

Optimisation de la condensation dans les chaudières Gaz

Réunion du réseau Genepy - 29 janvier 2019

Vincent Revol



VOTRE PARTENAIRE PUBLIC EN ÉCONOMIES D'ÉNERGIE



Introduction - Rappels

Dans certaines installations, malgré la présence d'une ou plusieurs chaudières à condensation, le phénomène de condensation est limité ou n'a pas lieu. En conséquence l'installation n'atteint pas les performances énergétiques optimales.

En prenant en compte quelques règles de conception, il est possible d'améliorer les rendements énergétiques de ces installations.

Rappel : définition PCI / PCS

PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) : énergie thermique libérée par la combustion d'1kg de combustible sous forme de chaleur sensible.

PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) : PCI + prise en compte de chaleur latente récupérée notamment sous forme de condensation. Le PCS est toujours supérieur au PCI. Le gaz est facturé en kWh PCS.

Le phénomène de condensation

La combustion d'1 m³ de gaz (avec 10m³ d'air nécessaires, le comburant) génère 2 m³ de vapeur d'eau.

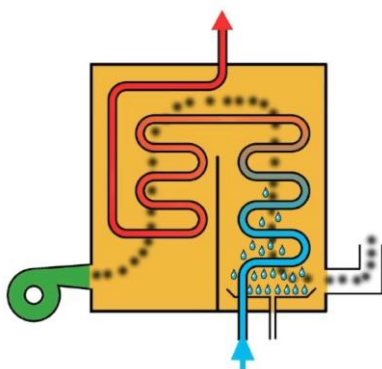


FIGURE 1 –PRINCIPE D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION - SOURCE : UNIVERSITÉ LA ROCHELLE

Dans une chaudière à condensation, le retour de circuit de chauffage à basse température amène les fumées de combustion en dessous du point de rosée au sein de l'échangeur (voir Figure 1 ci-dessous). Une partie plus ou moins importante de l'eau contenue dans les fumées condense, ce qui permet de récupérer de la chaleur latente qui serait autrement perdue dans les fumées.

Rendement d'une chaudière à condensation

Grâce à la condensation, le rendement énergétique de la chaudière est amélioré : jusqu'à 11 % de gain de rendement par rapport à une chaudière classique.

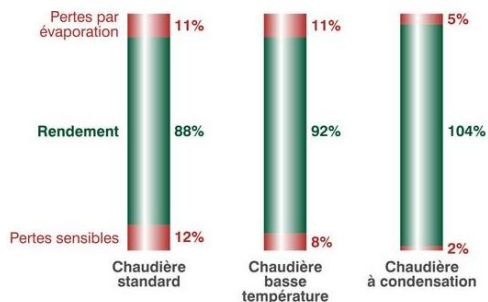


FIGURE 1 - RENDEMENT UTILE (PCI) DES DIFFÉRENTES CHAUDIÈRES GAZ NATUREL - SOURCE : ENERGIE +

Comment optimiser la condensation ?

Règle n°1 : Minimiser les températures de retour d'eau

Pour pouvoir condenser, il faut que la température de retour d'eau entrant dans la chaudière soit inférieure à 55°C pour le gaz naturel (valeur théorique 59°C). **Plus la température de retour du circuit sera basse et plus le rendement sera élevé** (voir Figure 3 et 4, ci-dessous).

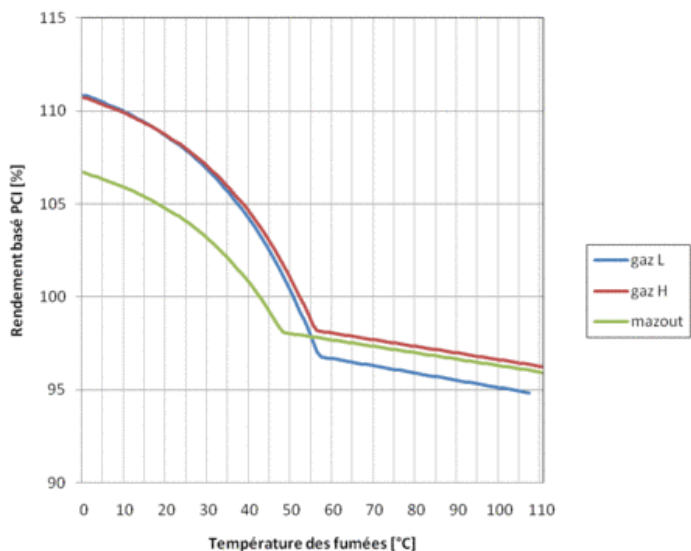


FIGURE 3 - RENDEMENT THÉORIQUE UTILE DES CHAUDIÈRES GAZ À CONDENSATION EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE DE FUMÉES (COEFF. EXCÈS D'AIR 1,2) - SOURCE : ENERGIE +

