

# GEOTHERMIE

## Chauffage urbain

# PRENZLAU

## (Allemagne)

La géothermie tient une place plutôt secondaire parmi les sources d'énergie renouvelables. Il existe deux sources d'énergie exploitables : d'une part la désintégration radioactive de radio-nucléides naturels, qui engendre un courant chaud au sein de la croûte terrestre, d'autre part la chaleur solaire emmagasinée dans les couches supérieures de la croûte terrestre. Cette énergie est donc disponible en de nombreux endroits et ne dépend pas des saisons, bien que certaines régions aient des potentiels beaucoup plus importants que d'autres. L'installation de la Ville de Prenzlau existait déjà à l'époque de l'Allemagne de l'Est et a été réactivée en 1995. Elle a été la première au monde à fournir de la chaleur sans échange de matière à l'aide d'une sonde géothermique s'enfonçant jusqu'à 2,9 km de profondeur.

## LA VILLE

La ville de Prenzlau est située dans le Land de Brandebourg, à environ 100 km au Nord de Berlin et à 40 km de la frontière polonaise, dans la région de lacs de Ueckermark. Elle a été fondée au début du XII<sup>e</sup> siècle et possède de nombreux bâtiments anciens, fortement détruits pendant la deuxième guerre mondiale. Elle compte aujourd'hui 23 000 habitants. Plusieurs hautes écoles spécialisées et branches industrielles s'y sont implantées.

### Données climatiques :

Température annuelle moyenne  
(période de chauffage) : 3,8°C



## CONTEXTE

On rencontre dans le Nord-Est de l'Allemagne, au Nord d'une ligne passant par Cottbus, Berlin, et Magdebourg, des nappes phréatiques géologiques. A des profondeurs allant de 1 000 à 1 500 mètres, les eaux atteignent des températures de 40 à 55°C, et de 1 500 à 2 000 mètres des températures de 55 à 80°C. Il existait trois centrales de chauffage géothermique en RDA, l'une d'entre elle est entrée en service en 1987 à Prenzlau. A l'époque, elle approvisionnait 501 logements en chaleur grâce à de l'eau thermale à 42°C. Cette installation fonctionnait selon le principe de l'échange de matière. En 1989, elle devait interrompre son fonctionnement en raison de l'importante altération des couches de grès dans lesquelles était pompée l'eau thermale. L'arrêt de l'installation ne signifiait pas qu'il était impossible d'utiliser la géothermie mais montrait plutôt les limites de son concept technique. En 1991, la Ville a fait élaborer pour l'ensemble de la commune un projet d'approvisionnement en chaleur se basant sur les installations d'approvisionnement en eau chaude existantes et sur la rénovation imminente de quelques complexes immobiliers. A partir de ce concept, l'administration communale a décidé d'étendre les contrats d'approvisionnement en chaleur existants, d'agrandir le réseau de chaleur et de développer des concepts d'utilisation de l'eau profonde économiques et respectueux de l'environnement. La nouvelle centrale de chauffage géothermique de Prenzlau (GHZ en allemand) a commencé à fonctionner le 10 novembre 1994.

# EXPÉRIENCE DE PRENZLAU

La GHZ a été créée grâce à une transformation et à une extension soigneusement planifiées des installations de production. Elle comporte au final :

- trois chaudières à eau chaude fonctionnant au gaz ou au fuel (deux chaudières d'une puissance de chauffage de 4,1 MW et une chaudière de 1 MW).
- une installation géothermique composée :
  - d'un échangeur de chaleur (150 kW) destiné à l'échange direct de chaleur,
  - d'une pompe à chaleur (350 - 500 kW) destinée à prélever la chaleur de l'eau de la sonde.

Dans une première étape ont été installées les trois chaudières et leurs aménagements périphériques. L'ensemble des mesures de transformation et d'extension nécessaires à l'intégration de l'installation de géothermie ont dû être effectuées en cours de fonctionnement, c'est-à-dire sans interrompre l'approvisionnement.

