

# BIOMASSE

## Installation modèle

# FRANKFURT AM MAIN (Allemagne)

12 % de la consommation brute d'énergie de l'Union européenne devront être couverts en 2010 par des sources d'énergie renouvelables. Pour atteindre cet objectif, il convient de renforcer l'utilisation de la biomasse aussi bien pour le chauffage que pour la production d'électricité. Les quantités de bois et de déchets forestiers disponibles sont largement suffisantes mais ce sont les coûts d'investissements qui freinent encore un plus large recours à cette énergie. La Ville de Frankfurt am Main, membre d'Energie-Cités, est en train de faire passer centre d'hébergement destinée aux classes vertes, la Wegscheide, à une alimentation issue à 100% d'énergies renouvelables.

## LA VILLE

La Ville de Frankfurt (640.000 habitants) fut bâtie au 8<sup>e</sup> siècle sur l'emplacement d'un ancien camp romain au bord du Main. Célèbre déjà au Moyen-Age par ses foires, Frankfurt est devenue une métropole commerciale et financière (première Bourse d'Allemagne, siège de la Banque centrale européenne). Monuments anciens (Römerberg, cathédrale, églises gothiques, maison natale de Goethe) et gratte-ciel des grandes banques donnent à la ville un visage très contrasté. C'est la chimie qui domine le secteur industriel.

### Données climatiques :

Degrés jours : 3 269  
Température annuelle moyenne : 10,7 °C



## CONTEXTE

En tant que membre fondateur de l'Alliance pour le Climat regroupant plusieurs villes européennes, la Ville de Frankfurt am Main s'est engagée à réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> de 50% d'ici 2010 afin de contribuer à la protection du climat mondial. La Ville a jeté les bases de son actuelle politique énergétique dans une décision du Conseil communal intitulée « Offensive climatique 1991 » qui accorde une importance primordiale à la réduction de la consommation d'électricité et de chaleur, à la promotion de la cogénération décentralisée et à l'exploitation des énergies renouvelables.

Environ 3 000 m<sup>2</sup> de capteurs solaires ont été installés depuis 1990. Depuis l'an 2000, la loi allemande sur les énergies renouvelables a favorisé un développement intensif du photovoltaïque. Une société d'investisseurs a installé de grands modules photovoltaïques d'une puissance totale de 80 kW<sub>p</sub> sur trois écoles. La Ville de Frankfurt a gratuitement mis les toits à sa disposition. La Mainova AG a installé sur le stade de football un module de 30 kW<sub>p</sub> en offrant aux citoyens la possibilité de le financer en achetant des parts. Les déchets organiques de la Ville de Frankfurt sont utilisés par l'usine centrale de compostage pour produire du biogaz, qui est ensuite transformé en électricité et chaleur dans une centrale de cogénération de 440 kW<sub>el</sub>. Mais le projet le plus ambitieux a été réalisé en dehors de la ville, au centre d'hébergement Wegscheide.

# EXPERIENCE DE FRANKFURT AM MAIN

## Situation de départ et conception

La fondation « Frankfurter Schullandheim Wegscheide » gère près de Bad Orb, dans le Spessart (une région très boisée), le plus centre d'hébergement pour les classes vertes d'Allemagne qui peut héberger jusqu'à 650 enfants en été.



De nombreuses mesures de modernisation se sont avérées nécessaires au cours des années 1995 à 2000 en matière d'approvisionnement en énergie et en eau et de gestion des eaux usées. L'objectif de la fondation était et reste de mettre en œuvre des critères écologiques de gestion durable à l'occasion de cette modernisation et de les conjuguer à une approche pédagogique de l'écologie à la Wegscheide.

et de les conjuguer à une approche

L'accent a dans un premier temps été mis sur les mesures d'économie d'énergie (isolation thermique de plusieurs bâtiments et dortoirs avec des vitrages isolants et une isolation en cellulose). Un module solaire de 50 m<sup>2</sup> associé à une chaudière séparée a été installé pour produire l'eau chaude destinée au bâtiment accueillant les séminaires. Il a été placé sur un bâtiment proche orienté au Sud, et des apprentis chauffagistes ont participé à son installation. Les bâtiments ont été équipés de robinets thermostatiques, de nombreuses lampes économiques et de dispositifs d'économie d'eau. Pour le traitement des eaux usées, plutôt que de raccorder les bâtiments à la station d'épuration communale qui était relativement éloignée, on a préféré l'installation d'un système de lagunage.