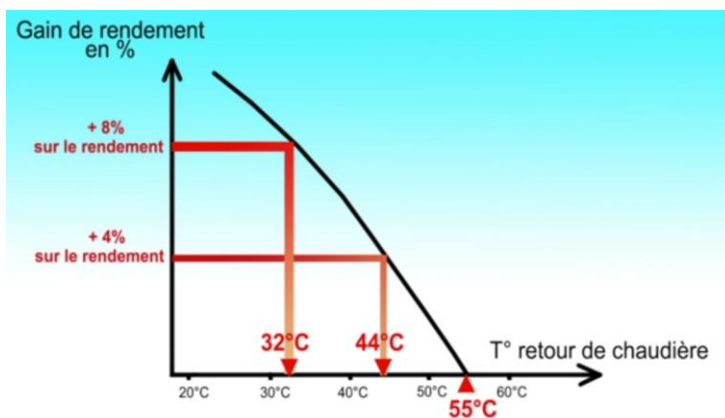


FIGURE 2 - GAIN DE RENDEMENT LIÉ À LA CONDENSATION - SOURCE : UNIVERSITÉ LA ROCHELLE / TIPEE

Dans l'exemple ci-dessus en passant d'une température de retour de 55°C à 32°C, le rendement est amélioré de 8 %.

Règle n°2 : Organiser les réseaux par niveaux de température

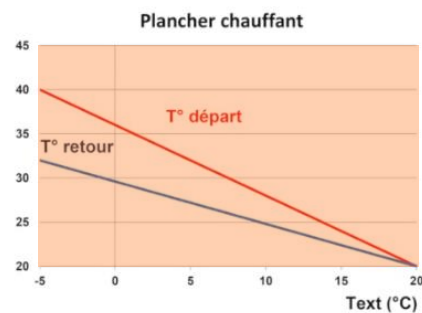
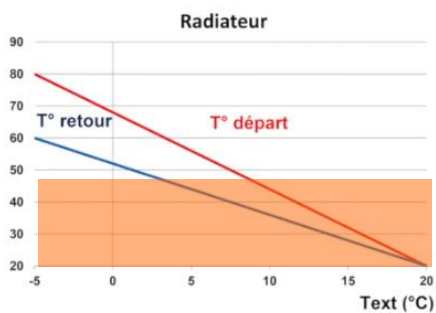
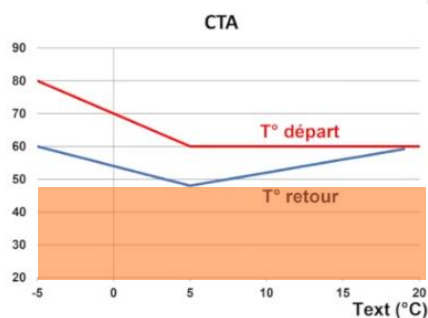
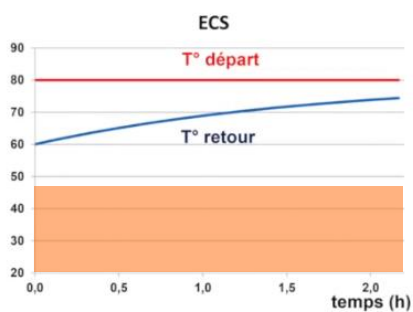
Pour une installation neuve ou réhabilitée, l'organisation des circuits doit être conçue (ou revue) par zone desservie et par niveau de température : radiateurs, planchers chauffant, ventilo-convecteurs, batteries chaudes, ECS, etc. Ceci permet une meilleure valorisation des retours basse température de l'installation.

Il faut donc autant que possible choisir des régimes de températures favorables à la condensation.

