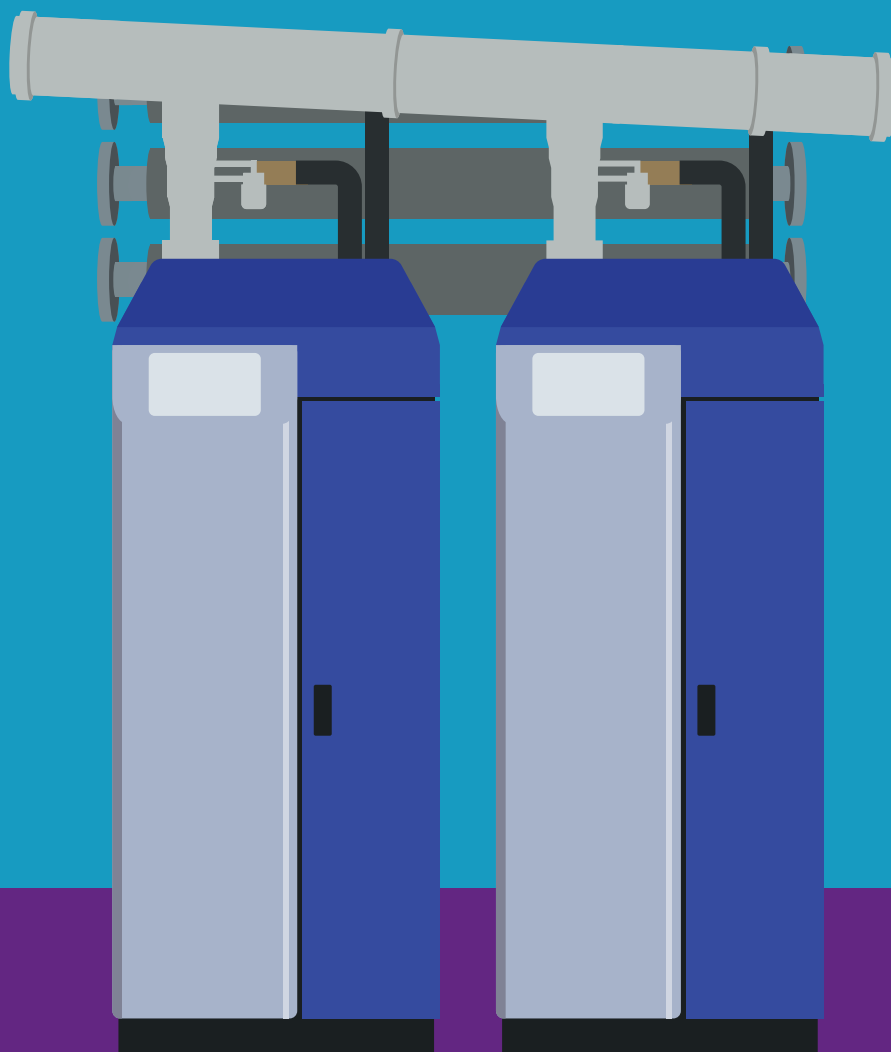


# 8 RÈGLES

DE CONCEPTION ET D'INSTALLATION  
POUR DES PERFORMANCES MAXIMISÉES



Chaudière gaz à condensation

**CEGIBAT**

L'expertise efficacité énergétique de GRDF

# Chaudière gaz à condensation : 8 règles de conception et d'installation pour des performances maximisées

L'optimisation de la conception d'une chaudière gaz à condensation permet une amélioration significative des performances de l'installation lors de la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Cegibat, centre d'expertise de GRDF, vous propose des solutions à mettre en oeuvre pour maximiser le fonctionnement et le rendement des chaudières à condensation.

## SOMMAIRE

<b>Règle n°1</b> : organiser les réseaux de distribution par niveau de température .....	3
<b>Règle n°2</b> : choisir une chaudière à condensation adaptée aux circuits à alimenter .....	3
<b>Règle n°3</b> : adapter le schéma de production ECS .....	5
<b>Règle n°4</b> : dimensionner la production « au plus juste » .....	7
<b>Règle n°5</b> : choisir une chaudière avec régulation de combustion .....	7
<b>Règle n°6</b> : privilégier la modulation et un faible taux de charge chaudière .....	8
<b>Règle n°7</b> : privilégier une production à température variable, régulée en fonction des besoins .....	9
<b>Règle n°8</b> : mettre en oeuvre la bonne conception de la distribution .....	10

Compte tenu de l'offre industrielle, le concepteur d'une installation est invité à se rapprocher du fabricant de la chaudière pour bénéficier d'un accompagnement adapté au modèle retenu. Les échanges permettront également de s'assurer des conditions d'implantation et de manutention nécessaires pour le chantier.

Principal distributeur de gaz naturel en France, GRDF achemine, chaque jour, le gaz naturel à plus de 11 millions de clients, pour qu'ils disposent du gaz quand ils en ont besoin. Pour se chauffer, cuisiner, se déplacer, et bénéficier d'une énergie pratique, économique, confortable et moderne, quel que soit leur fournisseur.

Pour cela, et conformément à ses missions de service public, GRDF conçoit, construit, exploite, entretient le plus grand réseau de distribution d'Europe (198 886 km) et le développe dans plus de 9 500 communes, en garantissant la sécurité des personnes et des biens et la qualité de la distribution.