Le concept énergétique s'organise maintenant autour de l'installation de chauffage aux copeaux de bois. La majorité des bâtiments (y compris la cuisine) étaient jusqu'alors alimentés en eau chaude et en chaleur par deux chaudières reliées à deux réseaux de chaleur. Plus de 180 000 litres de mazout étaient consommés chaque année.

## Concept technique



Exterieur de la salle de chaudière et de stockage

Les deux anciennes chaudières qui assuraient le chauffage et l'approvisionnement en eau chaude de la majeure partie des bâtiments ont été supprimées. Une nouvelle chaudière à copeaux de bois d'une puissance de 800 kW a été installée à la place. Les deux réseaux de chaleur existants ont été raccordés avec environ 250 m de nouvelles conduites, ce qui permet d'alimenter une surface à chauffer de près de 7 000 m<sup>2</sup>. L'alimentation en vapeur du bâtiment des cuisines fonctionne toujours au mazout, mais l'eau chaude est recyclée à partir de l'installation à copeaux de bois.

Aucune chaudière au mazout ne vient compléter l'installation à copeaux de bois pour les pics de demande car la faible occupation des bâtiments en hiver ne crée pas de besoin particulièrement élevé en cas de baisse des températures. A l'avenir, environ 2 500 m<sup>3</sup> de copeaux de bois seront nécessaires chaque année. Comme l'imposent les conditions liées aux subventions, plus de 50% du bois utilisé est issu de déchets forestiers, il est sinon possible d'utiliser des déchets de scierie non pollués.

Le stock de copeaux, d'une capacité de 150 m<sup>3</sup>, est situé à côté de la chaufferie. Il permet une autonomie d'environ deux semaines. L'approvisionnement s'effectue par le haut, à l'aide d'un container de 40 m<sup>3</sup> apporté par camion. Un système répartit le combustible dans la longueur du stock. Le mécanisme de distribution comporte un double fond coulissant. Les copeaux sont acheminés à l'aide d'un transporteur en masse et d'une vis inclinée vers un doseur à vis dans la chambre de combustion.

L'installation est dotée de tous les dispositifs de sécurité nécessaires, d'un filtre à poussière et d'un dispositif automatique d'élimination des cendres. C'est le personnel du centre qui assure l'entretien ; les pannes peuvent être traitées et résolues à distance.

### **Rentabilité**

Les coûts d'investissement de l'installation (avec stock, chaudière, distribution, etc.) s'élèvent à environ 450 000 € (T.V.A. incluse). Ceci inclut le coût des conduits d'eau chaude (75 000 €) et leur raccordement aux réseaux de chaleur existants (environ 80 000 €). Le Land de Hesse a subventionné l'investissement à hauteur de 125 000 € environ. Soustraction faite des subventions, les frais d'amortissement s'élèvent à environ 25 000 €/an, les frais de combustible à près de 30 000 €/an et les frais de fonctionnement à 8 000 €/an, ce qui correspond au total à 63 000 €/an, soit 3 cents/kWh.

Une modernisation des chaudières au mazout aurait coûté au total 3,5 cents/kWh (pour le mazout) + 0,6 cents/kWh (frais d'amortissement et de fonctionnement). Si l'on soustrait le coût évité de la modernisation des chaudières au mazout des coûts d'investissement, le surcoût de l'investissement est d'environ 275 000 €. Par contre, il est possible de réaliser chaque année 35 000 € d'économies sur les frais de combustible, ce qui permet d'amortir l'investissement en 8 ans environ.

Même si les particularités locales rendent toute comparaison difficile, l'installation de la Wegscheide, avec des coûts spécifiques de 580 €/kW (450 €/kW sans le réseau de chaleur) se situe en dessous de la moyenne des installations subventionnées en Hesse. La fourchette va de 400 € à 2500 €/kW. Si l'on rapporte l'investissement à la production de chaleur annuelle, l'installation à copeaux de bois de la Wegscheide a un coût très faible avec 30 €/MWh.