L'élément de base de la nouvelle installation géothermique a été la prolongation de la sonde d'injection qui atteignait environ 1 050 m jusqu'à 3 000 mètres de profondeur. Environ 950 m des anciennes canalisations de la sonde d'injection (de 9<sup>6</sup>/<sub>8</sub> pouces) ont été utilisés. Après une découpe du tube et une déviation, le forage a pu se poursuivre avec 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub> pouces jusqu'à la profondeur finale. Ceci était nécessaire pour que la canalisation appropriée puisse exploiter la géothermie.

## Données techniques relatives au forage

- Utilisation d'une canalisation existante et poursuite de son forage
- Profondeur finale : 2 786 m
- Température de la roche à la profondeur finale : 108°C
- diamètre interne du tube échangeur de chaleur : jusqu'à 950 m, 9<sup>6</sup>/<sub>8</sub> pouces et jusqu'à la profondeur finale, 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub> pouces

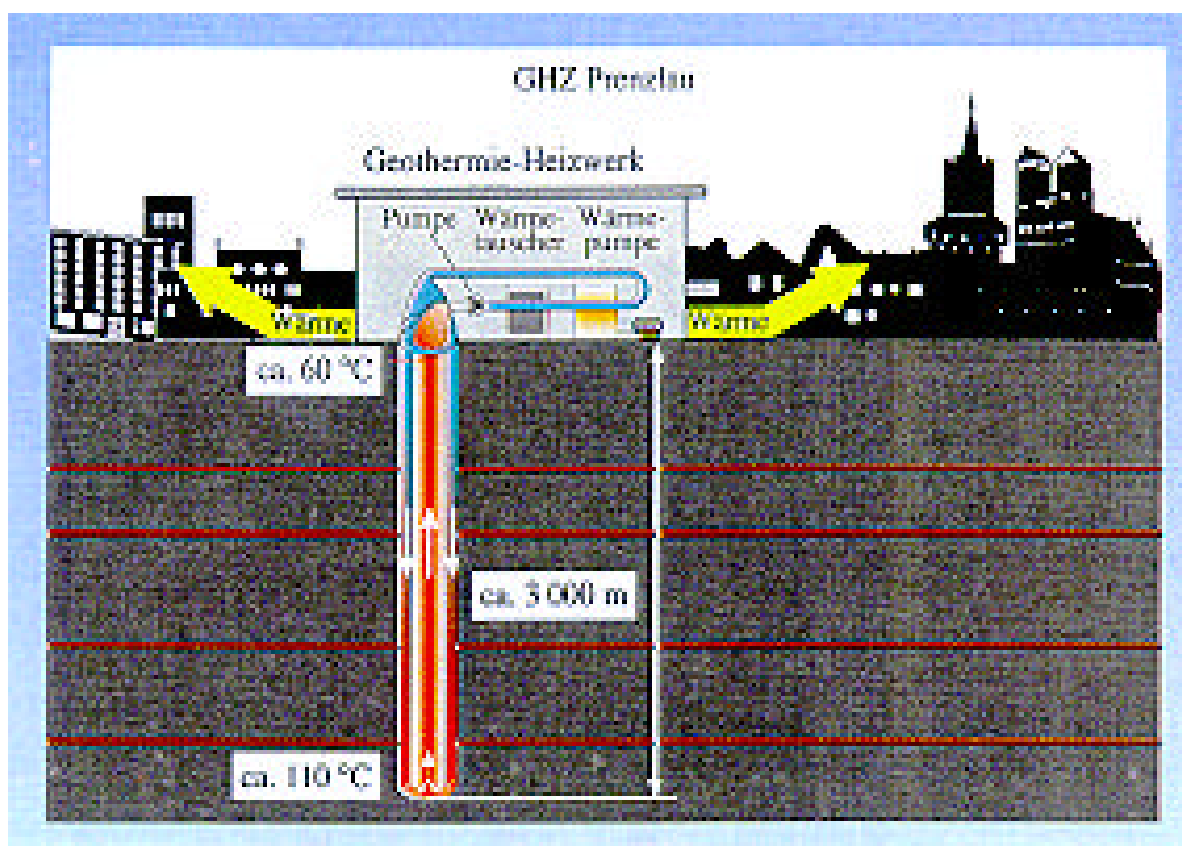
## Principe du forage

- échangeur de chaleur souterrain sous forme de canalisation coaxiale
- surface active d'échange de chaleur : 1 463 m<sup>2</sup>
- canalisation intérieure isolée destinée au transfert du fluide caloporteur vers le haut
- source de chaleur : chaleur du sous-sol, utilisation du degré géothermique
- temps de séjour du fluide caloporteur dans la sonde : 4 à 10 h
- Vitesse d'avancement : 5 à 65 m/min

## Technologie des sondes géothermiques :

La solution technique utilisée à la GHZ de Prenzlau comporte uniquement des éléments familiers aux exploitants d'installations de production de chaleur. La sonde géothermique profonde est complétée par une canalisation coaxiale qui permet d'utiliser les roches environnantes comme source de chaleur. De l'eau froide est envoyée vers le bas dans la fente annulaire de la canalisation coaxiale. Pendant son lent trajet à travers les roches, elle se réchauffe par convection et remonte chaude dans la canalisation centrale isolée. L'eau chaude arrive alors en surface dans l'installation d'exploitation, où elle est refroidie et réinjectée dans la fente annulaire grâce à une pompe de circulation. Ceci constitue ainsi un circuit fermé, simple et maniable, d'une grande fiabilité et ayant une durée de vie importante.

