

Atelier 7

Energies renouvelables pour l'électricité

Nous sommes ici dans un domaine qui a le vent en poupe au niveau européen : une directive visant à accroître la part d'électricité d'origine renouvelable dans la consommation finale d'électricité a été adoptée en 2001 et chaque pays a défini un plan d'action pour atteindre les objectifs fixés. Des dispositions juridiques existent, des prix de rachat ont été établis, la certification d'origine est en route. Mais un cadre n'a d'intérêt que s'il se remplit. Et il se remplit plus vite dans certains pays que dans d'autres pour des raisons qui tiennent tant aux habitudes locales, à la "culture énergétique" et au niveau de décentralisation ainsi qu'à la variété des acteurs de l'offre d'énergie. Et selon que l'on compte sur ces énergies pour assurer une base solide à l'approvisionnement ou une pointe...aléatoire.

C'est pourquoi l'objectif de cet atelier est de discuter de :

- la place aujourd'hui et demain des énergies renouvelables dans le bilan énergétique européen et national (références aux initiatives communautaires, nationales)
- la façon de décliner ces objectifs au niveau régional local ?, avec quelles technologies et pour satisfaire quels types de besoins et de production (base, pointe / garantie, aléatoire)

Atelier 7

Energies renouvelables pour l'électricité

Frédéric TUILLE, Obser'ER

Panorama de la situation en France et en Europe

L'éolien

Au vu de ses excellents chiffres de croissance et de son succès économique, l'éolien joue un rôle de premier plan dans le développement des énergies renouvelables. Avec 17 548 MW installé fin 2001, l'Union européenne est la première région du monde pour cette énergie. Si le rythme actuel de développement est conservé (30 % en moyenne sur les dernières années) l'ensemble des pays membre devrait dépasser largement les objectifs fixés par la commission européenne à l'horizon 2010 (40 000 MW). Ainsi, l'EWEA (Association européenne de l'énergie éolienne) ambitionne 85 000 MW.

Le photovoltaïque

À l'échelle mondiale, l'industrie photovoltaïque qui peut se prévaloir d'une très belle croissance. En effet, depuis 1999 le volume annuel de production de cellules et modules progresse de plus de 40 % (pour atteindre 401,49 MWc en 2001). Cependant, si on regarde la dynamique de chaque pays pour ce qui est de l'installation de ces puissances, on s'aperçoit qu'au sein de l'Union européenne, seule l'Allemagne fait des efforts significatifs en la matière. Ainsi, en 2001 ils ont été à l'origine de 80 % des installations photovoltaïques supplémentaires mises ne service en Europe.

Le solaire thermique

La relance du solaire thermique dans l'Union européenne se confirme. Le cap du million de mètre carré installée en une année avait été franchi en 2001, et, 2002 a vu un nouveau record avec plus de 1 480 000 m² de nouvelles installations. Fin 2001, le parc total de l'Union européenne était estimé à 12 152 300 m². L'Allemagne (60 % des volumes totaux du marché européen), la Grèce et l'Autriche sont les incontestables leader de cette filière.

Pour les années à venir, les perspectives de développement de la filière solaire thermique restent bonnes même si on note depuis le début de l'année en cours un tassement des principaux marchés solaire thermique.

La géothermie

La filière de la géothermie destinée à la production d'électricité évolue peu. L'Union européenne a enregistré une progression de 50 MWe en cinq ans (756,3 MWe en 1995 contre 806,3 MWe en 2000). Seuls trois pays sont actuellement engagés dans cette technologie (l'Italie, le Portugal et la France).

Pour la filière de production de chaleur, les installations sont plus difficiles à dénombrer. En effet, les applications sont très diversifiées (chauffage de logements, chauffage de serres, chauffage de bassins de piscicultures, thermalisme, etc.) et leurs tailles sont relativement petites. Dans l'Union européenne, on estime que la géothermie basse énergie représente une puissance thermique de l'ordre de 851 MWth en 2000. Pour l'avenir, l'évolution la plus rapide de cette filière viendra sans doute des pompes à chaleur.

L'énergie hydraulique

L'exploitation de la grande hydraulique (plus de 10 MW de puissance installée) est proche de la saturation au regard du potentiel disponible. Avec 85 000 MW, la filière participe à environ 10 % de la production électrique de l'Union européenne.

