

LA GAZÉIFICATION DU BOIS S'IMPOSE POUR LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET DE CHALEUR

La production simultanée de chaleur et d'électricité par la gazéification du bois est l'application innovante d'une technologie d'environ 150 ans. Cette production est possible grâce à des installations de cogénération électricité-chaleur modernisées. Elles permettent une meilleure utilisation du bois en tant qu'énergie renouvelable. Les installations de cogénération par gazéification du bois sont particulièrement adaptées pour une application dans des communes, des villes, des coopérations de centrales de chauffage urbain et de groupements thermiques.



Avec l'installation de cogénération par gazéification de Stans, le chef d'exploitation Hans Bieri produit 10,2 GWh par an de chaleur qui alimente 60 habitations et 20 exploitations industrielles et commerciales. L'installation alimente le réseau avec 5,6 GWh de courant par an. Photo : B. Vogel

Depuis le mois d'avril 2015, la scierie Josef Bucher AG d'Escholz matt (LU) présente le fonctionnement de la technologie de la gazéification du bois à moindre échelle : la gazéification des résidus de bois de la scierie (sous forme de copeaux) permet de produire de la chaleur (1,8 GWh par an/puissance de 240 kW) et de l'électricité (1 GWh par an/puissance de 125 kW). L'électricité est utilisée dans la scierie ou pour l'alimentation du réseau et la chaleur est utilisée sur le réseau local de chauffage urbain. « L'installation de production nous permet de couvrir la charge de base annuelle du réseau de chauffage. Dans la mesure où nous voulons exploiter l'installation toute l'année pour des raisons pratiques et économiques, nous apprécions que le réseau de chauffage alimente une maison de retraite et une école qui consomment de la chaleur toute l'année », affirme Hansjörg Bucher, chef de l'entreprise. Les besoins supplémentaires ou la chaleur de pointe en hiver sont couverts par une chaudière à copeaux (puissance de 2100 kW).

L'installation d'Escholz matt couvre les besoins en électricité d'au moins 300 foyers modernes de quatre personnes et les besoins thermiques de 360 foyers de ce type. Mais comme le montre l'exemple de Stans (NW), la gazéification du bois fonctionne également sur une échelle cinq fois plus grande. L'installation s'y trouvant est exploitée depuis 2007 avec du bois de démolition. Le courant (1200 kW/5,6 GWh) alimente le réseau, la chaleur (1500 kW/10,2 GWh) alimente le groupement thermique d'un lotissement de 60 logements et 20 exploitations industrielles et commerciales. La société Pilatus Flugzeugwerke AG prélève environ la moitié de la chaleur. « Avec notre installation, nous avons réalisé un travail de pionnier. En réparant sans cesse les erreurs de démarrage, nous avons accumulé de précieuses expériences dont pourront profiter les exploitants d'installations à l'avenir », affirme le chef de l'exploitation Hans Bieri.

Une technologie arrivée à maturité

Les installations d'Escholz matt et Stans sont deux de sept installations de gazéification du bois actuellement exploitées en Suisse. « Le bois en tant que source d'énergie est très tendance ; la gazéification du bois qui souffrait d'une mauvaise réputation par le passé est aujourd'hui une méthode arrivée à maturité et prête pour l'application sur le terrain », affirme Bernhard Böcker-Riese, directeur de la société BR Energy Group AG (Lucerne), qui propose des prestations d'ingénieur pour centrales électriques à biomasse. En tant qu'investisseurs, nous nous adressons en premier lieu aux communes, villes, coopérations et groupements thermiques présentant une grande consommation de chaleur toute l'année, même

l'été. L'exploitation sur toute l'année est essentielle pour permettre une exploitation économique des installations moyennes, justement comme celle de Stans. La production d'électricité à partir du bois présente une nette économie d'échelle, c'est-à-dire que les frais spécifiques baissent avec la taille de l'installation et les degrés de rendement augmentent. Dans la mesure où les degrés de rendement des technologies actuelles sont nettement inférieurs à 50% (voir graphique p. 3), il est indiqué d'utiliser les rejets thermiques autant que possible pour des raisons économiques.

