

NOM :.....

Prénom :.....

Date :

SYNTHESE DE TEXTES 2017 (45 min)

Rédiger un résumé de cet article de +/- 200 mots pour des gestionnaires de réseaux de chaleur

LA CONDENSATION EST-ELLE ADAPTÉE À LA BIOMASSE ? : LE RÉSEAU DE CHALEUR DE SOISSONS

Dominique PLUMAIL, Fondateur de CEDEN

Rémy AUBRY, Responsable bureau d'études de WEISS France

Yann ROGAUME, maître de conférence au LERMAB

Après une première partie, publiée dans le numéro 349 d'Environnement & Technique, consacrée à l'état de l'art en matière de condensation des fumées sur les chaudières biomasse, cet article se penche sur le cas du réseau de chaleur de Soissons (02) et des enseignements à en tirer.

Toute combustion aboutit à la production de vapeur d'eau dans des proportions qui fluctuent en fonction de la teneur en hydrogène et en eau du combustible. Les chaudières à combustibles fossiles sont désormais quasi systématiquement équipées d'une unité de condensation. Il en est tout autre pour la biomasse, notamment en France où ce procédé est encore très peu utilisé. Pourtant les intérêts sont multiples comme le montre le retour d'expérience du réseau de chaleur de Soissons. A l'occasion du renouvellement du contrat de concession du réseau de chaleur de Soissons, COFELY Service a été retenu en proposant d'installer, en complément de la chaufferie gaz/fioul, une chaufferie biomasse. Le constructeur, WEISS France, a proposé un ensemble "chaudière et condenseur" d'une puissance totale de 5,33 MW pour un combustible bois à 45% d'humidité (mise en service en mars 2012) :

- chaudière bois de 4,5 MW,
- condenseur de 0,83 MW, puissance annoncée par le constructeur

pour une température de retour du réseau de 50°C.

Le réseau a été étendu au quartier de Chevreuse, dont les logements sont équipés de planchers chauffants. A terme, un centre aquatique y sera également raccordé. Ces éléments ont permis de mettre en œuvre une boucle plus froide qui permet de recourir à la condensation. Le choix de la biomasse poursuivait plusieurs objectifs : diminution des émissions de gaz à effet de serre, augmentation du taux de couverture des besoins énergétiques par une énergie renouvelable et obtention d'une TVA à taux réduit sur l'ensemble de la

facture pour les usagers... Praticien hospitalier en exercice, le maire a également entériné ce choix en raison de l'amélioration des émissions atmosphériques permise par cette technologie (abattement accru des particules, captation des acides volatiles). Après une année complète de fonctionnement, de premiers enseignements peuvent être tirés.

Premiers enseignements

1/ Le condenseur compense la perte de puissance des générateurs, sous réserve que la température de retour du réseau soit inférieure à 55 °C

