

Petite Cogénération

CHELLES (France)

Après des expériences déjà nombreuses dans le domaine de la cogénération de grande et moyenne taille, certaines municipalités européennes développent actuellement des projets de petite cogénération y compris l'intégration et promotion des nouvelles technologies comme la pile à combustible, le moteur Stirling ou la mini-turbine à gaz. En février 2000 EDF et Gaz de France ont mis en service à Chelles, en Seine-et-Marne, la première expérimentation d'une pile à combustible hors laboratoire en France.

ASPECTS GENERAUX

Chelles en Seine-et-Marne fait, avec une population de 45 000 habitants, partie intégrante de l'agglomération parisienne. Siège d'une importante abbaye royale de femmes, fondée au 6ème par ste Clotilde, rebâtie au 7ème par ste Bathilde, femme de Clovis II, supprimée en 1790 et démolie en 1793. Pendant cinq siècles, les abbesses furent presque toutes de sang royal. Victor Hugo y a séjourné et composé plusieurs poèmes.

Données climatiques :

Degrés jours (18°C)	2.652
Température annuelle moyenne :	11,4 °C



CONTEXTE

Depuis quelques années déjà EDF observe le développement de la pile à combustible attentivement. Après l'hégémonie des productions centralisées, et avec la libéralisation des marchés énergétiques apparaissent de nouvelles manières décentralisées de produire l'énergie. Parmi les technologies les plus promettant se trouve selon EDF la pile à combustible. C'est la raison pourquoi EDF collabore avec de grands organismes de recherche internationaux (Electric Power Research Institute, États-Unis) et des acteurs majeurs dans le domaine des piles à combustible et participe à des programmes de recherche européens.

Parmi les actions de recherche et développement, on peut citer la participation d'EDF à un projet de développement de nouvelles membranes haute température pour les piles PEMFC dans le cadre du réseau de recherche technologique français. Avec ce même réseau, EDF mène un projet de développement de nouveaux matériaux pour piles SOFC (piles à oxyde solide) afin d'en réduire la température de fonctionnement à environ 750°C. Du côté des démonstrations, outre l'opération de Chelles décrit ci-après, EDF participe à une opération pilote d'une pile PEMFC d'une puissance de 250 kW électriques à Berlin (voir fiche). Une pile de type va être implantée en 2001 à Forbach, en Lorraine par EDF et Gaz de France.

Gaz de France, de son côté, s'implique dans le développement des piles à combustible en tant que fournisseur de gaz naturel pour la production d'électricité mais également en tant que concepteur et exploitant d'installations thermiques. C'est là un prolongement de son engagement dans la cogénération depuis une dizaine d'années. Les équipes de Gaz de France ont mis en place, en 1996, un laboratoire

ouvert aux fabricants de piles pour étudier leurs performances sur une large gamme de gaz et de mélanges.

EXPERIENCE DE CHELLES

La pile à combustible type PAFC

La première pile à combustible présentée en 1842 par Sir William Grove fonctionnait avec un électrolyte acide. Le conducteur d'ions le plus couramment utilisé est l'acide phosphorique en solution aqueuse. On appelle les piles de ce type des "Phosphoric Acid Fuel Cells" (PAFC). Ces piles fonctionnent en général sous pression, à une température d'environ 200°C. Une PAFC ne peut convertir que de l'hydrogène. Les dispositifs de réformation chimique des combustibles (gaz naturel, biogaz, gaz de houille, propane, etc.) constituent donc une partie importante d'une installation PAFC.