## Organiser les réseaux de distribution par niveau de température

### Minimiser la température de retour des circuits en entrée de chaudière

La performance de la condensation dépend principalement de la température de retour des circuits en entrée de chaudière, qui doit être la plus basse possible. Cette température devra notamment être inférieure à la température de rosée du gaz naturel, qui est de 59°C. La performance de la condensation ainsi maximisée, on récupère la chaleur latente pour optimiser le rendement de la machine.

#### À savoir

Pour une installation neuve ou réhabilitée, l'organisation des circuits doit être conçue par zone desservie et par niveau de température : radiateurs, plancher chauffant, ventilo-convecteurs, batteries chaudes, ECS, etc. Ceci permet une meilleure valorisation des retours basse température de l'installation. Le choix d'équipements fonctionnant à basse température est rendu possible dans le cas de bâtis à faible déperdition.

### Choisir des températures favorables à la condensation

Le régime de température est déterminant pour favoriser la condensation. Le choix d'une température de départ basse permet de réduire les pertes thermiques du réseau, mais il implique une augmentation de la surface d'échange des émetteurs.

Quelques exemples de régimes de températures favorables à la condensation :

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

**Attention :** ces régimes basse température correspondent à des chutes de température sur l'eau plus faibles que la chute classique de 20K qui induisent un débit plus important, donc des pertes de charge et une consommation des auxiliaires plus élevées.

## Choisir une chaudière à condensation adaptée aux circuits à alimenter

### Éviter la mise en place d'une bouteille de découplage

La bouteille de découplage est un héritage du passé, à l'époque où l'on cherchait à éviter aux chaudières de condenser et où les générateurs avaient des contraintes de débit et de température. La bouteille apportait

la réponse aux problématiques rencontrées et permettait un débit primaire constant à température élevée pour irriguer le retour au foyer principal. Le condenseur, quand il existait, était irrigué indépendamment par des retours d'installation plutôt à basse température. Les chaudières à condensation sont aujourd'hui conçues différemment, avec **un foyer principal condenseur irrigué depuis un ou deux retours et des générateurs sans contraintes de débit minimum, ni de température minimum de retour**. Installer ces générateurs à condensation sur une bouteille casse-pression risque de permettre la circulation d'une partie de l'eau de départ chaudière directement vers son retour, augmentant artificiellement la température de ce retour et nuisant ainsi à la condensation recherchée. De nombreux schémas comportent encore cette bouteille de mélange ou de découplage et chaque industriel chaudiériste devra pouvoir expliquer aux professionnels les spécificités des schémas qu'il peut proposer.

## Comment optimiser la condensation avec une bouteille de découplage ?

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

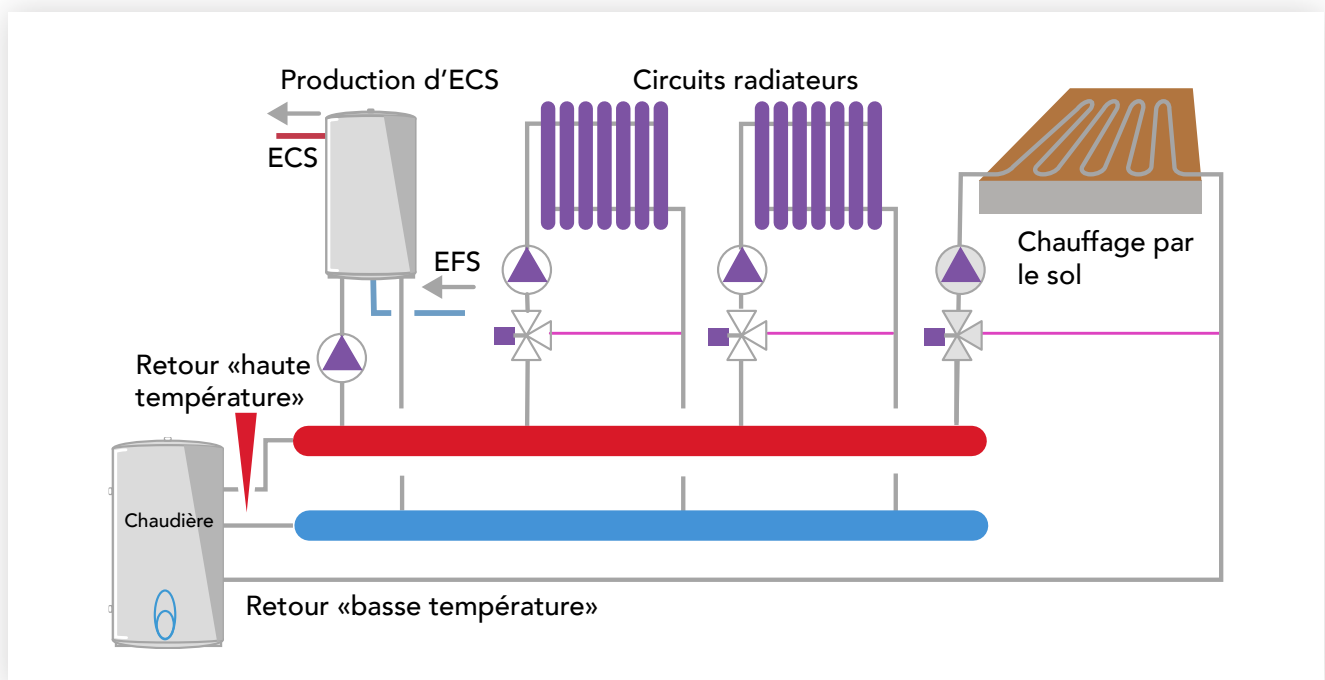
## Chaudière à condensation : bien choisir le nombre de piquages

La conception de circuits hydrauliques simplifiés est autorisée par les chaudières à condensation qui ne réclament pas de débit minimum d'irrigation. On peut donc **se passer d'une bouteille de découplage et d'un circulateur primaire**, réalisant ainsi une économie à l'investissement, une réduction des consommations électriques et une limitation des pertes thermiques. Afin de maximiser les performances énergétiques, le concepteur pourra choisir un modèle de chaudière adapté à la nature des circuits à desservir.