L'installation géothermique a été intégrée au retour du réseau de chaleur à basse température car cette variante était la plus efficace. L'énergie thermique du circuit de la sonde est transmise toute l'année au système de retour de chauffage par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. L'ensemble de l'installation est géré de manière entièrement automatique, y compris la commande qui fait fonctionner toutes les installations produisant la chaleur. Il faut alors distinguer le fonctionnement estival et hivernal.



Les chaudières fonctionnent pendant l'hiver alors que la pompe à chaleur n'est active que l'été et ne sert donc qu'à l'approvisionnement en eau chaude. La petite chaudière est également activée pendant les périodes de pointe de charge, mais en été, les besoins énergétiques sont principalement couverts par la géothermie. Pendant la première année, la pompe à chaleur fonctionnait également l'hiver, mais cela s'est avéré peu rentable parce que le taux de rendement de la pompe à chaleur était trop faible et que les chaudières fonctionnaient malgré tout.

L'ensemble de l'installation énergétique de Prenzlau, d'une valeur connectée totale de 10,5 MW, approvisionne 2000 appartements, dont 1 200 à la fois en chaleur et eau chaude, ainsi que deux écoles équipées de salles de sport et 3 bâtiments commerciaux. Les coûts liés à sa mise en place ont été en partie supportés par la Commission européenne, la République fédérale d'Allemagne, le Land de Brandebourg et la Ville de Prenzlau. Les clients raccordés n'ont eu par contre aucun frais à supporter. Dans les nouveaux contrats de livraison de chaleur, il a été décidé d'un commun accord que le point de transfert serait la vanne située après la station principale de raccordement.

#### Rentabilité

##### Besoin en chaleur

Besoin annuel en chaleur	11 500 MWh/a
Besoin moyen en eau chaude	1 500 MWh/a

##### Production de chaleur

Géothermie	3 900 MWh
Chaudières	7 600 MWh

##### Investissements

Investissements fond	1.533.000 Euro
Investissements surface	511.000 Euro
Annuité	9 %

#### Coûts annuels

Maintenance	5.100 €
Energie	110.000 €
Personnel	3.900 €
Charges d'investissement	184.000 €
<b>Total</b>	<b>303.000 €</b>

#### Coûts spécifiques

Chaleur pour le chauffage	11500 MWh/ a
Coûts énergétiques spécifiques	38 €/MWh
Idem sans intérêts	15 €/ MWh

