

BIOMASSE CO-GENERATION

FORSSA Finlande

Sachant que la part d'énergie renouvelable en Europe doit atteindre 12% d'ici 2010, il faut prendre en considération l'augmentation de l'utilisation de la biomasse pour la production combinée de chaleur et d'électricité. Le bois, les déchets de bois et la paille sont loin d'être rares ; mais ils nécessitent des investissements plus lourds que d'autres pour être pleinement exploités. C'est pourquoi l'utilisation du bois et de la paille en tant que source d'énergie renouvelable (tout en gardant à l'esprit la nécessaire gestion de ces ressources à long terme et la croissance de cette utilisation !) reste encore limitée par rapport à d'autres sources d'énergie renouvelables. Néanmoins, certaines villes, dont un grand nombre en Scandinavie, ont réalisé des expériences remarquables, comme dans la ville de Forssa en Finlande, où l'entreprise énergétique municipale a pris l'initiative de construire la première centrale finlandaise de production combinée de chaleur et d'électricité 100% biomasse.

ASPECTS GENERAUX

Forssa est une ville située au sud-ouest de la Finlande qui regroupe environ 19000 habitants. Elle est le centre d'une région comprenant environ 36000 habitants. La ville est située à une heure de la capitale, Helsinki, et de deux grandes villes finlandaises, Turku et Tampere. La ville a été fondée en 1923 et l'industrie textile a été la plus importante source d'emplois jusque dans les années soixante-dix. Aujourd'hui, la plupart des emplois sont fournis par les industries de matériaux de construction, agro-alimentaires et graphiques.

Données climatiques :

Degré-jours (17 °C) : 4585

Température moyenne annuelle : 3,9 °C



CONTEXTE

En Finlande, les ressources relatives à la biomasse sont prodigieuses. L'Institut de Recherches Sylvicoles finlandais (METLA) a étudié le gisement de ressources ligneuses de Finlande. Le domaine forestier finlandais couvre 26,3 millions d'hectares, ce qui correspond à 78% de la surface totale du pays. L'ensemble des forêts finlandaises est estimé à 1 880 millions de m³, et la croissance annuelle de la biomasse forestière à environ 110 millions de m³. Le potentiel de résidus forestiers pour la production d'énergie est estimé à environ 30 millions de m³/a, ce qui équivaut à une valeur énergétique d'environ 72 TWh. Depuis plusieurs années, la Finlande combine l'utilisation de biomasse et la production simultanée de chaleur et d'électricité. La proportion de la production combinée est l'une des plus importantes dans le monde. Environ 76% du chauffage urbain est produit par cogénération.

La municipalité de Forssa travaille activement sur les questions d'énergie. Forssa est membre de l'Agence pour l'Energie du sud-ouest de la Finlande, une agence fondée en partie grâce au Programme SAVE 2. La mise en place de cette agence a entraîné un formidable élan local en faveur de l'utilisation de la biomasse. Outre la construction de la

nouvelle centrale de co-génération alimentée à la biomasse, les petites sociétés de chauffage environnantes ont réalisé leurs investissements dans des usines de chauffage au bois.

EXPERIENCE DE FORSSA

Le développement des technologies de combustion a permis d'augmenter de façon considérable l'utilisation de différents types de biomasse et de déchets dans la production d'énergie et de chaleur de même que la construction de petites centrales de co-génération pour une production d'électricité de 4 à 20 MW. Ce concept confirmé de centrale de production combinée de chaleur et d'électricité a été utilisé avec d'excellents résultats depuis 15 ans dans les pays nordiques.

Centrale Forssan Energia

L'entreprise énergétique municipale (Forssan Energia Oy) devait augmenter la production de chaleur et d'électricité de la ville et remplacer les centrales au mazout. L'objectif était de produire une énergie qui permettrait de garantir une alimentation avec le minimum d'interruptions de



