



Production d'électricité à partir d'énergie fossile et d'énergie renouvelable

Sommaire

- Editorial: Jacques Vanhee, Tractebel Engineering
- Centrales au charbon de la nouvelle génération, Jacques Vanhee, Chief Engineer, Tractebel Engineering
- Captage et séquestration du CO₂, Jean Snoeck, Jacques Schittekat et Jeroen Soenen, Tractebel Engineering
- La co-combustion du charbon et de la biomasse: l'évolution des technologies pour énergies fossiles vers le renouvelable, Jean-Paul Mossoux, Product Manager Biomass, Tractebel Engineering
- Repowering of Amercoeur 1 into combined cycle gas turbine 430 MW : how to proceed ? Denis Dumont, Tractebel Engineering
- Le solaire thermique : ou comment intégrer l'énergie du soleil dans le vapeur ? M. Gonthier, F. Dôme, Tractebel Engineering
- Cogeneratie en energetische efficiëntie met Evonik Dugassa Antwerpen als voorbeeld, Sven Goethals, Georges De Vlieghe, Tractebel Engineering
- Aspects systémiques du raccordement des centrales de production au réseau, Karim Karoui, tractebel Engineering

Centrales au charbon de la nouvelle génération

Jacques Vanhee, Chief Engineer, Tractebel Engineering

Résumé

Cet article décrit les avancées technologiques qui permettent aux centrales au charbon de la nouvelle génération de relever le défi du « charbon propre », c'est-à-dire de tendre vers une utilisation plus intelligente du charbon, d'augmenter le rendement des centrales, de réduire les émissions de CO₂ et de réduire l'empreinte environnementale.

On y décrit les critères de conception d'une centrale au charbon pulvérisé moderne dans le parc européen, son fonctionnement et ses performances principales.

L'accent est mis sur les développements de nouveaux matériaux qui permettent l'adoption de cycles vapeur « ultrasupercritiques », et d'opérer avec des températures de vapeur de 600/620°C. On dépeint également l'architecture générale d'une chaudière et d'une turbine à vapeur ultra-supercritiques, et du traitement des fumées.

L'article se clôture en introduisant brièvement la technologie «700°C», qui permettra d'atteindre un rendement de plus de 50% dans l'horizon 2015-2020.

Captage et séquestration du CO₂

Jean Snoeck, Jacques Schittekat et Jeroen Soenen, Tractebel Engineering

Résumé

Des grands industriels tels qu'Alstom, Siemens et Mitsubishi se font une compétition féroce pour développer la technologie de captage du CO₂. Les géants de l'industrie pétrolière et gazière comme Total, Shell et GDF Suez se positionnent pour la construction et la gestion des futurs réseaux de transport et de séquestration de CO₂. Toutes les grandes centrales électriques de GDF Suez, E.On, RWE et EDF qui sont en cours de construction sont prévues pour pouvoir implanter dans le futur une installation de captage du CO₂. Et la communauté européenne de son côté a provisionné 9 milliards d'Euros pour des projets pilotes.

Le captage et la séquestration de CO₂ est bel et bien devenu un marché à haut potentiel. Selon la société américaine Pike Research, le marché de la séquestration de CO₂ représenterait 90 milliard d'Euros pour la fin de 2030. Il y a plusieurs méthodes potentiellement applicables à l'échelle d'une centrale thermique pour capturer le flux de CO₂. Ces méthodes sont classées selon la phase à laquelle l'on fait le traitement nécessaire pour obtenir ce flux de CO₂ pur (Fig. 1). On distingue ainsi le captage du flux de CO₂:

- Après gazéification du combustible solide («pré-combustion»)
- Après combustion du combustible avec un mélange d'oxygène et de CO₂ («oxy-combustion»)
- Après une combustion classique («post-combustion»)

Le captage du flux de CO₂ après combustion est celui qui est le plus approprié pour le parc de production existant car il minimise les modifications nécessaires à la centrale. La séquestration du CO₂ peut se faire dans des aquifères ou des champs de gaz épuisés avec certaines caractéristiques géotechniques précises. Ces structures géologiques adéquates se trouvent aussi bien sur terre qu'en mer. Le flux de CO₂ est transporté sous forme supercritique de son lieu de captage vers le lieu de sa séquestration. Ce transport se fait généralement par

conduite. Pour de très longues distances des transports par bateaux sont également envisageables.

Le présent article a ainsi pour but d'expliquer – dans le contexte des centrales thermiques existantes et plus particulièrement celles au charbon – les notions de base du captage, du transport et du stockage de CO₂.