### Exemple d'une chaudière à 3 piquages

Dans le cas d'une installation comportant un ou plusieurs circuits de planchers chauffants et de radiateurs, la température de mélange des retours des circuits planchers et radiateurs ne peut être suffisamment faible pour engendrer la condensation. En revanche, la température basse en sortie de plancher le permet et le choix d'une chaudière à condensation 3 piquages est alors pertinent pour valoriser ce retour basse température.

### Chaudière à 2, 3 ou 4 piquages : quelle solution choisir ?



Le tableau suivant propose une orientation qualitative de choix entre les solutions à deux, trois ou quatre piquages, en fonction du type de circuit de l'installation.

		Type de circuits de chauffages		
		Circuits de chauffage régulés Lois d'eau égales	Circuits de chauffage régulés Lois d'eau non égales	Circuits de chauffage comportant au moins un circuit à haute température de départ constante
Type de production d'ECS	Sans ECS	2 piquages	2 ou 3 piquages Dépendra de la différence de température et des débits de chaque réseau	3 piquages 4 piquages
	ECS instantanée	-	-	-
	ECS nécessitant un départ HT constant de la chaudière *	3 piquages	3 piquages	3 piquages 4 piquages
	ECS permettant une bonne alternance entre le mode chauffage et le mode ECS **	2 piquages	2 ou 3 piquages	3 ou 4 piquages

\* C'est le cas des systèmes ECS semi-instantanée nécessitant un fonctionnement 24h/24 de la pompe car le ballon de stockage est trop petit par rapport au débit de bouclage qui revient vers lui (ballon primaire ou secondaire).

\*\* C'est le cas des systèmes ECS semi-instantanée avec un ballon de stockage suffisamment dimensionné pour permettre une bonne alternance entre le mode chauffage et le mode ECS (arrêt possible de la pompe de l'échangeur) ou ECS semi-accumulée.

### Règle n°3

## Adapter le schéma de production ECS

### Les contraintes des solutions de production semi-accumulée ou semi-instantanée avec échangeur primaire

Le fonctionnement d'une chaudière à condensation n'est pas optimum lorsqu'elle est associée à des solutions de production d'ECS semi-accumulée ou semi-instantanée avec échangeur primaire, du fait du **maintien constant de la température de sortie** (70 – 80°).