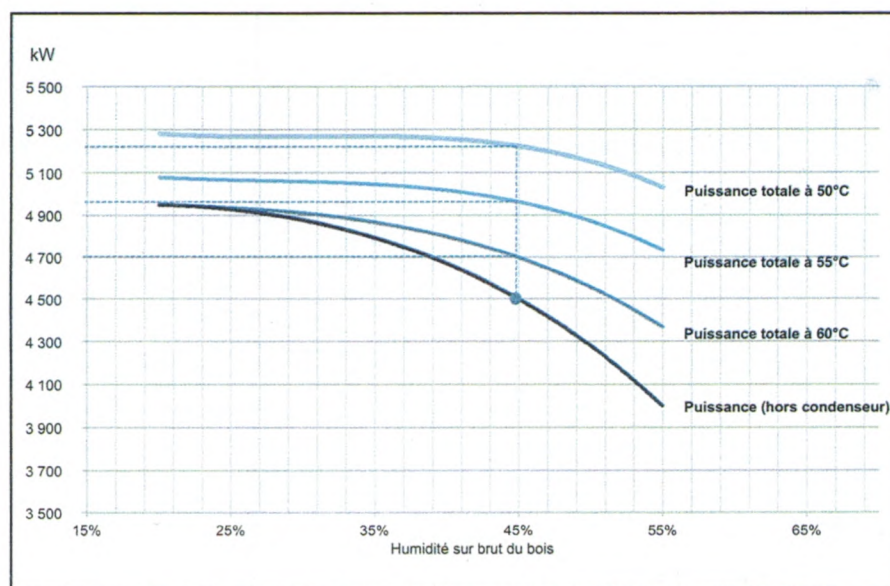


Figure 1 : Evolution de la puissance de la chaudière au bois sans et avec condenseur en fonction de l'humidité du bois à Soissons (02) pour 3 températures différentes de retour réseau

Le constructeur donne en général la puissance de la chaudière pour une humidité du combustible bois de 45%. Mais une humidité plus élevée dégrade fortement la puissance du générateur de chaleur (4.000 kW à 55% d'humidité, contre 4.500 kW à 45%). Pour un bois très humide (55%), la puissance du condenseur peut atteindre le seuil de 1.000 kW (soit 25% de la puissance de la chaudière) pour peu que la température du retour du réseau soit au minimum de 50°C. Le condenseur permet donc de maintenir la

puissance du générateur de chaleur malgré une augmentation sensible de l'humidité du combustible, voire d'envisager le déploiement du service de distribution de la chaleur.

2/ Les températures de retour du réseau

La température de retour du réseau en chaufferie centrale résulte, au niveau de chaque poste de livraison de la chaleur, du couple "température/débit". Certains bâtiments sont équipés de planchers chauffants (quartier de Chevreuse) ; d'autres ne

sont pas isolés et équipés de radiateurs classiques (loi d'eau 80°C/60°C pour une température extérieure de -7°C). A partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre, les besoins d'eau chaude sanitaire sont prépondérants ; durant la demi-saison et en été, le condenseur est ainsi à l'arrêt.

Un suivi du fonctionnement du condenseur de Soissons a été entrepris sur une période de trois mois, du 15 janvier au 15 avril 2014. Les résultats suivants s'appuient sur les relevés d'exploitation communiqués par COFELY Service (concessionnaire du service public de la chaleur). On constate que les températures de retour ne sont jamais inférieures à 45°C, mais dépassent assez peu le seuil des 60°C (figures 4, 5 et 6). Globalement, elles sont inférieures à ce seuil pendant 4/5^{ème} du temps. Elles évoluent en fonction de la température extérieure ; il est cependant difficile d'en déduire une règle mathématique. Lorsque celle-ci est inférieure à 5°C, la moyenne des températures de retour est de 52,7°C. En revanche, elle s'élève à 63,6°C lorsque la température extérieure excède 15°C (90% du temps seulement durant les 3 mois de suivi).