La rentabilité dépend également d'autres facteurs comme le prix des combustibles et le prix d'achat. Le prix actuellement bas de l'électricité rend un encouragement par la rétribution à prix coûtant de l'électricité injectée indispensable. Cette rétribution pourrait être évitée en présence d'un consommateur qui achèterait l'électricité écologique à bon prix et du-



Vue sur l'installation de gazéification du bois de la société Josef Bucher AG à Escholz matt (LU) : le gaz de bois est généré à droite du gazéificateur rond. Photo : Josef Bucher AG

ablement, comme c'est le cas pour l'exploitant de l'installation de Stans.

Gazéification et autres formes de la cogénération au bois

La gazéification du bois est une technologie connue depuis longtemps ; la nouveauté est son utilisation pour la production de chaleur et d'électricité dans des installations de cogénération (chaleur-force). La cogénération par gazéification du bois utilise le bois disponible sur le plan régional en tant que ressource et contribue ainsi à l'alimentation décentralisée en énergies renouvelables. La cogénération par gazéifi-

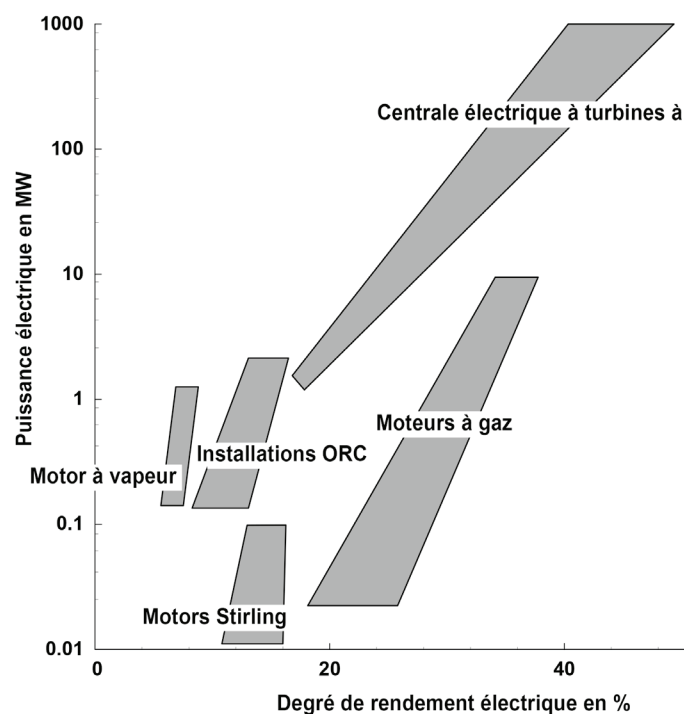
cation du bois s'aligne à d'autres centrales de cogénération typiquement exploitées avec du gaz naturel (fossile) ou du biogaz issu d'installations de fermentation des déchets vert ou d'épuration. La combustion du bois est une alternative à la gazéification dans les installations de cogénération. Sur les installations de combustion du bois, la production d'électricité est réalisée avec des turbines à vapeur et, en option, avec des groupes de turbines ORC raccordés en aval (pour les grandes installations) ainsi qu'avec des installations ORC ou un moteur à vapeur (pour les petites installations).