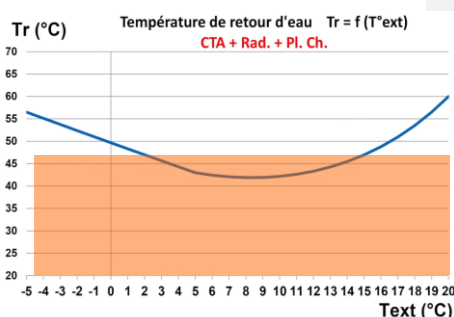
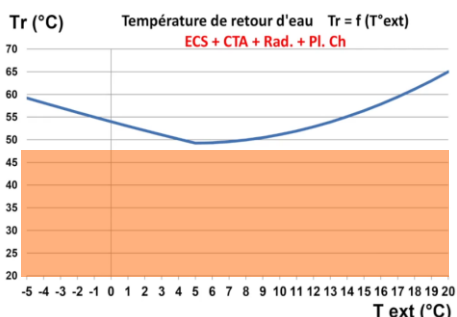
À noter : la mise en place d'une loi d'eau sur les départs CTA peut permettre de mieux condenser en mi-saison.

Exemples de loi d'eau pour différents types de départs (indépendants) :

Zone orange = plage de condensation

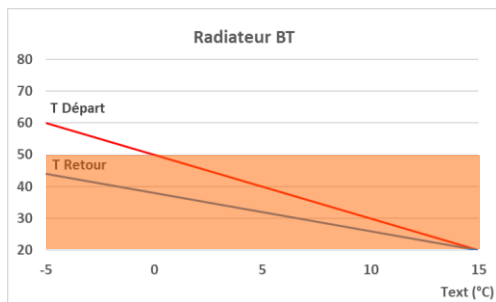


Si tous ces équipements sont connectés au même retour, il n'est pas possible de condenser (ou peu) :



En cas d'intervention dans l'existant, bien condenser peut impliquer de revoir le dimensionnement des émetteurs.

Mais si la rénovation intègre une rénovation thermique du bâti, les émetteurs existants seront surdimensionnés par rapport aux besoins et pourront fonctionner sur des niveaux de températures plus bas. Cela permet de condenser sur une plage de fonctionnement plus importante :

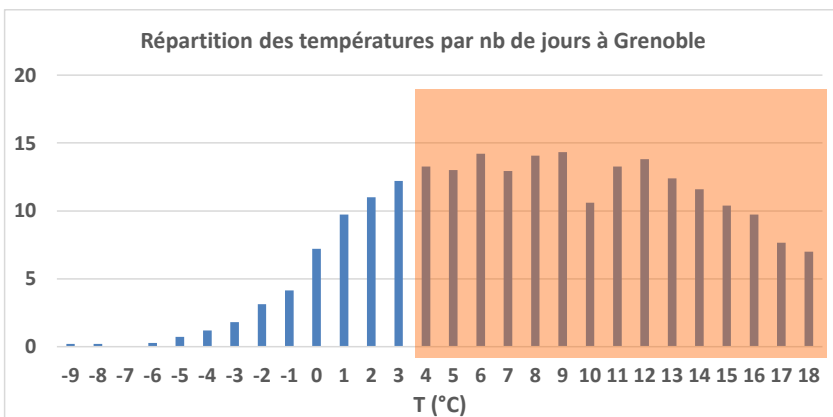
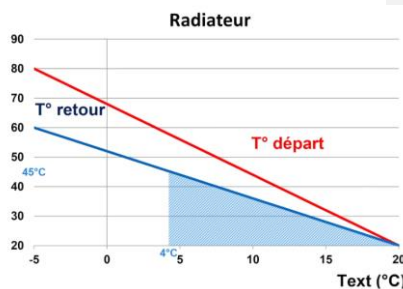


À noter : les régimes basse température correspondent à des chutes de températures sur l'eau plus faibles que la chute classique de 20°C, qui induisent un débit plus important, donc des pertes de charge et une consommation des auxiliaires plus élevée.

Intérêt d'une chaudière à condensation pour améliorer une ancienne installation de chauffage ? :

Avec une loi d'eau classique pour des radiateurs « haute température » et dans un bâtiment non isolé, on a vu que la chaudière condensait réellement en dessous de 45°C environ et que cela correspondait à une température extérieure de 4°C.

Le graphique ci-dessous présente la répartition type des températures par nombre de jours à Grenoble pour une saison de chauffe :



On observe que même avec des régimes de températures « classiques », la condensation a lieu 178 sur 230 soit 77% du temps.

Règle n°3 – Bien choisir la capacité en eau de la chaudière

Contrairement aux chaudières classiques (fonte ou acier), les corps de chauffe des chaudières à condensation (inox ou en alliage d'aluminium-silicium) n'ont plus les mêmes contraintes de température : elles acceptent des retours froids.






Attention : certaines chaudières condensation à faible capacité en eau ont des contraintes de température et de débit. C'est le cas notamment des chaudières murales. Ces contraintes existent pour éviter des remontées en température trop brutales.