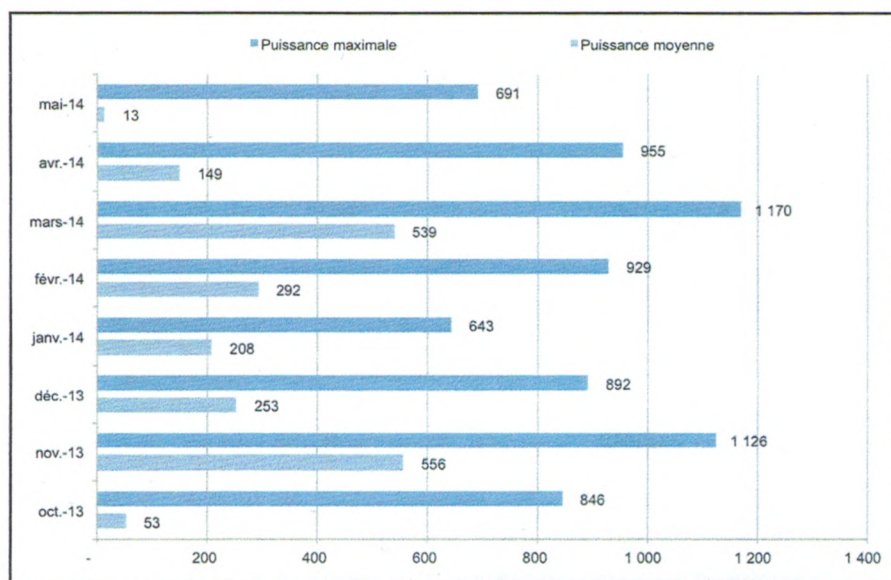


Figure 2 : Puissances moyenne et maximale du condenseur (en kW) à Soissons

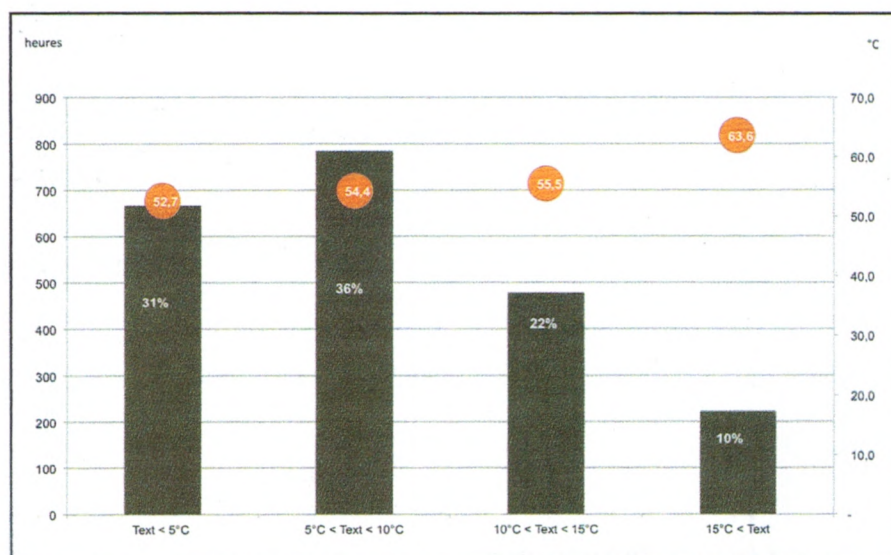


Figure 3 : Durée de fonctionnement du condenseur et températures moyennes de retour du réseau en fonction de la température extérieure

3/ 95% de l'énergie délivrée par le condenseur lorsque la température extérieure est inférieure à 15°C

La puissance moyenne développée par le condenseur est fonction de la rigueur climatique. Plus la température extérieure est faible, plus l'énergie fournie par le condenseur est importante. A titre d'illustration, 5% seulement de l'énergie durant les 3 mois de suivi ont été produits quand la température extérieure excédait le seuil des 15°C. Lorsque la température de retour du réseau est supérieure à 60°C, le condenseur ne fonctionne pas. Lorsqu'elle est inférieure à 50°C, le condenseur développe une puissance supérieure à 660 kW en moyenne. A partir de la puissance moyenne du condenseur, on peut néanmoins en déduire que le bois présente une humidité → →

→ → moyenne entre 35 et 40%. Pour le moment, COFELY Service n'a communiqué aucune information sur la qualité du bois brûlé. Sur l'ensemble de l'année, COFELY Service déclare avoir dépassé un rendement sur PCI de 100% à Soissons ; à Farébersviller (57), la société atteint le seuil de 103%. Dans les 2 cas, les résultats ont dépassé les objectifs.

4/ Confirmation de l'intérêt environnemental de la condensation

En matière environnementale, le

condenseur permet d'abattre une partie substantielle des particules et environ 1/5^{ème} des éléments traces métalliques ; en revanche, l'effet sur les oxydes d'azote ou oxydes de soufre semble plus modeste, voire inexistant (tableau 1).

Cependant, les condensats contiennent une teneur relativement élevée de matières en suspension, ainsi que des sulfates (ce qui laisse supposer une captation, au moins partielle du soufre dans les rejets aqueux). Ces résultats analytiques

confirment le caractère "épuratoire" de la condensation. Les rejets aqueux respectent les valeurs limites de rejet dans le réseau des eaux usées (tableau 2).