En dépit d'un potentiel de croissance plus important, la petite hydroélectricité progresse peu depuis dix ans. Pourtant ces atouts sont réels. Idéale pour l'électrification de sites isolés, elle apporte également un appoint à la production électrique nationale en cas de pointe de consommation. Le parc actuel européen est de 10 320 MW et sa dynamique actuelle devrait le porter aux alentours de 12 000 MW en 2010.

Les biocarburants

L'ensemble de la production européenne de biocarburant a été de 1 142 000 tonnes en 2001. Ce chiffre agrège les deux filières existantes (l'éthanol qui est un les moteurs essence et biodiesel qui sert d'additif pour les moteurs diesel). La progression de ces filières, qui s'inscrit dans un cadre réglementaire complexe, prend de plus en plus d'ampleur et devrait être renforcée par les futures directives européennes à venir.

Le biogaz

Même s'il est difficile de comptabiliser l'ensemble des unités de biogaz installées dans l'Union européenne, on peut avancer le chiffre de 3 000 unités de méthanisation auxquelles il convient d'ajouter 450 centres de stockage de déchets. La production annuelle de ces installations est estimée à 2 304 ktep. La filière représente environ 5 % de l'ensemble de l'énergie issue de la biomasse en Europe. Cependant il faut souligner un point important : toutes les unités de production de biogaz ne le valorise pas forcément sous forme d'énergie finale (électricité ou chaleur). Une partie de cette production (environ la moitié) ne trouve pas de débouché et fini par être brûlé dans des torchères.

Le bois énergie

Dans l'Union européenne, on estime que 54 % de l'ensemble de l'énergie primaire fournie par les différentes filières renouvelables proviennent du bois-énergie. Ainsi, loin de l'impact médiatique des éoliennes ou de l'imposante puissance des grands barrages hydrauliques, la filière du bois-énergie repose sur une exploitation ancienne et traditionnelle du potentiel de la forêt européenne (plus de 100 millions d'hectares). Concernant son développement, la filière devra régler au plus vite quelques problèmes techniques et financiers que rencontrent certaines applications comme la cogénération ou la pyrolyse gazéification.

Pour en savoir plus

Frédéric TUILLE, Observ'ER
Tel : 01 44 18 00 80
e-mail : observ.er@wanadoo.fr

Atelier 7

Energies renouvelables pour l'électricité

Hubert TOURNEUR, Palais des Sports de Megève

Une micro centrale hydroélectrique sur adduction d'eau potable

Parmi les sources d'énergies renouvelables, l'hydroélectricité est celle qui est la plus utilisée dans les pays européens, elle couvre plus de 30% des besoins nationaux en électricité. Des grandes et neuves stations hydroélectriques ne vont plus être construites que très rarement, "du fait de l'endiguement des rivières et des lois relatives à l'environnement". Mais il y a un gros potentiel pour les mini-hydroélectriques au-dessous d'1MW. Elles peuvent être (re-) activées, à moindre coût, sur les lieux où il existe encore les droits des vieilles exploitations, et où ces dernières peuvent être réactivées, ou du moins où les barrages existent encore. A Megève dans les Alpes françaises une centrale mini hydroélectrique située sur le réseau d'eau potable alimente déjà depuis 1968 le Palais des Sports en électricité.

Contexte

L'hydroélectricité sur réseau d'eau est relativement peu développée en France. En l'absence de politique incitative en la matière, seules quelques installations sur réseau d'irrigation et sur réseau d'eau potable ont vu le jour. Ces installations ont la plupart du temps été développées au coup par coup par des personnes sensibilisées aux aspects liés à la valorisation énergétique et aux bénéfices et/ou économies pouvant être réalisées grâce à ces différentes installations.

C'est au cours des années 60 que l'idée de valoriser l'eau potable captée et stockée dans le réservoir de la Livraz, situé sur le plateau du Mont-d'Arbois à 300 m au-dessus de la ville de Megève, prend jour. Projet et réalisation suivent.

A l'ouverture du Palais des Sports et des Congrès en 1968, la centrale hydraulique (turbine Pelton et génératrice asynchrone de 300 kW) fonctionne en semi-automatique avec une astreinte humaine lourde et de façon discontinue.

Expérience de Megève

La micro-centrale hydroélectrique est située dans le Palais des Sports et des Congrès de Megève qui est un complexe polyvalent de 9.320 m² couverts (sports, piscine, patinoire, spectacles, congrès). Construite en même temps que le Palais des Sports, elle date de 1968 et appartient tout comme celui-là, à la commune de Megève.