Seules les chaudières à condensation tout inox à 2 piquages n'ont aucune contrainte de débit ni de température.

Les préconisations des fabricant doivent dans tous les cas être respectées et prises en compte pour le choix de la chaudière.

Ratio contenance de la chaudière / Puissance nominale :

Faible capacité en eau	Forte capacité en eau
0,1 à 0,2 litre / kW	> 1 litre / kW

Chaudière gaz	Puissance nominale 80/60°C (kW)	Volume en eau (l)	RATIO (l/kW)	Capacité en eau
	460	80	0,18	Faible capacité en eau
	93	10	0,11	
	500	65	0,13	
	500	650	1,3	Forte capacité en eau
	540	615	1,14	

Dans le cas d'une installation plus complexe (plusieurs circuits ou générateurs), le concepteur devra se référer aux règles de l'art pour dimensionner la production.

Règle n°4 : Supprimer la bouteille de découplage lorsque c'est possible

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

La bouteille casse-pression (en découplage) permet de recycler une partie des départs (chauds) pour réchauffer les retours et ainsi assurer une température minimum de retour dans la chaudière. Cela permet d'empêcher la condensation dans la chaudière et les chocs liés à des différences de températures trop importants (notamment pour les chaudières en fontes).

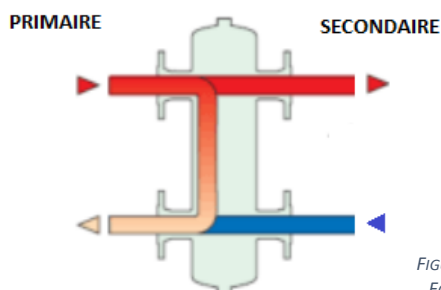


FIGURE 3 - BOUTEILLE CASSE-PRESSION
FONCTIONNEMENT EN DÉCOUPLAGE

Dans le cas des chaudières à condensation, la bouteille de casse-pression peut aujourd'hui devenir une contrainte, car elle empêche les retours d'être suffisamment froid pour condenser.

Dans de nombreux cas, il est possible de la supprimer lors de l'installation de chaudières à condensation. Mais une modification du circuit hydraulique est souvent nécessaire.

Il est toujours nécessaire de vérifier les recommandations hydrauliques du fabricant : la chaudière est-elle conçue pour accepter des débits nuls ? a-t-elle des contraintes de températures ?

Dans tous les cas, il est indispensable que le chauffagiste travaille avec le fabricant de la chaudière pour élaborer un nouveau circuit hydraulique le plus adapté à la condensation tout en respectant les garanties de son fournisseur.

Règle n°5 : Choisir un nombre de piquages adapté

Les modèles de chaudières à condensation ne réclamant pas de débit minimum d'irrigation, permettent la conception de circuits hydrauliques simplifiés.

Le concepteur peut choisir un modèle de chaudière adapté à la nature des circuits à desservir afin de maximiser les performances énergétiques.

L'exemple d'une chaudière à 3 piquages

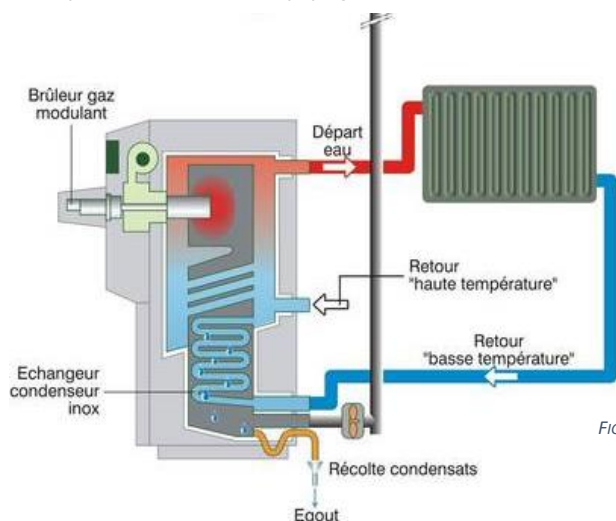


FIGURE 4 - FONCTIONNEMENT D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION - SOURCE : ENERGIE +

Cas d'une installation comportant des départs ECS ou CTA (haute température) et des circuits radiateurs et/ou planchers chauffant (basse température). La température résultant du mélange des différents retours (circuits ECS, plancher et radiateurs) ne sera pas suffisamment faible pour engendrer la condensation.