La co-combustion du charbon et de la biomasse: l'évolution des technologies pour énergies fossiles vers le renouvelable

Jean-Paul Mossoux, Product Manager Biomass, Tractebel Engineering

Résumé

Dans cet article on entend par co-combustion l'utilisation de la biomasse comme combustible de substitution du charbon dans des centrales électriques de grande puissance (> 80 MWe). Le nouveau cadre légal pour l'utilisation de la biomasse-énergie qui se met en place au niveau Européen vise 35% d'électricité d'origine renouvelable à l'horizon 2020. La co-combustion pourra y contribuer de façon significative. Cet article résume les éléments requis pour sortir la co-combustion de sa phase expérimentale en abordant le cadre légal Européen, les enjeux de l'approvisionnement en biomasse, les spécificités de sa combustion, les technologies de co-combustion et les risques liés à la manutention de la biomasse.

Une dizaine d'années d'essais et de mise au point de projets pilotes de taille industrielle a permis l'émergence de techniques innovantes de co-combustion bois/charbon. Des exploitants de centrales électriques ont pris le risque d'introduire la biomasse dans plusieurs de leurs chaudières alimentées au charbon. Un opérateur Danois exploite une nouvelle chaudière dans des conditions d'opération Ultra Super Critique. Ces exploitants ont avec l'aide de centres de compétences techniques et des centres de logistique d'achat développé leurs réseaux d'approvisionnement, testé différents types de biomasses, conçu et amélioré des nouveaux concepts de manutention et de co-combustion. Les problèmes rencontrés ont été multiples et à tous les niveaux: sécurisation de l'approvisionnement de la biomasse, manutention et combustion, valorisation des cendres, Des accidents récurrents ont nécessité la mise au point de systèmes de détection et protection pour gérer les risques d'incendie et d'explosion liés à la manutention de la biomasse. Aujourd'hui ces exploitants pionniers de la co-combustion opèrent leurs installations essentiellement avec du bois et du charbon. Ils assurent les critères de disponibilité, d'efficacité énergétique et de sécurité imposés aux centrales électriques.

La phase de recherche n'est pas pour autant terminée. De nombreux défis techniques restent à lever pour la gestion des biomasses, entre autre pour la valorisation des résidus végétaux de l'agriculture. L'avenir du développement de la co-combustion à l'échelle industrielle en centrale électrique de grande puissance est à présent tributaire de facteurs non techniques:

- cadre légal stable pour inciter des investissements sur le long terme;
- mise sur le marché des ressources de biomasse d'origine durable, en quantités suffisantes pour sécuriser et développer la logistique d'approvisionnement des centrales en biomasse;
- prix compétitif de la biomasse par rapport aux énergies fossiles pour évoluer vers une viabilité des projets de production de l'électricité à partir de la biomasse en réduisant les besoins de subsides.

Note: La logistique d'approvisionnement et les technologies utilisées pour les unités de co-génération de puissance limitée (< 50 MWe) sont différentes de celles requises dans les centrales électriques de grande puissance et ne sont pas présentées dans cet article.

Repowering of Amercoeur 1 into combined cycle gas turbine 430 MW : how to proceed ?

Denis Dumont, Tractebel Engineering

Résumé

L'Unité 1 au charbon d'Amercoeur est convertie en CCGT en ajoutant une nouvelle turbine à gaz 9FB, une nouvelle chaudière de récupération (à 3 niveaux de pression avec resurchauffe) et une nouvelle turbine à vapeur à 3 corps. L'alternateur existant de la turbine à vapeur, la source froide et des auxiliaires communs aux 2 unités ont été récupérés. La puissance a été augmentée de 125 MW à 420 MW et l'efficacité est passée de 38 % à 58 %.

D'abord, l'article décrit les défis et la méthodologie du projet selon l'approche multi-contrat d'EPCM (Engineering, Procurement, Construction Management) (et pas EPC (Engineering Procurement Construction)) pour ce projet Brownfield très complexe. Les défis principaux du projet sont : (i) récupération de la fondation existante de turbine à vapeur et modifications associées pour intégrer la nouvelle turbine à 3 corps, tout en récupérant l'alternateur existant, (ii) forage de nouveaux pieux et récupération d'autres pieux existant, (iii) optimisations thermodynamiques des performances du cycle combiné, (iv) calendrier du projet, (v) opération et maintien de l'unité 2 en fonctionnement tout en mettant l'unité 1 en fonction, avec les auxiliaires communs, (vi) démantèlement de la centrale charbon et démolition des bâtiments existants, l'unité 2 fonctionnant toujours, (vii) télécommande de la centrale CCGT 350 MW de saint Ghislain de la même salle de commande.