En 1978, la consommation annuelle de fuel du Palais atteint 540.000 litres. La Municipalité de Megève décide alors d'entreprendre un important programme pluriannuel d'économie d'énergie pour réduire cette consommation et mieux utiliser l'énergie hydraulique disponible :

- Remplacement des 2 chaudières de 1.850 kW par 2 chaudières de 464 kW

- Installation d'une pompe à chaleur eau-eau de 70 kW entraînée par la turbine
- Amélioration des récupérations de calories du turbocompresseur produisant la glace de la patinoire et chauffant l'eau des piscines.

En 84-85, augmentation de la capacité du réservoir de la Livraz de 1.000 à 5.000 m³, optimisation et automatisation du fonctionnement turbine, génératrice, pompe à chaleur, autoconsommation de l'énergie produite, vente du surplus et achat en cas de manque d'eau - priorité étant évidemment toujours donnée à la consommation publique.

Les résultats sont appréciables car la consommation annuelle de fuel passe ainsi de 540.000 à 180.000 litres par an en moyenne depuis 1983 jusqu'à aujourd'hui, et ceci malgré d'importantes extensions telles que piscine olympique d'été extérieure de 50 m en 1981, gymnase et tennis couvert de 2.500 m² en 1984 chauffés par circulation dans le sol de l'eau des piscines (27°C), elle-même chauffée par le turbocompresseur de la patinoire etc. La consommation électrique du Palais est d'environ 1.200 MWh/a. Le volume d'eau turbinée est en moyenne de 1.500.000 m³/a.

Aspects techniques

La micro-centrale est située sur le réseau d'eau potable de la ville. C'est le trop plein du réseau d'eau potable qui est turbiné dans la micro-centrale, le partage des eaux se faisant grâce à une vanne permettant de réguler la pression amont/aval en fonction de la demande en eau de la ville et en fonction de niveau d'eau de réservoir.

La turbine peut actionner soit la génératrice, soit la pompe à chaleur, soit les deux en même temps. De même, la génératrice, peut fonctionner en moteur et ainsi entraîner la pompe à chaleur. La turbine a une puissance installée de 282 kW et une pression de 30 bars. La roue Pelton de l'installation a un diamètre de 600 mm environ et entraîne une génératrice asynchrone de 300 kW et une pompe à chaleur de 70 kW.

La conduite est longue (conduite de diamètre 350 sur 2.300 m, puis diamètre 300 sur une longueur de 1.500 m) et les pertes de charges importantes puisque la puissance produite n'est que de 220 kW en pleine charge, et le rendement de 70% environ. L'ensemble est géré par des automates programmables à partir des informations sur les niveaux des principaux réservoirs d'eau potable de la ville, obtenues par télétransmission et centralisées au Palais des Sports.

L'énergie produite est d'abord consommée sur place, puis s'il y a du disponible, vendue à E.D.F. En période de basse hydraulité et de forte fréquentation touristique, donc de consommation publique importante (janvier et février), l'énergie électrique est achetée à E.D.F.

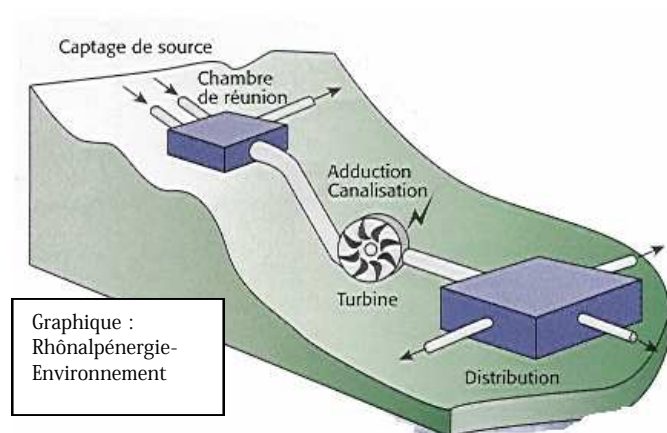
Aspects financiers

L'investissement lié à la remise en fonctionnement et à l'automatisation de la turbine s'est élevé à environ 234.000 Eur. entre 1981 et 1985, ce qui fait un investissement d'environ 830 Eur./kW. L'entretien de l'installation est peu élevé et assuré par l'équipe d'entretien du Palais des Sports.

La turbine fonctionne aujourd'hui environ 4.800 heures par an. Les économies annuelles liées à la micro-centrale sont d'environ 38.100 Eur./an en électricité auto-consommée (pompes, turbocompresseurs, éclairages...), et 7.620 Eur. provenant des ventes d'énergie produite à E.D.F.