En revanche, en séparant les circuits hauts et basse températures, la température en sortie du plancher et des radiateurs permettra la condensation. Il est alors pertinent de choisir une chaudière à condensation 3 piquages de façon à valoriser le retour basse température.

Chaudières à 2,3,4 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.

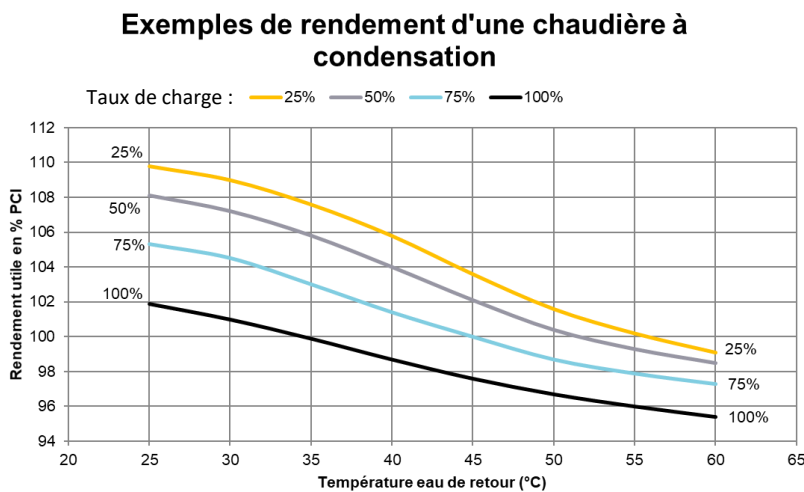
Tableau chaudière 2,3,4 piquages : quelle solution choisir ?				
		Type de circuits de chauffage		
		Circuits de chauffage régulés avec lois d'eau égales	Circuits de chauffage régulés avec lois d'eau non égales	Circuits de chauffage comportant au moins un circuit à haute température de départ constant
Type de production d'ECS	Sans ECS	2 piquages	2 ou 3 piquages (selon la différence de température et de débit de chaque réseau)	3 ou 4 piquages
	ECS instantanée	-	-	-
	ECS semi-instantanée*	3 piquages	3 piquages	3 ou 4 piquages
	ECS semi-accumulée**	2 piquages	2 ou 3 piquages	3 ou 4 piquages

* Nécessite un fonctionnement en continu de la pompe car le ballon de stockage est trop petit par rapport au débit de bouclage ECS qui revient dans le ballon.

** 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)

Règle n°6 : Privilégier la modulation et un faible taux de charge chaudière

Commenté [VdG1]: Sans pour autant surdimensionner les chaudières...



Plus le taux de charge de la charge de la chaudière à condensation est faible, meilleur est le rendement. Les taux de modulation minimum chaudières sont généralement de 10 à 25% selon les chaudières.

Il faut rester au-dessus de ce seuil de modulation, pour éviter un fonctionnement en marche/arrêt sans modulation (avec à la clé une dégradation des performances, et des pics de pollution). Mais il faut chercher à se rapprocher de ces valeurs car c'est bien sur ces plages que le rendement sera le meilleur.

Règle n°7 : Ne pas surdimensionner la production

La puissance de la ou des chaudières à condensation doit pouvoir couvrir simultanément les besoins permanents de chauffage et d'ECS, le cas échéant.

Une surpuissance est à prévoir en cas de froid extrême, en cas de panne d'un des 2 générateurs. Elle est généralement + 25%.

Attention : le surdimensionnement des chaudières entraîne un « cyclage » important (arrêt /relance) et de mauvaises performances avec des températures pour lesquelles la chaudière ne pourra pas moduler.

Fonctionnement en cascade : la deuxième chaudière prend le relai quand la puissance de la première chaudière est insuffisante

Cascade parallèle : les deux chaudières fonctionnent en simultané. **Cela permet d'avoir des taux de modulation plus bas et de mieux condenser.**

Pour aller plus loin :

Site énergie plus : <https://www.energieplus-lesite.be> (Accueil > Techniques > Le chauffage > Le chauffage à eau chaude > Les chaudières à condensation)

Vecteur Gaz n°123 4^{ème} trimestre 2019 : ECS et condensation, des pistes pour une ECS performante

Livre blanc Cegibat : Optimisation des chaufferies gaz à condensation <https://cegibat.grdf.fr/dossier-techniques/performance-equipements/maximiser-performance-condensation-chaudiere>

Guide technique CEGIBAT (2017) – Conception de chaufferies collective gaz à condensation – Habitat collectif et tertiaire