En second lieu, l'article décrit les problèmes rencontrés et les solutions mises en oeuvre pour les résoudre. Les conditions des auxiliaires communs aux deux unités ont dû être étudiés en détail, y compris le nouveau cheminement des tuyauteries dans le bâtiment existant, rebranchant les structures existantes avec des neuves... Par des 'packages' bien définis, les interfaces entre ceux-ci sont limitées, limitant également les risques du client. Par une procédure de permis rapide, l'EPCM a eu l'avantage de soumettre les permis plus tôt aux autorités, et donc l'obtenir plus tôt. Au cours de la période de permis, des études de génie civil ont été effectuées afin d'être prêts à commencer les travaux dès l'obtention du permis. Enfin l'article donne les résultats finaux du projet.

Le solaire thermique : ou comment intégrer l'énergie du soleil dans le vapeur ?

M. Gonthier, F. Dôme, Tractebel Engineering

Résumé

L'énergie solaire reçue gratuitement, quotidiennement et en quantité très importante peut être utilisée de deux façons différentes : soit pour produire directement de l'électricité soit pour produire de la chaleur. On parle alors respectivement d'énergie solaire photovoltaïque ou d'énergie solaire thermique. Alors que l'utilisation de l'énergie solaire thermique à des fins de production d'eau chaude sanitaire et/ou d'eau de chauffage est à présent bien connue, celle consistant à produire de l'électricité l'est beaucoup moins. Ceci se réalise dans une centrale solaire thermique où les rayons du soleil sont concentrés à l'aide de miroirs afin de chauffer un fluide caloporteur, généralement de l'eau ou de l'huile. Ce fluide caloporteur sera ensuite utilisé pour générer de la vapeur qui, détendue dans une turbine couplée à un alternateur, produira de l'électricité (voir schéma de principe à la Figure 1).

Les centrales solaires thermiques sont généralement classées selon la méthode de conversion utilisée pour convertir l'énergie thermique en énergie électrique (centrale à moteur Stirling ou centrale à turbine à vapeur) mais également selon la technique appliquée pour concentrer le flux solaire. Afin de maintenir une production d'électricité aussi stable que possible et ce malgré la variation de la disponibilité de l'énergie solaire (nuit, nébulosité), un système de stockage thermique peut être couplé à la centrale solaire.

Une autre variante possible consiste à générer directement la vapeur au sein du champ solaire et non plus au niveau de l'échangeur de vapeur. Ceci permet à la fois de simplifier le circuit de la centrale mais aussi de relaxer les contraintes de température maximale liées à l'utilisation d'un fluide caloporteur.

Il est à noter qu'un concept un peu différent appelé centrale hybride est en train d'apparaître progressivement. Ce concept consiste à coupler une petite centrale solaire thermique avec une centrale thermique classique ou encore une centrale à cycle combiné. Dans ce type de centrale, l'énergie produite par la centrale solaire thermique est utilisée pour produire une quantité additionnelle d'électricité au niveau de la centrale thermique classique.

Cogeneratie en energetische efficiëntie met Evonik Dugassa Antwerpen als voorbeeld

Sven Goethals, Georges De Vliegheer, Tractebel Engineering

Résumé

Pour des clients industriels, le principe de cogénération donne des perspectives économique et écologique intéressantes lorsque la demande de chaleur sous forme vapeur est importante. En effet, en comparaison avec la production de vapeur via des chaudières industrielles, le rendement peut être considérablement augmenté en combinant la production de vapeur process avec celle d'électricité. Le système des certificats de cogénération favorise également la rentabilité économique du projet. Tractebel Engineering réalise depuis des années des projets de cogénération aussi bien pour Electrabel que pour d'autres clients.

Récemment Tractebel Engineering a réalisé un projet de cogénération à Lanxess Rubber Antwerpen pour Electrabel. Et à présent Tractebel Engineering réalise un projet de cogénération pour Lillo Energy NV (50 %/50 % joint-venture d'Electrabel et E.ON Energy Projects) à Evonik Degussa Antwerpen. La réalisation spécifique des projets de cogénération est abordée dans cet article sur base de ce dernier projet.

Aspects systémiques du raccordement des centrales de production au réseau

Karim Karoui, tractebel Engineering

Résumé

Le raccordement d'une nouvelle centrale de production au réseau de transport impose de s'assurer que l'injection de puissance n'affecte pas la fiabilité du système électrique. Réciproquement, les aléas qui peuvent se produire sur le réseau ne doivent pas affecter le bon fonctionnement de la centrale et sa capacité à transmettre sa puissance au reste du système.

L'article expose brièvement les bases de l'analyse de la fiabilité d'alimentation et les méthodologies utilisées pour en mesurer l'impact sur l'adéquation du système et sur les différentes composantes de la sécurité de fonctionnement. Les différents concepts structurant la sécurité sont abordés : rôle du réglage primaire de tension et de puissance, amortissement des oscillations électromécaniques, mesures de défense et robustesse des auxiliaires face aux perturbations dans le réseau.