### **Problèmes et solutions**

Il s'agit de la première installation de chauffage à copeaux de bois de cette taille pour la Ville de Frankfurt, les parties concernées se sont souvent trouvées en terrain inconnu. L'ensemble du projet s'est donc étalé sur plusieurs années. L'Energierreferat (agence locale de la maîtrise de l'énergie) a mené les premières enquêtes et analyses statistiques sur la consommation d'énergie en 1996/1997. Le concept a vu le jour en 1997. Aucun « contractor » (partenaire de tiers financement) n'ayant été trouvé pour financer et assurer le fonctionnement de l'installation, ce sont la Ville de Frankfurt et la Fondation qui l'ont financée. Le Land de Hesse a promis de subventionner l'installation en avril 2000. Mais après l'appel d'offres, il s'est avéré que l'intégration des installations engendrerait obligatoirement un surcoût. Le Land a donc augmenté les financements annoncés à travers son arrêté du 15 février 2001. Les travaux ont débuté en février 2001 et l'installation a fonctionné pour la première fois en août 2001. L'inauguration officielle a eu lieu en novembre, en présence du Ministre de l'environnement de la Hesse.

### **Concept pédagogique**

L'approche pédagogique de l'environnement à la Wegscheide est d'associer l'enseignement théorique à des observations pratiques sur place. Le centre d'hébergement pour les



classes vertes est en effet un microcosme permettant de découvrir de nombreuses choses, aussi bien en matière d'approvisionnement en nourriture, que d'énergie ou d'élimination des déchets. De plus, de nombreux sujets se prêtent à l'étude. La forêt, l'eau, le soleil peuvent faire l'objet d'expériences, par ex. construction de petits capteurs solaires. La modernisation des bâtiments et de l'approvisionnement en énergie doivent servir d'exemple et soutenir le concept éco-pédagogique. Les écoliers apprennent par exemple qu'un hectare de forêt fixe 10 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

### **Ecobilan**

L'installation de chauffage à copeaux de bois évite chaque année l'émission d'environ 600 tonnes de CO<sub>2</sub>. Sur le coût total, cela représente une économie d'environ 2 cents/kWh. Il en résulte des coûts de réduction du CO<sub>2</sub> négatifs d'environ 60 €/t CO<sub>2</sub>.

## **EVALUATION ET PERSPECTIVES**

La chaudière à copeaux de bois permet d'assurer aujourd'hui un approvisionnement à 80% issu d'énergies renouvelables. L'objectif est d'alimenter à moyen terme la maison de campagne pour les classes vertes à 100% à partir d'énergies renouvelables. C'est pourquoi un projet d'alimentation en électricité produite à partir d'énergies renouvelables est actuellement à l'étude, soit à l'aide d'une petite unité de cogénération fonctionnant à l'huile de colza, soit par l'achat d'« électricité verte ». Une installation photovoltaïque – financée par les parents - peut compléter la démonstration d'utilisation des énergies renouvelables. Pour compenser le surcoût de l'électricité verte, la priorité est donnée aux économies d'électricité.

En 2001, la Ville de Frankfurt a organisé avec des partenaires un congrès intitulé «Des énergies renouvelables pour Frankfurt et l'Europe ». Ce congrès a non seulement permis d'explorer le marché local, mais également de nouer des contacts avec des pays d'Europe de l'Est. Un plan a été développé pour Frankfurt afin de trouver des moyens de doubler la part des énergies renouvelables avant 2010 avec le soutien de tous les acteurs locaux importants. Ce plan prévoit notamment la construction par un industriel d'une centrale électrique au bois de 7 MW<sub>el</sub>, mais également la diffusion des chauffages aux granulés de bois. L'offre d'installations solaires devrait ensuite être nettement étendue en collaboration avec les artisans locaux.

## **P**OUR ALLER PLUS LOIN

**Stadt Frankfurt am Main - Energierreferat 79A**

Dr. Werner Neumann

Galvanistrasse 28

D 60486 Frankfurt am Main .

Tel.: +49 69 212 391 92 -

Fax: +49 69 212 394 72

Email: [werner.neumann.amt79a@stadt-frankfurt.de](mailto:werner.neumann.amt79a@stadt-frankfurt.de)

Http: [www.energiereferat.stadt-frankfurt.de](http://www.energiereferat.stadt-frankfurt.de)

Cette fiche de cas a été réalisée par Energie-Cités grâce à la collaboration des responsables de la ville de Frankfurt am Main et au soutien technique et financier de la Commission européenne (DG Energie et Transport) dans le cadre du programme ALTENER.