fonctionnement. Il existait au niveau local, plusieurs sources d'approvisionnement en bois différentes permettant d'alimenter l'ensemble de la centrale; ainsi, la consommation de pétrole importé a pu être réduite. Aujourd'hui, la plus grande partie du bois provient du voisinage immédiat (moins de 50 kilomètres) de Forssa. L'élaboration du projet de la centrale Forssan Energia a débuté en février 1995 et la centrale a commencé à fonctionner en septembre 1996. Elle a été la première centrale de chauffage urbain par cogénération en Finlande à utiliser 100% de bois comme combustible. Ce combustible est à base d'écorces, de sciure, de copeaux et autres déchets de bois. Des réserves sont également faites pour l'utilisation de combustibles recyclés. En Finlande, la tourbe est généralement le principal combustible utilisé dans de telles centrales, mais ce type de combustible est uniquement utilisé durant les périodes froides de l'hiver à Forssa. En remplissant en partie la chaudière de tourbe, il est possible de maintenir les grilles de combustion dans un meilleur état de propreté et ainsi, la centrale fonctionne de manière plus efficace. Sur une moyenne annuelle, 20% de la biomasse est de la tourbe. L'une des principales idées liées à la construction d'une petite centrale de cogénération – par rapport aux autres centrales de co-génération en Finlande – est d'améliorer la rentabilité en combinant production d'électricité et chauffage urbain. Ce type de centrale possède les caractéristiques suivantes :

- Rendement total élevé ;
- Capacité de brûler de nombreux combustibles différents d'une manière acceptable pour l'environnement ;
- Coûts d'investissement faibles ;
- Durée de construction courte du fait d'une conception standard ;
- Coûts de fonctionnement faibles du fait du fort degré d'automatisation ;

Un bon système de manutention du combustible est primordial pour garantir le fonctionnement correct et fiable de la centrale. Si la conception et la fabrication de ce système ne sont pas correctes, ceci peut constituer le motif principal de fermeture des centrales. Le système de manutention du combustible comprend généralement des équipements de réception, de tri, de déchiquetage ou de broyage, ainsi que des dispositifs d'épierrage et de déferrage, de convoyage et de stockage. La chaudière est l'élément clé de l'ensemble de la centrale et par conséquent, de nombreuses exigences et conditions doivent être prises en compte pour atteindre une bonne rentabilité, des émissions faibles et un taux de production élevé de la centrale. Une chaudière à lit fluidisé à bulles (LFB) est préférable lors de l'utilisation de biomasse ou de combustibles à bas pouvoir calorifique similaires contenant des substances hautement volatiles. Le LFB est une solution moins coûteuse qu'un lit fluidisé circulant (LFC). Dans la plupart des cas de centrales alimentées à la biomasse, le LFB s'avère être techniquement et économiquement la bonne solution.

Spécifications techniques

La centrale comprend une chaudière LFB Foster Wheeler ayant une capacité maximale de 66 MW, des paramètres de vapeur de 60 bars, 510 °C et un débit de 22,8 kg/s. La turbine à contre-pression de 17,2 MW est fournie par ABB. L'usine est équipée d'un contrôle d'émissions de haut niveau. L'eau du chauffage urbain est réchauffée sur deux étages. Le premier étage reçoit de la vapeur de contre-pression. Pour augmenter la température de l'eau du chauffage urbain, l'eau est réchauffée parallèlement dans le second étage par de la vapeur provenant directement de la turbine. Cette solution particulière permet une augmentation sensible de la puissance jusqu'à un coefficient de chaleur de 26,3% à pleine charge et de 28,8 % à une charge de 40%. La centrale est équipée d'un refroidisseur d'eau auxiliaire afin de maximiser la production annuelle d'énergie et de fournir un refroidissement suffisant les chaudes journées d'été lorsque la demande de chauffage urbain est à son plus bas niveau. Même dans les conditions de la Finlande, la part des maisons à chauffage urbain est élevée. Environ 13 000 personnes – soit environ 70% des habitants de la ville vivent dans des maisons chauffées par le biais du chauffage urbain. La longueur totale du système de chauffage urbain est de 52 kilomètres. Les consommateurs sont répartis comme suit :

- Maisons d'habitation (60% de la demande de chauffage)
- Industries (6% de la demande de chauffage)
- Autres consommateurs (34% de la demande de chauffage)

Suite aux exigences de faibles coûts de fonctionnement et de disponibilité élevée, le système de commande a été fortement sollicité. Au cours des dernières années, les techniques d'automatisation se sont améliorées et les fournisseurs ont pu réduire leurs prix.