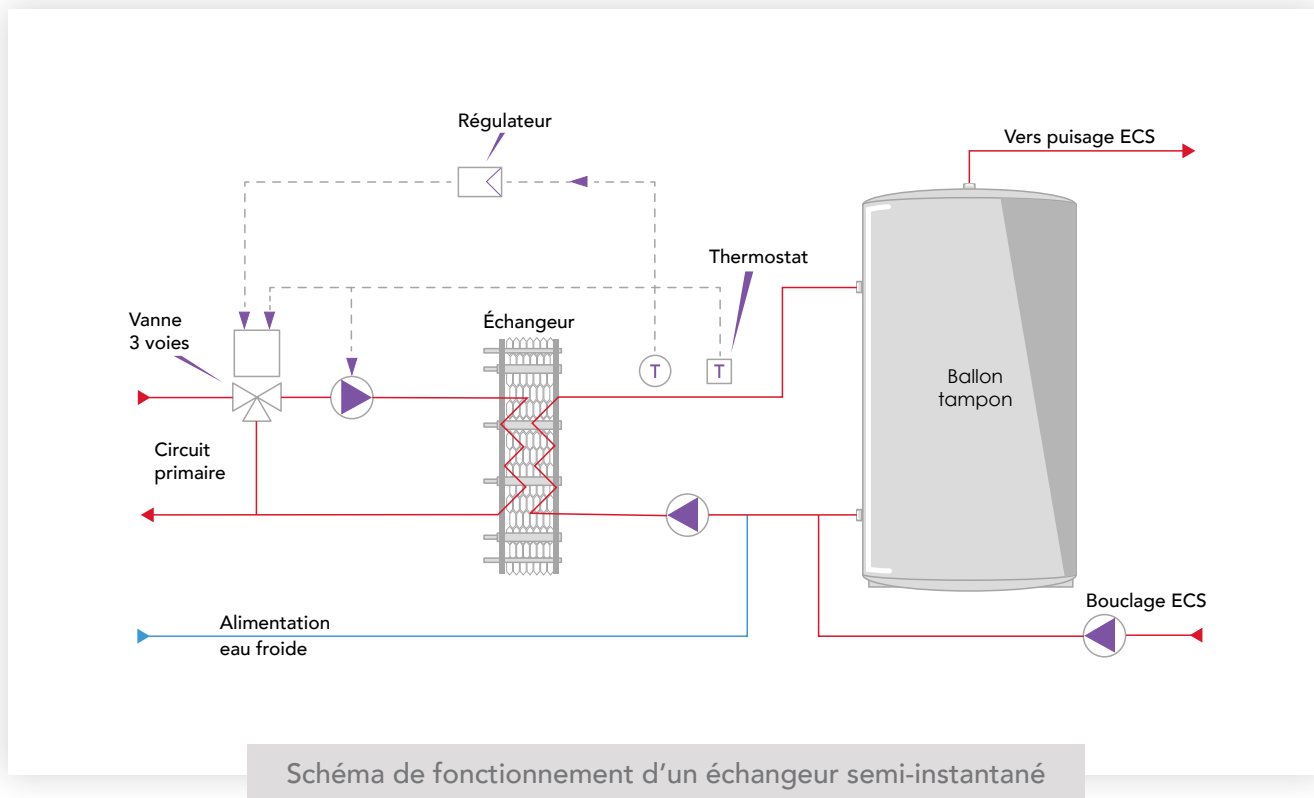


Schéma de fonctionnement d'un échangeur semi-instantané

Dans le cas d'une installation semi-instantanée et comme le montre le schéma ci-dessus, la pompe secondaire de l'échangeur est en fonctionnement permanent pour irriguer la sonde du régulateur. Les pertes dues au bouclage abaissent la température en sortie d'échangeur secondaire, provoquant un besoin quasi continu pour maintenir la température dans le bouclage.

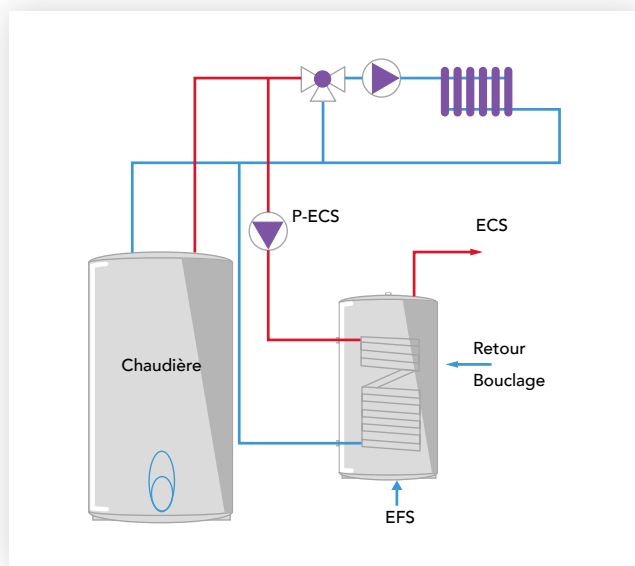
Ce phénomène peut être évité **en plaçant le retour du bouclage ECS dans le ballon de stockage** lui-même, si ce dernier est d'un volume suffisamment important par rapport au débit d'eau de retour du bouclage (150 litres/h au minimum). Si le volume de stockage est insuffisant par rapport au débit retour, la chaudière sera forcée de pallier aux pertes de bouclage en se remettant sans cesse en route et montera donc régulièrement en température. La condensation et les performances de la chaudière seront altérées.

L'objectif dans ce cas est donc de **faire fonctionner la chaudière sur sa loi d'eau de chauffage le plus longtemps possible lorsqu'il n'y a pas de demande ECS**. Un ballon de stockage à grande capacité s'impose alors.

## Quelles solutions concrètes pour répondre à ces contraintes ?

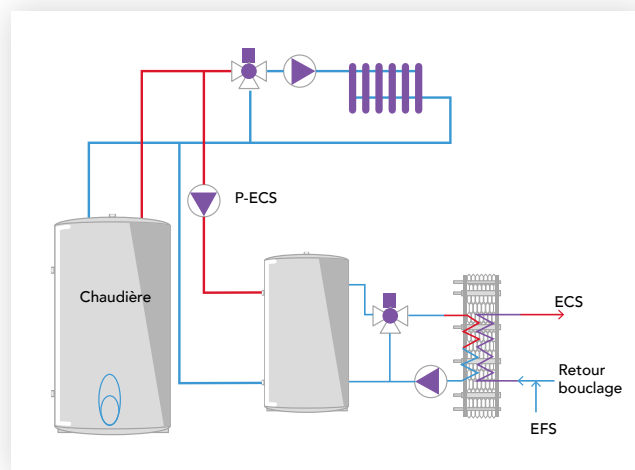
### La solution avec ballon de stockage à échangeur intégré

L'utilisation d'un ballon de stockage à échangeur intégré permet de **couper la pompe P-ECS** lorsque la consigne dans le ballon ECS est atteinte. La chaudière est alors autorisée à fonctionner sur sa loi d'eau et la condensation sera effective hors période de chauffe du ballon ECS. On notera que cette solution permet de **s'affranchir d'une pompe**, mais également que **le volume du ballon doit être conséquent relativement au débit de retour du bouclage**.



### La solution avec ballon de stockage primaire

L'utilisation d'un ballon de stockage primaire permet la production d'ECS instantanée. Lorsque la consigne est atteinte dans le ballon, la pompe P-ECS est arrêtée et la chaudière autorisée à fonctionner sur sa loi d'eau de chauffage. Comme précédemment, la condensation pourra être effective hors période de chauffe du ballon. On notera cependant que **deux pompes sont nécessaires** contrairement à la solution précédente, et que **le volume du ballon primaire doit être conséquent** également.



### Règle n°4

## Dimensionner la production « au plus juste »

La puissance de la chaudière à condensation doit pouvoir couvrir simultanément les besoins maximums d'ECS et de chauffage. Lors de soutirages importants d'ECS dans le cadre d'une production semi-instantanée, il peut arriver que l'énergie contenue dans le ballon soit ponctuellement insuffisante. La priorité est dans ce cas donnée à l'ECS jusqu'à la couverture du besoin.

