



Colloque

BOIS-ENERGIE COLLECTIF ET INDUSTRIEL :
meilleures techniques et bonnes pratiques

10 octobre 2013 - DIJON

Thomas NUSSBAUMER, Prof. Dr et Expert européen

VERENUM

Langmauerstrasse 109

CH – 8006 ZURICH (Suisse)

Tél : +41 (0)44 377 70 70

E-mail : thomas.nussbaumer@verenum.ch

Site internet : verenum.ch

Université de Sciences Appliquées de LUCERNE

Bioenergy and Sustainability Group

Technikumsstrasse 21

CH – 6048 HORW (Suisse)

E-mail : thomas.nussbaumer@hslu.ch

Site internet : hslu.ch

Lien vers le symposium HOLZENERGIE : www.holzenergie-symposium.ch
(téléchargement de présentations)



TECHNOLOGIES DES CHAUFFERIES AUTOMATIQUES AU BOIS ET ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DANS LA RECHERCHE POUR REDUIRE DES POLLUANTS ET PRECIPITER DES POUSSIÈRES FINES

Les énergies renouvelables deviennent de plus en plus importantes car les énergies fossiles doivent être remplacées du fait de leurs effets négatifs sur le climat. L'**énergie bois** est, de fait, une des énergies renouvelables disponibles et en plus, produite localement. Cela évite ainsi des transports longue distance et crée des emplois non délocalisables. Par contre, la combustion du bois cause différentes émissions dans l'atmosphère, ce qui peut désavantager cette énergie. Parmi les polluants, les particules fines (moins de 10 micromètres, PM₁₀) et les composés organiques sont identifiés comme les plus problématiques du fait de leurs effets néfastes sur la santé.

Parmi les **applications du bois-énergie**, les installations automatiques deviennent de plus en plus utilisées et dans une large gamme de puissance. Pour celles à granulés de bois, la gamme de puissance va typiquement de 10 kW à moins de 500 kW, pour celles à plaquettes de bois, elle va souvent de 200 kW à 5 MW. Les installations de production combinée de chaleur et d'électricité ne sont intéressantes que dans le cas de puissances importantes et de besoins en chaleur constants (plus de 5000 heures par an) car le rendement électrique augmente et les coûts déclinent avec la puissance.

Les **technologies** les plus connues sont les chaudières à poussée inférieure dénommées souvent « foyers-volcans » (100 kW à 2 MW) et les chaudières à grille mobile (200 kW à 100 MW). Celles à grilles mobiles sont plus coûteuses mais permettent l'utilisation de combustibles à haute teneur en cendres et, le cas échéant, humides. Pour les puissances supérieures à 10 MW la technologie de lits fluidisés est aussi utilisée. Dans les installations typiquement supérieures à 5 MW, la production combinée de chaleur et d'électricité peut être appliquée via la production de vapeur.



Un **avantage des chaudières automatiques** est le confort pour les consommateurs. En plus, elles sont capables de réaliser une combustion de haute qualité avec un rendement important. Pour réaliser une combustion presque complète, la combustion est séparée en deux étapes et dans plusieurs zones au sein de la chaudière. Dans une première zone, le bois est gazéifié avec de l'air primaire permettant de mieux ajuster la puissance. Le gaz combustible provenant du bois est ensuite mélangé avec l'air secondaire pour oxydation dans une chambre de combustion séparée à haute température.

Grâce à une combustion presque complète, les **émissions de polluants** de combustion incomplète sont faibles. Comme polluants volatils, nous pouvons citer le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV) et comme autres polluants se distinguent la suie et les goudrons (des substances organiques nocives sous forme liquide). Comme le bois contient des substances minérales (Azote (N) dans les protéines et Potassium (K), Chlore (Cl), Calcium (Ca) et autres éléments dans les cendres), sa combustion produit également des polluants inorganiques. Comme polluants volatils, des oxydes d'azotes (NO_x) et comme particules, des sels tels KCl, K₂SO₄, CaCO₃ et CaO sont formés. En principe, ces particules sont moins toxiques que la matière organique trouvée dans les goudrons, mais les sels sont néanmoins nocifs s'ils sont contenus dans les fumées. Ainsi, pour réduire les particules fines des chaudières automatiques à bois, des **systèmes de séparation** sont nécessaires, c'est-à-dire des filtres à manches ou des séparateurs électrostatiques (aussi connus comme «électrofiltres», bien que le principe de séparation ne soit pas une filtration). Les séparateurs électrostatiques sont plus chers à l'achat mais moins coûteux à l'usage. Par contre, les filtres à manches sont moins chers à l'achat, et même plus efficaces, mais plus sensibles et inappropriés pour des combustibles humides.



Remerciements

- Office fédérale de l'énergie OFEN
- Office fédérale de l'environnement OFEV
- Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique FNS
- Commission pour la technologie et l'innovation CTI

Littérature générale

Nussbaumer, T.: *Energie-bois – Partie 4: Installations automatiques de chauffage au bois*, Schweizer Baudokumentation, Artikel 00530, Blauen, Mai 2008, 16 Seiten, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: *Energie-bois – Partie 1: Introduction et notions fondamentales*, Schweizer Baudokumentation, Artikel 00500, Blauen, Oktober 2007, 12 Seiten, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: *Energie-bois – Partie 2: Installations de chauffage au bois à alimentation manuelle*, Schweizer Baudokumentation, Artikel 00510, Blauen, Februar 2008, 16 Seiten, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: *Energie-bois – Partie 3: Installations de chauffage à granulés/pellets de bois*, Schweizer Baudokumentation, Artikel 00520, Blauen, Mai 2008, 16 Seiten, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: Emissions particulières lors de la combustion du bois: Influence du type de combustion sur les particules et leur toxicité, *Bioénergie Internationale* 20 2012, 8–13, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: Régulation des chaudières automatiques, *Bois-énergie* 3 1999, 44 – 51

Nussbaumer T.: Combustion and Co-combustion of Biomass. *Energy & Fuels*, 2003, 17(6), 1510–1521, www.verenum.ch

Nussbaumer, T.: Techno-economic assessment of particle removal in automatic wood combustion plants, *15th European Biomass Conference*, 2007, Berlin 7–11 May 2007, OE2.5, 2362–2365

Littérature de planification

Good, J. et al.: *Manuel de Planification, QM Quality Management Chauffages au bois*, Tome 4, Holzenergie Schweiz, C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing 2008, Traduction 2010