dimensionnement du vase d'expansion s'effectue conformément au NF DTU 65.11. Il consiste à déterminer sa pression de gonflage ainsi que sa capacité.

La pression de gonflage du vase doit être supérieure à la pression statique de l'installation de façon à ce que, à froid, l'eau n'entre pas dans le vase et que le volume soit maximal pour absorber la dilatation de l'eau. Elle est exprimée en bar et doit correspondre à la pression statique de l'installation arrondie au 0.5 bar supérieur.

La capacité du vase doit être telle qu'elle puisse recueillir le volume d'expansion de l'installation en considérant le volume du ballon d'hydro-accumulation.

Tableau 5 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique

CONTENANCE MAXIMALE DE L'INSTALLATION (l)	CAPACITÉ DU VASE D'EXPANSION EN LITRES POUR UNE HAUTEUR STATIQUE JUSQU'À		
	5 m	10 m	15 m
200	15	19	28
300	22	29	43
400	30	39	57
500	37	48	71
600	45	58	85
700	52	68	100
800	60	77	114
900	67	87	128
1 000	75	97	142
1 250	93	121	178
1 500	112	145	213
1 750	131	169	249
2 000	149	193	285

Circulateurs de chauffage

Le débit du circulateur est calculé pour la puissance du circuit de chauffage et pour la chute de température choisie sur le circuit. Sa hauteur manométrique du circulateur est égale à la somme des pertes du circuit de distribution, des pertes de charge de la production et des pertes de charge de la vanne de régulation à pleine ouverture.

Vanne de régulation du circuit de chauffage

Pour assurer une autorité suffisante, de l'ordre de 0,5, la vanne de régulation doit être choisie avec une perte de charge au moins équivalente à la perte de charge de la production.

Soupape de sécurité de surpression

La soupape de sécurité est dimensionnée pour répondre à la pression totale développée dans l'installation à proximité du générateur. Elle doit s'ouvrir à une pression correspondant à la pression maximale d'utilisation de l'installation et doit pouvoir empêcher tout dépassement de cette pression supérieur à 10%.

En général les soupapes sont tarées à 3 bar. Attention toutefois à vérifier si cette pression est la pression maximale d'utilisation du bouilleur précisée par le fabricant.

Réseau de chauffage

Sans la présence d'un ballon d'hydro-accumulation, pour éviter toute problématique de dissipation de chaleur, il est recommandé de disposer d'une puissance d'au moins : (facteur de modulation brûleur) x 100% x Peau de puissance d'émission sans robinet thermostatique pour une installation sans ballon d'hydro-accumulation

Une limite haute de puissance est également conseillée pour éviter des retours d'eau trop froids (voir préconisations du fabricant).

TABLE DES MATIÈRES

01 • PRÉSENTATION	4
02 • RÈGLES GÉNÉRALES POUR OPTIMISER LE FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DE CHAUFFAGE AUX GRANULÉS	5
2.1 Privilégier un combustible granulé de qualité	5
2.2 Assurer un tirage stable	6
2.3 Assurer une amenée d'air comburant suffisante	6
2.4 Mettre en œuvre un ballon d'hydro-accumulation	6
2.4.1 Cas des appareils de chauffage divisé équipés d'un dispositif de récupération de chaleur (appelé bouilleur)	7
2.4.2 Cas des chaudières automatiques à granulés	7
2.5 Respecter les règles de dimensionnement de l'appareil	7
2.5.1 Cas des appareils de chauffage divisé équipés d'un dispositif de récupération de chaleur (appelé bouilleur)	8
2.5.2 Cas des chaudières automatiques à granulés modulantes	8
2.6 Privilégier une régulation en fonction de la température extérieure	8
2.7 Appareil au bois avec chaudière en relève : fonctionnement simultané ou alterné	9
03 • SCHÉMA 1 : APPAREILS À GRANULÉS À BOUILLEUR POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE UNIQUEMENT	10
04 • SCHÉMA 2 : APPAREILS À GRANULÉS À BOUILLEUR POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE	20
05 • SCHÉMA 3 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE SEULE ...	29
06 • SCHÉMA 4 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS POUR UNE PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE	38
07 • SCHÉMA 7 : CHAUDIÈRE À GRANULÉS COUPLÉE À UNE PRODUCTION SOLAIRE THERMIQUE	46