Aspects économiques et environnementaux

En comparaison à une centrale hydraulique classique, la production d'électricité sur adduction d'eau potable présente de nombreux avantages. Les impacts environnementaux liés à cette installation s'insérant dans un projet à buts multiples sont très faibles, la conduite forcée n'est pas spécifique à l'installation car elle alimente aussi le réseau d'eau potable de Megève. De plus, les conduites sont enterrées et les captages sont collinaires. Les impacts visuels sont nuls car l'installation est située dans les sous-sols du Palais des Sports, et donc invisible.



De même, aucune perturbation supplémentaire des écosystèmes aquatiques n'est engendrée par la valorisation énergétique d'un réseau d'eau existant. Les impacts sonores sont peut être les plus importants et ne sont ressentis que dans une zone limitée à l'intérieur de Palais des Sports. Ils ne perturbent en rien le fonctionnement normal du Palais, sauf

en cas de concerts dans la salle des Congrès où le turbinage est généralement arrêté. Au niveau de la qualité de l'eau potable, il n'y a pas de problèmes puisque les eaux turbinées ne sont pas distribuées dans le réseau d'eau, mais évacuées dans le ruisseau de l'Arly. La réintroduction de l'eau turbinée dans le réseau est possible mais économiquement peu intéressant dans le cas de Megève car nécessitant le fonctionnement de pompes pour ramener l'eau à la pression d'utilisation d'environ 7 bars. En général il n'y a pas de raison de ne pas distribuer les eaux turbinées dans le réseau d'eau potable. Dans d'autres centrales aucun problème majeur n'est à signaler, mise à part une augmentation de l'aération suite au turbinage de l'eau. L'installation hydroélectrique n'apporte aucune pollution chimique de l'eau. Il est néanmoins possible de prendre quelques précautions supplémentaires en utilisant de la graisse alimentaire dans les roulements et/ou en installant des roulements étanches sur les turbines.

Pour en savoir plus

Hubert TOURNEUR, Palais des Sports de Megève

Tel : 04 50 21 15 71

e-mail : palaismegeve@dial.oleane.com

Atelier 7

Energies renouvelables pour l'électricité

Peter SCHILKEN, Energie-Cités

Un exemple de production d'électricité raccordée au réseau: Le quartier Vauban à Freiburg

Introduction

Freiburg est une ville de 200 000 habitants du land de Bade-Wurtemberg, située au pied de la Forêt Noire, dans la vallée supérieure du Rhin. Ville universitaire, mais aussi important centre industriel, commercial et touristique, la ville est à l'origine de nombreuses politiques innovantes et jouit de la réputation de « capitale écologique » de l'Allemagne. A Freiburg, les verts obtiennent en général plus de 20% des voix aux élections municipales et c'est un maire de ce courant politique que la ville a élu, le premier à occuper ce poste dans une grande ville en Allemagne.

Freiburg occupe une position de premier plan en Allemagne pour ce qui est des applications dans le domaine de l'énergie solaire. L'accent a été mis dès le départ non pas sur les aspects technologiques mais sur la contribution de l'énergie solaire au développement durable de la région dans de nombreux domaines. A Freiburg, région solaire, l'aspect qualitatif de ces applications est en effet aussi important que le nombre de systèmes solaires installés. La technologie employée ne se distingue guère de celle utilisée ailleurs, mais c'est l'association de compétences diverses et variées et leur concentration qui font de Freiburg un cas unique.

Le Quartier Vauban

Au niveau de ses finalités écologiques, le projet Vauban va encore au-delà des objectifs de tous les autres projets d'urbanisme en Allemagne. Le site du quartier, au sud de la ville, est constitué d'anciennes casernes (38 ha) utilisées par l'armée française jusqu'en 1992. La ville de Freiburg a racheté le terrain à l'Etat en 1994 pour y concevoir un nouveau quartier. Après élaboration du plan d'aménagement, les premiers projets de construction ont été lancés en avril 1998. A terme, en 2006, environs 5.000 personnes occuperont les 2.000 logements, et 500 à 600 y travailleront.