Les facteurs d'optimisation

La température de la source froide constitue la contrainte la plus importante pour la condensation. Dans l'hypothèse où les températures de retour sont trop élevées, deux systèmes peuvent être envisagés en chaufferie centrale : l'humidification de l'air comburant et l'installation d'une pompe à chaleur.

L'humidificateur de l'air comburant

La saturation en eau de l'air de combustion a pour effet d'élever le point de rosée des fumées, qui peut atteindre 70-72°C à l'aide d'un humidificateur^(1&2). Ce système permet donc de condenser avec des retours réseau à plus haute température. La saturation de l'air de combustion a néanmoins plusieurs incidences :

- Une augmentation du débit massique dans la chaudière nécessitant une puissance de ventilation plus importante.
- Le risque de condensation de la vapeur d'eau dans les ventilateurs d'air.
- Un risque de corrosion lié à un changement de la qualité du combustible ou du mélange de combustibles.
- La formation d'un panache de vapeur en sortie de cheminée en hiver pouvant entraîner des problèmes de gel.
- Des vibrations au niveau des ventilateurs de fumées ou d'air, lorsqu'ils sont situés trop près de coudes.

Ce dispositif ne présente aucun risque d'altération de la puissance de la chaudière. En effet, l'eau contenue dans l'air comburant est à l'état de vapeur et ne peut se condenser dans la chaudière car l'atmosphère y est à plus de 100°C

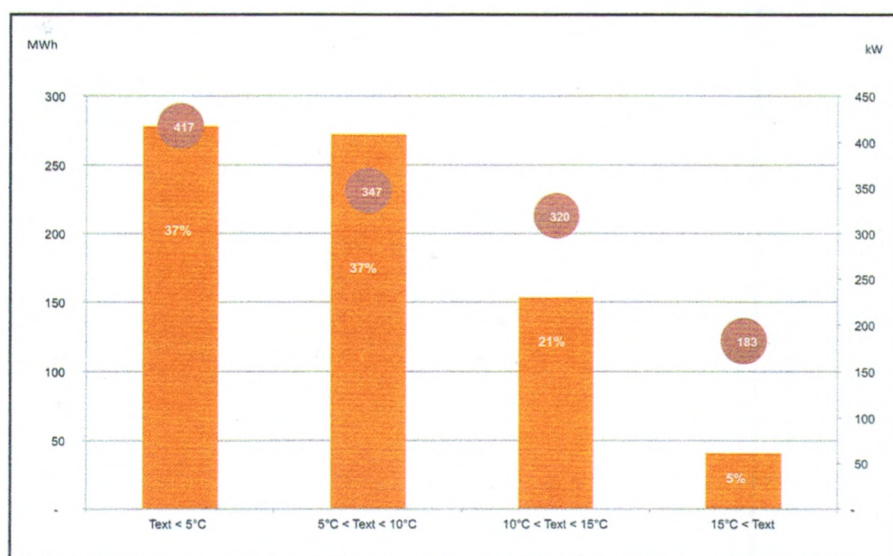


Figure 4 : Energie produite et puissance moyenne développée par le condenseur en fonction de la température extérieure (période du 15 janvier au 15 avril 2014)