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique	18
Tableau 2 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique	27
Tableau 3 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique	36
Tableau 4 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique	45
Tableau 5 – Capacité du vase, pour une pression de tarage de soupape de 3 bars, en fonction du volume d'eau d'une installation à basse température (45°C) et de la hauteur statique	53

TABLE DES SCHÉMAS

Schéma 1 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage avec ballon d'hydro-accumulation. . .	10
Schéma 2 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage avec ballon d'hydro-accumulation et relève par une chaudière d'appoint.	11
Schéma 3 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs	11
Schéma 4 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant . . .	12
Schéma 5 – Raccordement d'un bouilleur à granulés sur un réseau de chauffage à vase fermé avec production d'ECS . . .	20
Schéma 6 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs	21
Schéma 7 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant . . .	21
Schéma 8 – Chaudière à granulés modulante, bien dimensionnée sans ballon d'hydro-accumulation.	29
Schéma 9 – Chaudière à granulés non modulante ou surdimensionnée ou avec réseau de type plancher chauffant avec ballon d'hydro-accumulation	30
Schéma 10 – Circuits de distribution : sur radiateurs : le réseau n°1 alimente un réseau de radiateurs	31
Schéma 11 – Circuits de distribution : sur plancher chauffant : le réseau n°2 alimente un réseau de plancher chauffant . . .	31
Schéma 12 – Chaudière à granulés modulante, bien dimensionnée sans ballon d'hydro-accumulation et production d'ECS séparée	38
Schéma 13 – Chaudière à granulés avec ballon d'hydro-accumulation et production d'ECS séparée	39
Schéma 14 – Chaudière granulés sans ballon d'hydro-accumulation, production d'ECS séparée avec préchauffage solaire	46
Schéma 15 – Chaudière granulés avec ballon d'hydro-accumulation, production d'ECS séparée avec préchauffage solaire de l'eau sanitaire et de l'eau de chauffage	47



Les productions du programme PACTE sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

Retrouvez gratuitement la collection sur www.programmepacte.fr

LES PARTENAIRES DU PROGRAMME PACTE

MAÎTRES D'OUVRAGE



ENTREPRISES/ARTISANS



MAÎTRES D'ŒUVRE



SYNTEC-INGÉNIERIE



CONTRÔLEURS TECHNIQUES



INDUSTRIELS



ASSUREURS



PARTENAIRES PUBLICS



Le Secrétariat Technique du programme PACTE est assuré par l'Agence Qualité Construction.

SCHÉMATHÈQUE APPAREILS DE CHAUFFAGE AUX GRANULÉS EN HABITAT INDIVIDUEL

MARS 2019 – VERSION 1.0

Cette schémathèque a pour vocation d'être un outil pratique et pédagogique de choix et de conception des installations d'appareils de chauffage à granulés en habitat individuel.

Elle s'applique aux appareils de chauffage divisé (de type bouilleur) et centralisé (chaudières alimentant un circuit hydraulique de chauffage et/ou d'ECS) à granulés.

Un schéma intégrant une production solaire thermique est présenté pour ses particularités de conception.

La schémathèque comprend un nombre limité de sept schémas types : pour une production de chauffage seule, de chauffage et d'ECS, avec ou sans ballon d'hydroaccumulation à deux ou quatre piquages...

Chaque fiche schéma type contient :

- le schéma hydraulique complet avec les accessoires ;
- l'explication du fonctionnement hydraulique et de la régulation ;
- des conseils de dimensionnement des principaux équipements hydrauliques ;
- la liste argumentée des accessoires obligatoires ou conseillés.