La PAFC est la première pile à combustible commercialisée à un prix raisonnable par le fabricant américain ONSI. Le système proposé (PC25C) est techniquement au point et est déjà produit en petite série. Le tableau suivant indiquera les caractéristiques techniques de la pile ONSI PC25C :

Données techniques :		
Puissance électrique	200	kW
Puissance thermique	215	kW
Puissance calorifique	490	kW
Rendement électrique	40	%
Rendement global	85	%
Température de la chaleur récupérable	85-95	°C
Dimensions		
Longueur	5,5	m
Largeur	3	m
Hauteur	3	m



Le site Pilote de Chelles en Seine-et-Marne

Quand EDF et Gaz de France ont lancé leur premier projet de démonstration et d'expérimentations d'une pile à combustible en France ils ont voulu l'installer dans une ville disposant un réseau de chauffage urbain. C'est pourquoi EDF et GDF ont proposé le projet à la ville de Chelles, qui très intéressée par le projet, a mis à disposition le terrain et s'est associée à la communication sur le projet.

Le quartier de Chelles où est installée la pile dispose des atouts indispensables à l'implantation d'une pile à combustible : une densité importante au niveau de l'habitat avec des besoins locaux en électricité et en chaleur. D'autre part l'existence d'un réseau de chaleur urbain facilitait l'installation de la pile et la valorisation de la chaleur qu'elle produit. Déjà en 1987 un projet innovant avait été réalisé à Chelles avec la mise en service d'un réseau de chaleur partiellement alimenté par l'énergie géothermique. La centrale thermique de 23 MW (fioul lourd et gaz) est située à côté du puits géothermique et l'énergie géothermique récupérée s'élève à 30.000 MWh/an sur une vente de chaleur de 45.000 MWh. Au total 3.800 logements sont connectés au réseau. L'électricité (200 kW) et la chaleur (200 kW) produites par l'installation sont injectés dans les réseaux d'électricité et de chaleur de Chelles. Cela correspond grossièrement à un 200 équivalent-logements du point de vue électricité et 100 logements du point de vue chaleur.

Le quartier présentait également la caractéristique d'être très peu bruyant, en particulier la nuit ; de ce fait les qualités de silence de la pile peuvent y être mises en évidence.

En ce qui concerne les conditions d'installation, la pile est raccordée au réseau de gaz naturel existant (4 bar), par l'intermédiaire d'un poste de détente 4 bar/ 20 mbar. La pile est connectée en basse tension à partir du transformateur HT/BT desservant les habitations proches. L'énergie thermique est récupérée au moyen de l'échangeur intégré au module de production de la pile. La pile nécessite également un raccordement en eau (eau de ville), et utilise de l'azote lors des opérations de démarrage et d'arrêt; l'azote est approvisionné à partir de bouteilles.

La conception du module de production est telle qu'il peut être installé directement en extérieur. A Chelles, un bâtiment a été réalisé afin de mieux intégrer visuellement l'ensemble des équipements de la pile dans son environnement. L'architecture du bâtiment a été définie en collaboration avec la mairie de Chelles. Le bâtiment a également fait l'objet d'une étude acoustique complète.

Un système de télésurveillance relié à un poste de contrôle fonctionne 24 heures sur 24. Seule les opérateurs de maintenance nécessitent la présence de personnel qualifié pour intervenir sur l'installation.

Communication sur le projet

EDF et GDF ont présenté début 1998, le projet d'installation de la pile à combustible à Chelles dans le journal municipal. Les principes de fonctionnement d'une pile, les objectifs du projet et l'intérêt porté par EDF et GDF sur les piles à combustible ont été expliqués aux Chellois.

Afin de convaincre les habitants – qui s'interrogeaient devant l'arrivée d'une technologie qui leur était inconnue - de l'utilité de pile à combustible une réunion publique ouverte aux habitants des quartiers avoisinants la pile a été organisée en avril 1998. Plus de deux cents Chellois ont répondu présents. Lors de cette réunion, des responsables d'EDF et Gaz de France, des exploitants suisses utilisant une pile à combustible depuis 5 ans, ont présenté la pile à combustible et ont répondu aux questions posées par les habitants.

Enfin une visite a été organisée par EDF et Gaz de France à Hamburg en Allemagne en septembre 1998, afin qu'une trentaine de Chellois (élu de la majorité et de opposition, représentants d'associations de protection d'environnement, des parents d'élèves, etc.) puissent découvrir «de visu » une pile en fonctionnement. Ces représentants ont notamment pu discuter avec des riverains, qui habitaient à quelques mètres de la pile.