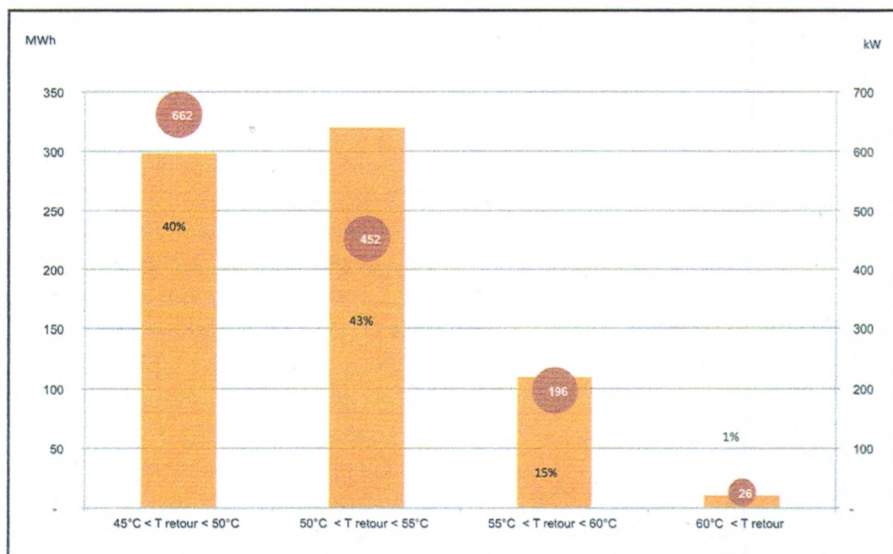


Figure 5 : Energie produite et puissance moyenne développée par le condenseur en fonction de la température de retour du réseau (période du 15 janvier au 15 avril 2014)

(à pression atmosphérique). La rentabilité d'un humidificateur d'air est déterminée par la température de retour du réseau, humidité et le

prix d'achat du bois, du prix de vente de la chaleur et de la durée de fonctionnement annuelle de la chaudière bois.

La pompe à chaleur (condensation active)

La pompe à chaleur (PAC) déplace la chaleur d'une source basse température vers une source froide grâce aux changements d'état d'un fluide caloporteur (souvent de l'eau). La PAC à compression ou absorption a pour objectif de capter la chaleur contenue dans les condensats et de réchauffer le fluide caloporteur. Réservée au condenseur-laveur, elle remplace l'échangeur condensats/eau du réseau : on parle de condensation active⁽³⁾. ●

Correction à 6%O ₂	Condenseur		Taux d'abattement
	Amont	Aval	
Poussières (mg/Nm ³)	3,2	< 0,3	92 %
NOx (mg/Nm ³)	332	312	6%
SOx (mg/Nm ³)	0,6	0,7	-
HF (mg/Nm ³)	Inférieur à la valeur minimale de quantification		
Somme Métaux lourds (µg/Nm ³) (Sb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Zn)	73.5	59.3	19.3%

Tableau 1 : Mesures des émissions atmosphériques réalisées par l'APAVE (15 et 16 janvier 2014) à la chaufferie de Soissons

	Valeur Moyenne mesurée	VLE (en moyenne sur une journée)
Température (°C)	18,6	30
pH	7,1	5,5 - 8,5
Matières en suspension (mg/m ³)	20,6	30
Cadmium et ses composés (mg/l)	0,01	0,05
Sulfates (mg/l)	553	2 000

Tableau 2 : Analyse des rejets aqueux du condenseur

Bibliographie :

⁽¹⁾ AXBY F. Et coll. Study of flue gas condensation for biomass-fired CHP plant. Suède, 2000.

⁽²⁾ STENQVIST P.-A. KARTLÄGGNING, av rökgaskondenseringsanläggningar med avseende på korrosionsrisker, biobränslekvaliteter, teknik och materialval. Suède, 2012.

⁽³⁾ HEBENSTREIT B. et coll. Efficiency optimization of biomass boilers by a combined condensation - heat pump - system. Autriche, 2011.



De l'Energie pour l'Avenir

Chaudières industrielles bois et biomasse



Toutes les puissances

250kW à +11MW

Tous les combustibles

bois et biomasse

Toutes les utilisations

Collectivités, Industrie, Tertiaire

Différents fluides

Eau chaude, Vapeur
Eau/Air surchauffé





#Biomasse

Des solutions sur mesure, un interlocuteur unique, de nombreux services et accompagnements personnalisés.

LE CHOIX D'UN EXPERT RECONNU



COMPTE.R

Z.I. de Vaureil
63220 Arlanc

Tél. : +33 (0) 473 950 191 | info@compte-r.com



WWW.COMPTE-R.COM