La production de l'électricité PV à Vauban

A Vauban on trouve trois "producteur" d'électricité différents, a savoir:

- La "Solarstrom AG" qui gère l'installation sur le garage du quartier
- Le "Lotissement Solaire" de l'architecte Rolf Disch
- Nombreuse installations individuelles par de particuliers

En octobre 1999, un réseau d'installations solaires photovoltaïques a été installé sur le toit du garage du quartier Vauban. Avec une puissance de 90 kWc, ce réseau produit environ 84.000 kWh d'électricité solaire par an. Badenova, le fournisseur régional d'énergie est l'acheteur de cette électricité solaire. Badenova, à

son tour, offre cette électricité solaire à ses clients en tant qu'"électricité verte". Le garage du quartier a été construit pour le nouveau quartier Vauban, parce que l'installation de parkings privés était interdite à l'intérieur du quartier. Les coûts pour l'installation photovoltaïque se situent à 1,2 Mio DM. L'installation a été financée par les "actionnaires solaires" et a pu être réalisée parce que de nombreux ménages à Fribourg se sont décidés pour l'électricité verte.

Qui sont les "actionnaires solaires" ? Promouvoir le développement durable d'une région nécessite plus qu'une décision politique et ne peut être imposé d'en haut. Au contraire, les citoyens doivent y être activement associés. Tous les projets solaires de la Ville de Freiburg intègrent ce concept, mais la participation des citoyens au financement des installations solaires photovoltaïques est certainement l'exemple le plus frappant.

Il s'agit en fait d'un réseau d'installations photovoltaïques à grande échelle réparties en divers points de la ville (parmi eux Vauban). La plus importante de ces installations se trouve sur le toit du stade Dreisam, lieu d'entraînement de l'équipe de football du SC Freiburg. L'originalité de ce système mis au point à Freiburg réside dans le fait qu'il est détenu en copropriété par des personnes (actionnaires) qui ne disposent pas de la superficie requise pour installer des systèmes solaires. Celles-ci peuvent cependant devenir des petits producteurs indépendants d'électricité solaire en achetant des parts dans ces installations collectives. L'électricité ainsi produite est injectée dans le réseau. Pour ces investisseurs, le plus important n'est pas tant l'aspect financier que de contribuer à modifier l'offre énergétique. Le choix d'emplacements particulièrement visibles pour les installations de la centrale solaire répond à la même logique.

A Vauban, le projet le plus intéressant, mais aussi celui qui engendre le plus de scepticisme, est certainement le "**lotissement solaire**" (Solarsiedlung). 58 maisons protégées sous le nom de Plusenergiehaus, combinent des matériaux de construction écologiques (bois, pas de PVC...) à la réduction des besoins énergétiques. Toutes les maisons sont orientées au Sud et vitrées de manière généreuse. Les murs extérieurs sont construits avec 30-35 cm de matériaux d'isolation, ce qui les isole exceptionnellement bien. De plus, ils sont équipés de récupérateurs de chaleur. Toutes les surfaces de toit des maisons sont complètement recouvertes de panneaux PV, qui produisent plus d'électricité que ce qui est consommé à usage domestique.

Le prix des maisons, renchéri par les panneaux solaires, peut décourager. L'architecte rétorque que les charges sont beaucoup moins élevées que celles d'une maison classique: En réinjectant le surplus de courant dans le réseau public, le propriétaire gagne entre 150 et 350 euros par mois grâce à la loi sur la production d'électricité par des énergies renouvelables. Selon lui, la différence de 35.000 € à l'achat entre une maison de 130 m² classique et la sienne est compensée par un gain de 5.500 € par an sur les charges et le coût d'emprunt.

Evaluation

Selon les données statistiques sur l'énergie solaire fin mars 2002, les panneaux photovoltaïques installés à Freiburg représentent une puissance totale de 2.383 MW ce qui place Freiburg en tête des villes allemandes, avec 11,3 W par habitant. *Bien que très faible d'un point de vue quantitatif, cette contribution*

n'est pas négligeable qualitativement parlant. Et bien que la Municipalité de Freiburg ne prétende en aucun cas couvrir à court terme l'essentiel ni même une partie importante de ses besoins en énergie par des applications solaires, la ville est en bonne voie de réussir leur développement à long terme. L'énergie solaire a démontré son rôle clé dans le développement durable de la région. Elle offre en effet de nombreux avantages avec des effets d'entraînement, notamment sur les programmes d'amélioration de l'isolation des bâtiments anciens ou sur l'acceptabilité de l'énergie éolienne, Freiburg ayant réussi à ancrer l'énergie solaire dans des domaines très variés (économie, tourisme, participation des citoyens etc.), l'effet d'entraînement joue pour toutes les autres sources d'énergie renouvelable et contribue à leur développement.

Pour en savoir plus

Peter SCHILKEN, Energie-Cités
Tel : +49 76 61 98 26
e-mail : p.schilken@arcormail.de