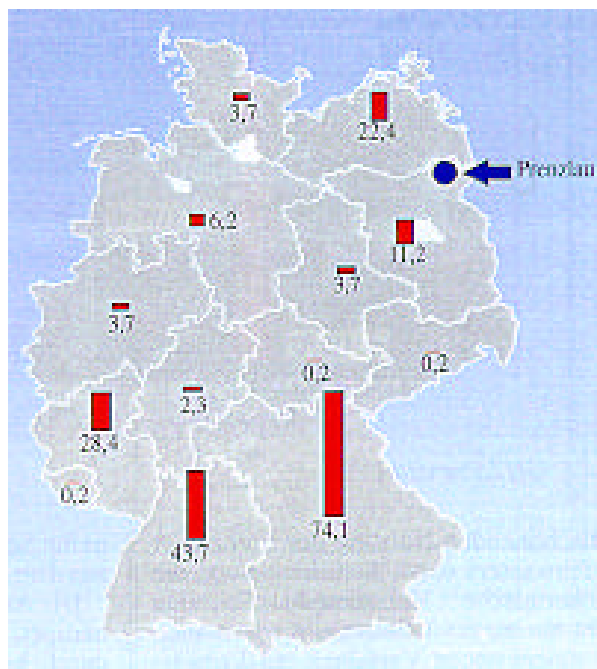
Les émissions de CO<sub>2</sub> et de monoxyde de carbone ont baissé de 20 % à Prenzlau après la mise en service de la centrale de chauffage. Avant la création de cette centrale, c'était la vapeur d'une fabrique de sucre qui était utilisée. La chaudière de la fabrique fonctionnait à houille brune. La chaudière actuelle utilise du gaz naturel et du fuel et réduit ainsi les émissions des substances mentionnées ci-dessus. L'installation géothermique couvre au minimum 30 % des besoins énergétiques de la zone d'approvisionnement en chaleur.

## EVALUATION ET PERSPECTIVES

La technologie des sondes géothermiques profondes présente plusieurs avantages :

- aucun risque de forage, pas de risque d'exploration (par ex. pour la recherche d'eau thermale)
- pas de modification de l'équilibre car la sonde profonde est fermée et ne présente donc aucun risque pour l'environnement
- grande durée de vie car pratiquement aucune usure de la sonde
- coûts de maintenance et d'entretien négligeables
- exploitation simple et sans danger
- grande fiabilité
- source de chaleur disponible toute l'année

Les études menées à Prenzlau montrent qu'un plus large recours à la géothermie n'est possible que si les conditions-cadres légales et économiques lui permettent de fonctionner de manière rentable par rapport aux autres sources d'énergie. Citons notamment une baisse des frais de forage grâce à leur plus large diffusion et une procédure de forage simplifiée, car la structure des coûts d'une installation géothermique dépend principalement du coût de financement. Les coûts de fonctionnement de la géothermie à proprement parler sont quasi nuls. Les potentiels d'économie de l'installation de Prenzlau résident principalement dans l'optimisation du système d'exploitation, ce qui permettrait de supprimer la pompe à chaleur.



L'installation fonctionne depuis sa mise en service il y a 8 ans sans problème majeur. La production d'énergie est restée constante. La pompe de circulation à sonde a été échangée au cours de l'année 2002, le débit étant resté le même / la capacité de refoulement étant restée la même (12m<sup>3</sup>/h), la puissance de propulsion électrique a cependant pu être divisée par deux et passer de 11 kW à 5,5 kW.

## POUR ALLER PLUS LOIN

Horst Wetzel  
VEAG  
Chausseestr. 23  
D - 10115 BERLIN  
Tel: +49 30 51 50 3773  
Fax: +49 30 51 50 2874  
E-mail: HoWetzel@VEAG.de

R. Stutzke  
Stadtwerke Prenzlau GmbH  
Friedrichstraße 20  
D – 70221 PRENZLAU  
Tel: +49 3984 8530  
Fax: +49 3984 8531  
E-mail: r.stutzke@t-online.de

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