« Les avantages de la cogénération par gazéification du bois sont le rendement plus élevé, les frais d'investissement plutôt bas et les faibles émissions d'oxydes d'azote et de particules par rapport à la cogénération dans des chaudières à bois

FONCTIONNEMENT DE LA GAZÉIFICATION DU BOIS

La gazéification du bois est une forme de valorisation énergétique de la biomasse. Lors de la gazéification du bois, le bois est partiellement brûlé avec une arrivée d'air plus faible et contrôlée avec précision puis transformé en gaz par la chaleur (incandescence de 700 à 900 °C). On différencie les différentes technologies de gazéification : gazéificateur à lit fluidisé, à lit fixe et à flux entraîné. Le combustible est inséré à co-courant ou à contre-courant ; les gazéificateurs peuvent fonctionner en dépression, en surpression et sous haute pression (25 bar). Selon le type de gazéificateur, de l'air, de l'oxygène et/ou de la vapeur d'eau est ajoutée dans la zone de réaction afin d'optimiser la gazéification, le rendement, la formation de goudron et le processus de gazéification dans son ensemble.

Le gaz de bois ($\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CH}_4$) ainsi généré est ensuite brûlé dans un moteur à combustion ou une turbine à gaz. Ce processus génère de l'électricité et de la chaleur. Sur les 100 % de l'énergie contenue dans le bois, 55 % peuvent produire de la chaleur et 30 % de l'électricité. Il en résulte un degré total de rendement d'environ 85 %. Par rapport aux autres technologies visant à produire de l'électricité et de la chaleur à partir du bois, la gazéification permet une part comparable en électricité et ce, en produisant des émissions d'oxyde d'azote inférieures et des émissions de particules très basses. BV/MR



Vue d'ensemble des plages de puissance électrique et des degrés de rendement de la cogénération bois-chaleur-puissance. Illustration : Etude de l'OFEN évaluation de site cogénération bois 2013.

(combustion) », affirme Martin Rügsegger, propriétaire du cabinet de conseil ETECA GmbH (Fahrni/BE), représentant de la Suisse dans la section spécialisée de l'Agence internationale de l'énergie en tant que délégué (cf. Zone texte p. 4). En Europe, de nombreux nouveaux gazéificateurs de bois ont été raccordés au cours des dernières années. Environ 800 installations de cogénération sont actuellement exploitées. Selon les dernières expériences, leur disponibilité est comparable à d'autres centrales électriques et fonctionnent avec efficacité, affirme Rügsegger. La technologie de gazéification est également appliquée pour la gazéification des déchets (en vue de remplacer la combustion classique des déchets dans les UIOM). Rügsegger fait référence à une telle installation exploitée avec succès à Lahti en Finlande depuis quelques années et qui pourrait faire office d'exemple pour les applications de gazéification des ordures en Suisse également.

Un grand nombre de sites possibles

« Nous avons besoin d'une sécurité de planification à long terme concernant le coût des combustibles, de l'électricité et des contributions écologiques pour pouvoir investir dans les nouvelles technologies renouvelables comme la gazéification du bois », affirme Rügsegger. Il nous faut égale-

ment des sites disposant d'un espace suffisant pour les installations et obtenir l'approbation du voisinage. Un facteur d'influence très important pour le succès des gazéificateurs est la qualité du combustible : le bois doit être adapté aux installations correspondantes en termes de taille, de finesse et de teneur en eau. En 2013, une étude de la société Energie&Holz GmbH (Zurich) réalisée sur mandat de l'OFEN a indiqué 42 sites sur lesquels des chauffages au bois sont exploitées. Ces derniers sont susceptibles d'être équipés pour la cogénération de chaleur et d'électricité par l'intégration d'installations de gazéification. Selon l'étude, « la gazéification du bois est actuellement au premier plan en tant que technologie pour les puissances basses et moyennes (inférieures à 2'500 kWth). » Pour les hautes puissances en revanche, la combustion et la production de vapeur utilisée pour la production d'électricité par le biais de turbines/générateurs



L'installation de cogénération par gazéification de Stans (NW) utilise du bois de récupération naturel pour la production d'énergie. Photo : B. Vogel