Pour déterminer la puissance adéquate de la chaudière, il est donc nécessaire **de calculer la puissance de chauffage  $P_{CH}$**  (calcul des déperditions) et les **puissances moyennes et maximales nécessaires pour l'ECS**, appelées respectivement  $P_{EC}$  et  $P_{ECS}$ . La puissance qui doit être installée en chaufferie sera **la plus grande des deux valeurs** suivantes :  $(P_{ECS})$  ou  $(P_{CH} + P_{EC})$ .

### Exemple de calcul

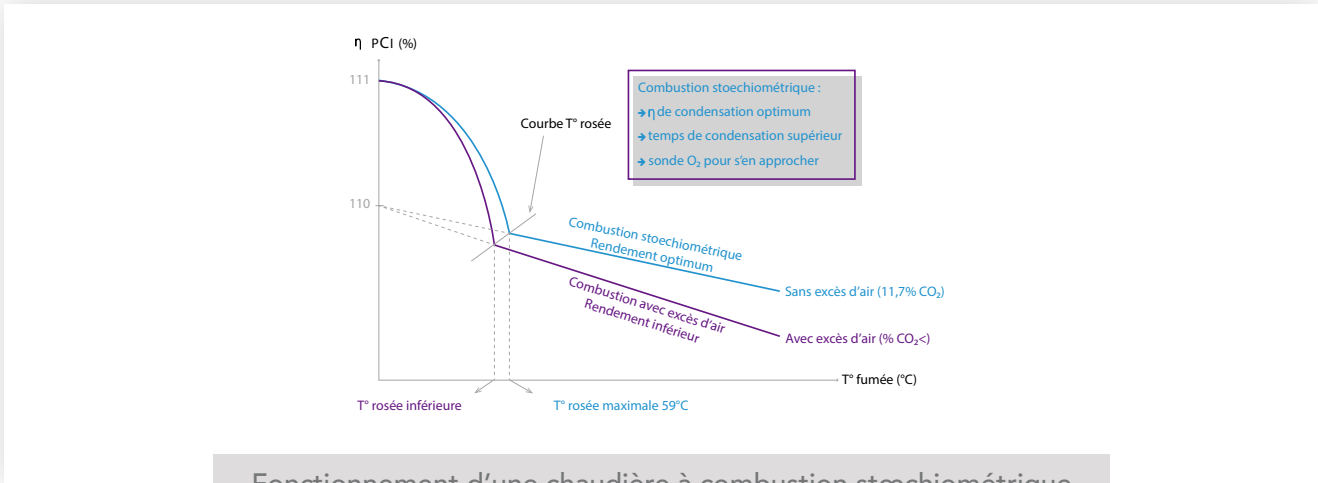
La puissance de chauffage  $P_{CH}$  a été déterminée à l'aide d'un calcul des déperditions : elle est de 150 kW. La puissance maximale d'ECS ( $P_{ECS}$ ) est de 100 kW et la puissance moyenne ( $P_{EC}$ ) de 30 kW.  $150 (P_{CH}) + 30 (P_{EC}) > 100 (P_{ECS})$  : la puissance à installer en chaufferie est donc de **180 kW**.

Dans le cas d'une installation plus complexe comprenant plusieurs circuits ou générateurs, **le concepteur se référera aux règles de l'art pour dimensionner la production**.

### Règle n°5

## Choisir une chaudière avec régulation de combustion

Pour maximiser la performance de la condensation, il est nécessaire de se rapprocher au plus près de la combustion stœchiométrique du gaz naturel. Si la combustion est réalisée avec excès d'air, la température de rosée est inférieure au seuil de 59°C, avec pour conséquence une durée de condensation plus courte et un rendement amoindri.



Fonctionnement d'une chaudière à combustion stœchiométrique

Une chaudière équipée d'une sonde O<sub>2</sub> comporte une régulation continue de la combustion qui permet d'assurer des conditions de combustion optimales également continues, et donc un meilleur rendement.

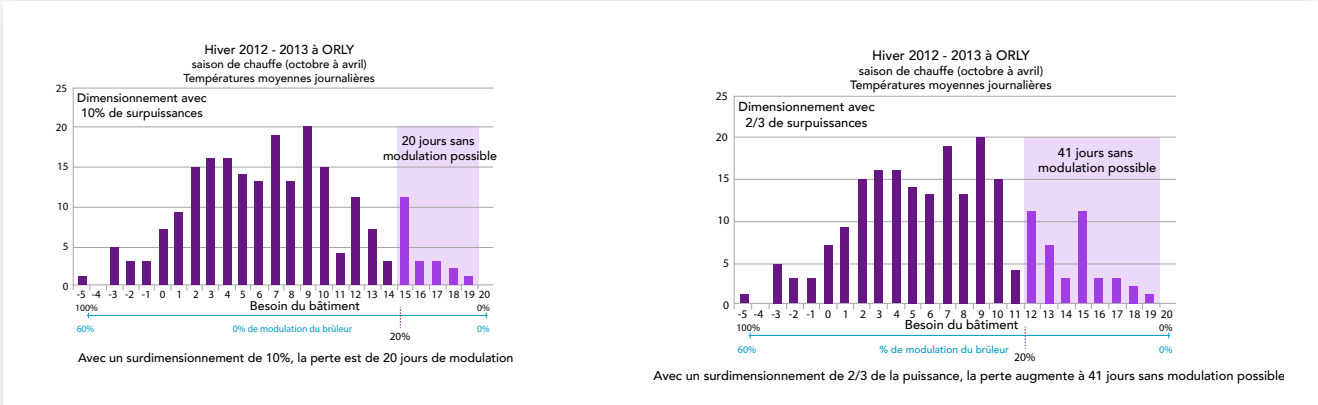
Règle n°6

# Privilégier la modulation et un faible taux de charge chaudière

Les chaudières à condensation sont équipées d'un système de régulation modulante, dont le seuil de modulation se situe généralement dans une fourchette de 10 à 30 % de la puissance nominale de la chaudière. Cette modulation de puissance permet de s'adapter à la charge thermique et d'obtenir un régime de combustion du gaz naturel composé d'un meilleur mélange combustible et air comburant.