Si certains représentants étaient restés inquiets après la réunion publique (taille de l'installation, crainte de nuisances sonores, sécurité, etc.) les discussions avec les bénéficiaires allemands de cette nouvelle technologie, les ont rassurés. Les représentants ont donné un avis favorable à l'opération de démonstration de la pile à Chelles à l'issue de la visite.

Les coûts de l'installation

Concernant la pile elle-même, le module de production est fabriqué en pré-série aux États-Unis par ONSI Corporation et importé en France par la société italienne CLC (groupe Ansaldo). La pile a donc dû être adaptée et modifiée pour une utilisation en France. Ceci concerne notamment la certification d'appareils à pression par l'administration (la DRIRE), ce qui a occasionné des surcoûts.

L'achat de la pile a été financé par le centre de recherche du Groupe EDF et Gaz de France auxquels s'est associée l'ADEME. Le montant total s'élève de 800.000 à 900.000 Euro, dont 500.000 Euro pour la pile même (2.500 Euro/kW), 150.000 Euro pour l'adaptions aux normes françaises et 100.000 Euro pour le bâtiment et des travaux périphériques.

EVALUATION ET PERSPECTIVES

Fin septembre 2000, la pile cumulait 3.200 heures de fonctionnement et avait produit 500 MWh électriques. L'objectif d'EDF est d'arriver à 8000 heures de fonctionnement par an et d'environ 1.600 MWh de chaleur délivrée. Les émissions mesurées sont pour le gaz : 0 mg/kWh PCI pour le CO et 4 mg/kWh PCI pour les NO_x.

La pile PAFC est la pile à combustible la plus évoluée. Le système proposé par ONSI (PC25C) est techniquement au point et donnera les résultats escomptés à Chelles. Plus de 200 installations fonctionnent déjà à travers le monde. Elles sont fiables, offrent une disponibilité inégalée par les petites centrales conventionnelles et tiennent bien leurs promesses en matière de performances. Dans les villes allemandes de Halle et de Nürnberg, la chaleur dégagée (95°C) permet de faire fonctionner une pompe à absorption pendant les mois d'été. Les installations fournissent donc électricité, chauffage et climatisation à des bâtiments administratifs, ce qui assure un taux d'exploitation élevé de la pile à combustible tout au long de l'année. Une installation ONSI à Cologne (Allemagne) fonctionne avec succès avec du gaz d'épuration, une autre à Hambourg avec de l'hydrogène pur. Les coûts "système" élevés entravent cependant encore la commercialisation de cette pile.

EDF et Gaz de France vont encore renforcer leur engagement pour la pile à combustible. Associé à EnBW, électricien allemand, EDF et GdF ainsi qu'à Tiwag, électricien autrichien et le fabricant Siemens-Westinghouse vont construire une pile SOFC de 1 MW_e couplée à des micro-turbines. Ce projet de démonstration important a obtenu le soutien de la Commission européenne et du DOE (Department of Energy, USA). La pile serait mise en service fin 2002.

Gaz de France souhaite posséder la maîtrise complète des phases d'installation, d'exploitation et de maintenance d'un projet de pile à combustible. S'attachant notamment à caractériser les piles selon leurs rendements énergétiques, leurs coûts de maintenance, leurs conditions d'exploitation et la qualité de l'énergie fournie, le groupe gazier pourrait bien être un acteur important du développement de la technologie des piles à combustible en France.

POUR ALLER PLUS LOIN

EDF

André MARQUET
1 avenue du Général De Gaulle
FR-92141 CLAMART CEDEX
Tel : 01 47 65 32 70
Fax :
Email : Andre.Marquet@edf.fr

Cette fiche de cas a été réalisée par Energie-Cités grâce à la collaboration des responsables de la Ville de Chelles en Seine-et-Marne et EDF, Pôle Industrie, et au soutien technique et financier de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