LA SUISSE MAINTIENT LE DIALOGUE SOUS LE TOIT DE L'AIE

À la fin du mois d'octobre 2016, la production d'énergie avec la gazéification du bois faisant l'objet d'une réunion d'experts à l'École supérieure de Lucerne à Horw. La réunion de ladite IEA Bioenergy Task 33 sous le toit de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a été organisée par la Suisse. Des spécialistes venus d'Allemagne, d'Autriche, de Suède, des Pays-Bas, de Taiwan, des États-Unis et de Suisse ont échangé leurs expériences dans la gazéification du bois. Des représentants industriels comme, par ex., le directeur du département des turbines à gaz de Siemens étaient présents. Un des thèmes principaux de la réunion était la question de l'amélioration de la mesure et de l'analyse du gaz. La construction commune d'une plateforme qui faciliterait l'accès aux résultats des instituts de mesure dans différents pays a été votée.

Les groupes de travail («Tasks») de l'AIE sont un instrument important avec lequel la Suisse entretient l'échange international dans le domaine des technologies de l'énergie. L'AIE a actuellement 39 programmes («Technology Collaboration Programs/TCP») ; chacun se consacre à un certain domaine de l'énergie. La Suisse participe à 20 de ces programmes. Pour appliquer concrètement la coopération internationale, chaque programme comprend plusieurs groupes dans lesquels les experts des différents pays travaillent sur un certain thème.

Un des programmes AIE impliquant la Suisse est la bioénergie. Dix groupes de travail sont actifs au sein de ce programme. La Suisse participe à trois d'entre eux : Task 32 (combustion de biomasse), Task 33 (gazéification) et Task 37 (fermentation). Les questions traitées par chaque groupe de travail sont définies par un programme de trois ans dans le cadre des directives stratégiques qui ont été formulées au préalable par le «Executive Committee» du programme correspondant.

« Les experts réunis dans les Tasks élaborent des publications scientifiques qui donnent aux différents pays un élan important pour le développement et l'utilisation de la source d'énergie concernée », affirme Dr. Sandra Hermle, représentante de la Suisse dans le Executive Committee du programme bioénergie de l'AIE. « Les groupes de travail servent à l'échange mutuel et préparent ainsi le cadre adapté pour trouver des réponses orientées sur l'avenir aux questions nationales concernant certaines technologies énergétiques avec des spécialistes d'autres pays. » BV

serait préférable à la gazéification du bois pour la production de chaleur et d'électricité. La chaleur résiduelle à un niveau inférieur chauffe ensuite l'huile thermique en aval. Cette dernière s'évapore et produit de l'électricité supplémentaire par le biais de turbines et de générateurs.

D'autres défis à surmonter

En Europe, la gazéification du bois est établie dans la pratique avec des grandes et petites installations. Elle requiert toutefois encore une optimisation lorsqu'il s'agit, par exemple, de l'analyse fiable et pratique du gaz quant à son influence sur la performance de l'installation. Souvent, les besoins pour les mesures et les analyses du gaz des installations de recherche sont très différents de ceux des installations exploitées dans le commerce. Les installations commerciales utilisent des appareils d'analyse standard et des données de processus pour tirer des conclusions sur la puissance et la qualité du gaz pendant l'exploitation. Sur les installations de recherche, l'intérêt se porte davantage sur les processus chimiques qui se déroulent pendant la gazéification et pour cette raison, des mesures sont réalisées sur différents points du processus avec des instruments de mesure spéciaux On-line et Off-line. L'objectif est la détection précoce de la formation d'impuretés (par ex. de goudron) dans le processus de gazéification, de trouver d'éventuelles corrélations et d'introduire des mesures adaptées. En outre, il s'agit de trouver une méthode cohérente concernant le prélèvement du produit gazeux et de la coordonner entre les différents groupes de recherche. Les découvertes et l'échange international contribuent à une amélioration permanente des installations commerciales et de leur disponibilité.

- Le docteur Sandra Hermle (sandra.hermle[at]bfe.admin.ch), directrice du programme de recherche de l'OFEN sur la bioénergie, communique des **informations** supplémentaires.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et les démonstrations dans le domaine de la bioénergie sur : www.bfe.admin.ch/CT/biomasse.