Pour un rendement saisonnier optimum, le taux de charge de l'installation et donc de la chaudière doit impérativement être supérieur au seuil de modulation. Car plus la chaudière sera surdimensionnée par rapport aux besoins de chauffage du bâtiment, plus le nombre de jours sans modulation sera important, dégradant ainsi ses performances. Limiter les cycles marche/arrêt permet également de réduire les pics de pollution et les pertes par pré-ventilation.

Illustration avec une saison de chauffe d'une chaudière dont la plage de modulation est de 20-100 % :

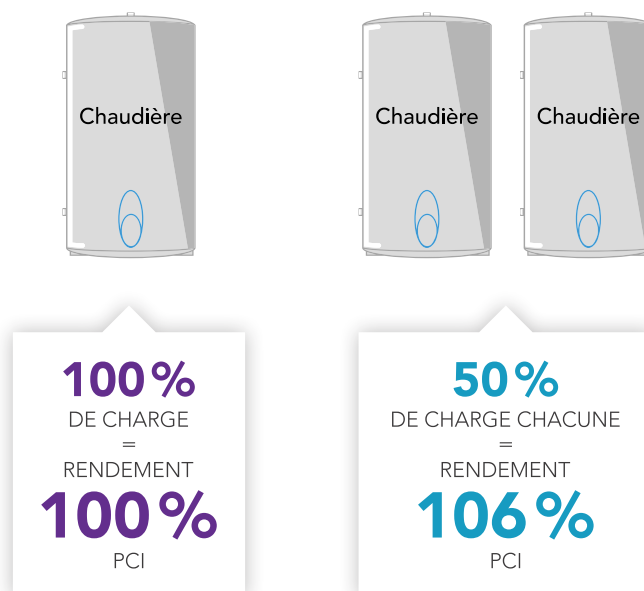


Surdimensionnement sur une saison de chauffe et pertes associées



## Chaufferie à condensation : ce qu'il faut privilégier

Pour une chaufferie composée de deux chaudières à condensation, il convient de privilégier une **cascade parallèle** : plus les taux de charge (supérieurs au seuil de modulation) sont faibles, meilleurs sont les performances de la chaudière. On peut considérer qu'une chaudière à 100 % de charge génère un rendement de 100 % PCI tandis que deux chaudières à 50 % de charge génèrent un rendement de 106 % PCI. Ceci s'explique par le fait qu'à 50 % de charge, les surfaces d'échange des condenseurs sont « surdimensionnées » et favorisent la condensation.



## Chaufferie mixte (condensation et haute performance) : à savoir

Pour une chaufferie composée d'une chaudière à condensation et d'une chaudière à basse température, il convient de privilégier une **cascade hiérarchique** : la priorité de fonctionnement est donnée à la chaudière à condensation dans la commande en séquence et la chaudière basse température vient en appoint. Le rendement est alors amélioré. Il est donc déconseillé d'effectuer des permutations d'ordre de priorité pour équilibrer les durées de fonctionnement sur la saison de chauffe.

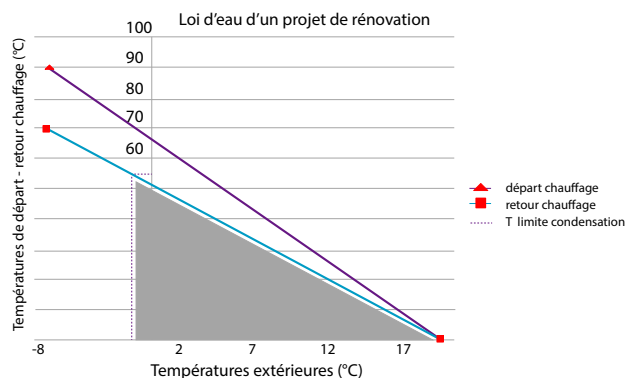
### Règle n°7

## Privilégier une production à température variable, régulée en fonction des besoins

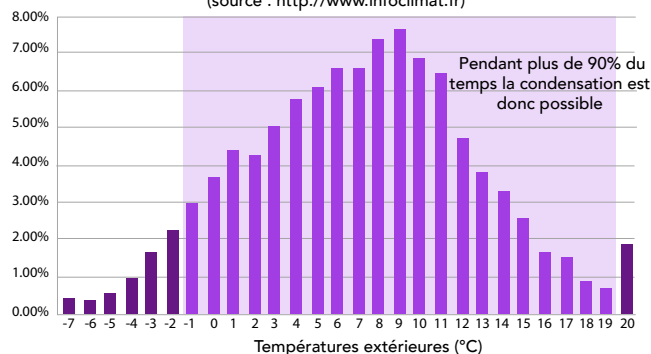
### Les circuits de chauffage « classiques »

La régulation de la température de départ chaudière permet l'ajustement en continu de la production en fonction des besoins. Dans le cas d'un circuit de chauffage « classique », la régulation peut être basée sur la température extérieure et la température de départ sera rehaussée en cas d'appel de puissance pour la production d'ECS.