Energie et environnement

Ce concept confirmé de centrale de cogénération thermique conventionnelle utilisé pour la centrale de cogénération Forssa Energian restera longtemps le concept de centrale le plus économique et notamment pour les petites et moyennes centrales alimentées à la biomasse. La production annuelle est :

- Energie de cogénération : 57 GWh
- Energie de condensation : 23 GWh
- Chauffage urbain : 155 GWh
- Total annuel des besoins en combustible : 300 GWh

Ces chiffres correspondent à la demande de chaleur totale du système de chauffage de Forssa, et à un tiers de l'énergie électrique requise par Forssa. La centrale tourne 24 heures sur 24 sauf sur une courte période d'entretien pendant l'été. Le rendement total est de 78% et le pourcentage d'électricité produite, lors d'une production en mode co-génération est de 26,9%. Ces chiffres n'ont rien de surprenant, mais si l'on considère que la technique du lit

fluidisé est utilisée en combinaison avec une biomasse d'une nature bien différente, ceci est cependant est presque exceptionnel. Les émissions liées à la combustion en lit fluidisé (CLF) sont faibles par rapport aux méthodes de combustions conventionnelles du fait de la faible formation de NO_x en raison de la basse température de combustion. Le NO_x formé au cours de la combustion en lit fluidisé proviennent principalement de l'azote du fluide combustible. Le SO_2 peut être capturé efficacement en introduisant du calcaire dans le lit. La quantité totale annuelle d'énergie produite à partir de biomasse est de 235 GWh. Si l'on considère que cette quantité d'énergie remplace l'électricité et la chaleur produite par le pétrole, on obtient les chiffres suivants :

- Réduction d'émission CO_2 : 66 000 tonnes/a
- Réduction d'émission SO_2 : 100 tonnes/a

La demande annuelle en bois de chauffage est d'environ 400 000 m^3 . En hiver, la demande de combustible est d'environ 24 camions par jour (un par heure !). Le propriétaire de la centrale possède une surface de stockage d'un hectare pour le combustible en cas de variations saisonnières de la production et de l'utilisation de combustible. Il existe toutefois un problème concernant la mise au rebut des déchets de la centrale de co-génération alimentée au bois – les cendres sont généralement jetées dans les décharges voisines. Il est prévu que les cendres seront à l'avenir épandus dans les forêts étant donné qu'ils font partie du cycle naturel de régénération.



Economie

Grâce à sa conception compacte, et comme les équipements de la centrale ont été achetés par le biais de plus de cent contrats séparés, les coûts d'investissement totaux pour la centrale de Forssa n'ont été que de 16,6 millions d'Euros, parmi lesquels 2 millions d'Euros ont été apportés par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. Le prix de l'électricité vendue est très compétitif même en Finlande, où le prix de l'électricité est parmi les plus bas d'Europe.

EVALUATION ET PERSPECTIVES

La production et l'utilisation de bio-énergie jouent un rôle important en matière d'emploi dans la région. Le propriétaire – la municipalité – a récemment (en juin 1999) vendu l'entreprise à une société privée *Vapo Oy*. Ceci est une conséquence directe de la libéralisation du marché de l'énergie combinée au désir de la municipalité de concentrer ses efforts sur un nombre plus limité de secteurs. En cédant l'entreprise de production d'énergie, la ville de Forssa a cherché à assainir ses finances et à garantir son développement futur. Le conseil municipal a également souhaité fournir une base solide à la production d'énergie en utilisant les combustibles indigènes de Forssa. L'acquisition de *Vapo* a fait partie des changements importants en matière de production de chaleur et d'électricité en Finlande. Ces changements sont notamment illustrés par l'action de nombreuses municipalités qui ont créé ou sont en train de créer leur propre production de chaleur et d'électricité. Comme conséquence directe de la vente de l'entreprise à *Vapo Oy*, le prix de l'électricité est tombé de 20%.

POUR PLUS D'INFORMATIONS

Markku Miettinen

Vapo Oy

PO Box 22

FI – 40101 JYVÄSKYLÄ

Tél. : +358 14 623 56 38

Fax : +358 14 623 57 07

E-mail : Markku.Miettinen@vapo.com

<http://www.vapo.com>

Erkki Vähätalo

Forssan Energia Oy

PO Box 111

FI – 30101 FORSSA

Tél. : +358 3 412 6700

Fax : +358 3 412 6750

E-mail : erkki.vahatalo@forssanenergia.fi

<http://www.forssanenergia.fi>

Cette étude de cas a été réalisée par Energie-Cités en coopération avec Vapo Oy. Elle a été financée par le Programme ALTENER de la DG Energie et Transport de la Commission européenne.