Ci-dessous, les schémas de loi d'eau et de fréquence d'apparition de température extérieure d'un projet de rénovation. Il apparaît que malgré une loi d'eau 90 / 70, la condensation est possible dans 90 % du temps.



Fréquence d'apparition de température extérieure à ORLY pendant la saison de chauffe (octobre à avril)  
Historique de 2007 à 2010 de relevé sur 3 heures  
(source : <http://www.infoclimat.fr>)



## Le rôle des régulations intégrées

L'action de la régulation sur le brûleur de la chaudière (ou sur la production en cas de plusieurs chaudières) engendre la production de l'eau à température plus basse, favorable à la condensation. Avec cette régulation, la chaudière n'est plus maintenue à une température inutilement élevée, les pertes thermiques sont ainsi réduites et le rendement est amélioré.

Cette fonction de régulation est **naturellement assurée par les régulations intégrées aux chaudières** qui commandent la production d'une température d'eau variable selon la température extérieure mesurée. Cette fonction peut également être assurée par **les régulateurs localisés en tableau électrique** : nombre de chaudières disposent désormais d'une entrée analogique 0 - 10V permettant d'y fixer la consigne de température d'eau de la chaudière.

La solution consistant à commander la production en tout ou rien par le régulateur n'est pas recommandée pour plusieurs raisons, et notamment par rapport à la difficulté de mise en place de la sonde de température en sortie de chaudière qui doit être en permanence irriguée.

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 ;
- en rénovation, penser **à supprimer la limitation de température de retour** qui a pour objet d'éviter que la température en entrée de chaudière ne passe au-dessous d'un seuil de température qui engendre la condensation ;
- **à l'emplacement de la sonde de température extérieure**, à placer au nord ou au nord-ouest.

Même avec des émetteurs haute température, dans le cas d'une rénovation où l'on ne change pas les émetteurs par exemple, **la condensation présente un réel intérêt.**

## Mettre en œuvre la bonne conception de la distribution

Une bonne conception de la distribution repose sur deux éléments essentiels : ne pas surdimensionner le circulateur et le préférer à vitesse variable.

### Ne pas surdimensionner le circulateur

Pour le réglage du débit nominal de chaque circuit, il convient de :

- ne pas surdimensionner les circulateurs mais préférer un sous-dimensionnement compris entre 5 et 15 % ;
- mettre systématiquement en place une vanne d'équilibrage à mesure de débit pour ajuster le débit à la valeur calculée.

Une fois réglé, le débit nominal doit être vérifié à la mise en service.

### Préférer un circulateur à vitesse variable

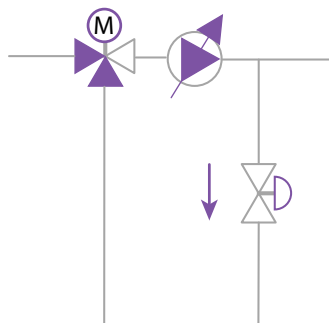
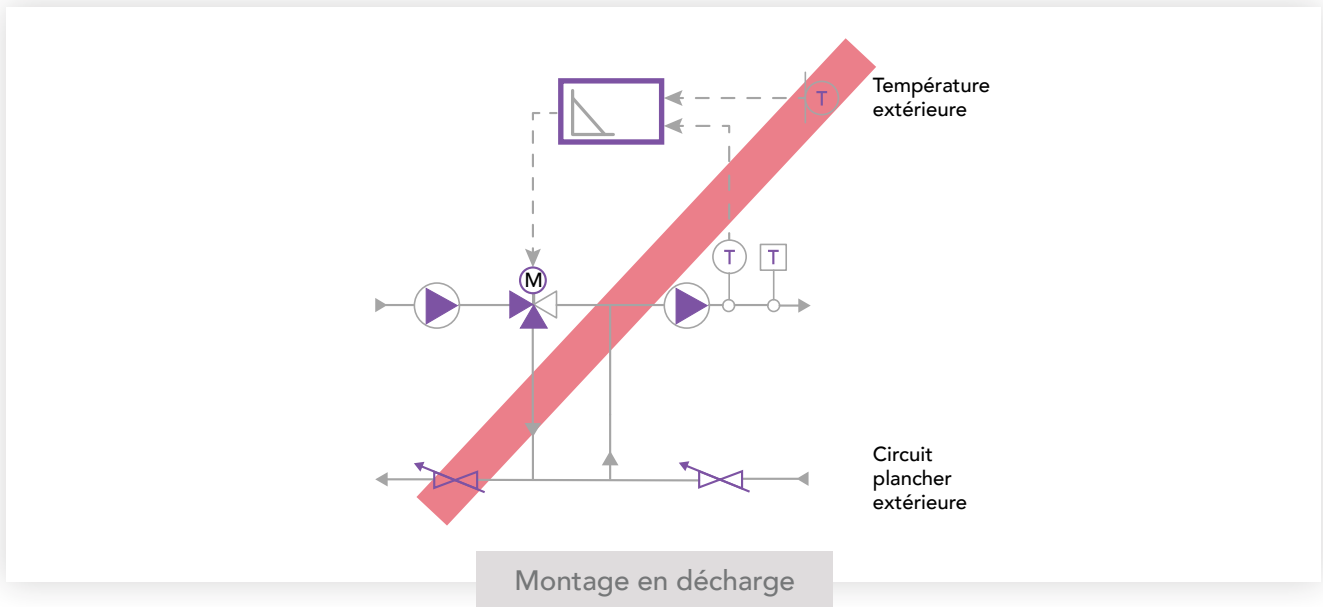


Schéma d'un circulateur à vitesse variable

Les retours sont réchauffés lorsque la soupape de décharge s'ouvre sous l'effet de la fermeture des robinets thermostatiques du réseau de radiateurs ou bien des vannes à deux voies des terminaux. Il est intéressant de remplacer l'ensemble circulateur à vitesse fixe et soupape de décharge (ou régulateur de pression différentielle) par un circulateur à vitesse variable, qui permet de surcroît une réduction des consommations électriques par rapport à un circulateur à vitesse fixe. À la mise en service du circulateur à vitesse variable, l'installateur doit procéder au réglage de la consigne de HMT (Hauteur Manométrique Totale).





### Préférer des vannes à deux voies de régulation aux vannes à trois voies

Une vanne à trois voies engendre un réchauffage des retours. Pour l'alimentation des ventilo-convecteurs, par exemple, il convient donc de préférer une vanne à deux voies.

La régulation reste inchangée, car dans les deux cas, la batterie est irriguée par un débit variable. Le choix d'une vanne à deux voies permet en outre l'installation d'un circulateur à vitesse variable qui permet une réduction des consommations électriques.

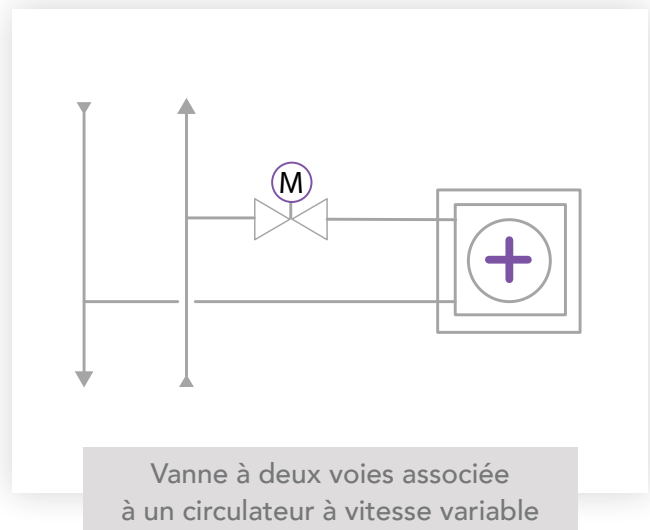
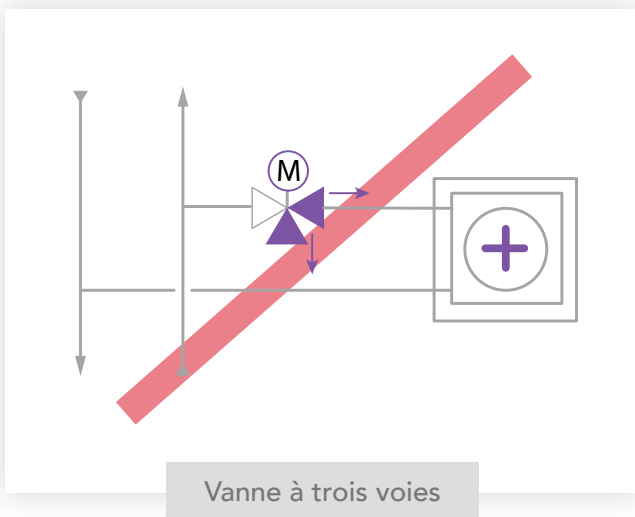
#### À noter

Avec une vanne à deux voies, attention toutefois à l'implantation de la sonde de change-over dans le cas des ventilo-convecteurs deux tubes.

#### Les idées à retenir

1/ Éviter les vannes à trois voies qui, lorsqu'elles se ferment, recyclent l'eau chaude vers la production.

2/ Préférer les vannes à deux voies associées à des circulateurs à vitesse variable.



# Pour aller plus loin

---

→ **Guide CEGIBAT - Conception de chaufferies gaz collectives à condensation**

<https://cegibat.grdf.fr/librairie/conception-de-chaufferies-collectives-gaz-a-condensation>

→ **Journées techniques CEGIBAT - Conception et dimensionnement d'une chaufferie gaz naturel**

<https://cegibat.grdf.fr/academie-cegibat/concevoir-dimensionner-chaufferie-gaz-naturel>

→ **Chaudière à condensation collective**

<https://cegibat.grdf.fr/produit/chaudiere-condensation-collective>

→ **Schémathèque de la chaufferie gaz – Exemple de schémas hydrauliques**

<https://cegibat.grdf.fr/simulateur/schematheque-chaufferie-gaz>

→ **Commissionnement en chaufferie – Check-list à télécharger**

<https://cegibat.grdf.fr/simulateur/commissionnement-chaufferie>

Principal distributeur de gaz naturel en France, GRDF achemine, chaque jour, le gaz naturel à plus de 11 millions de clients, pour qu'ils disposent du gaz quand ils en ont besoin. Pour se chauffer, cuisiner, se déplacer, et bénéficier d'une énergie pratique, économique, confortable et moderne, quel que soit leur fournisseur.

Pour cela, et conformément à ses missions de service public, GRDF conçoit, construit, exploite, entretient le plus grand réseau de distribution d'Europe (198 886 km) et le développe dans plus de 9 500 communes, en garantissant la sécurité des personnes et des biens et la qualité de la distribution.