

Visite de l'installation géothermique du Fort d'Issy-les-Moulineaux

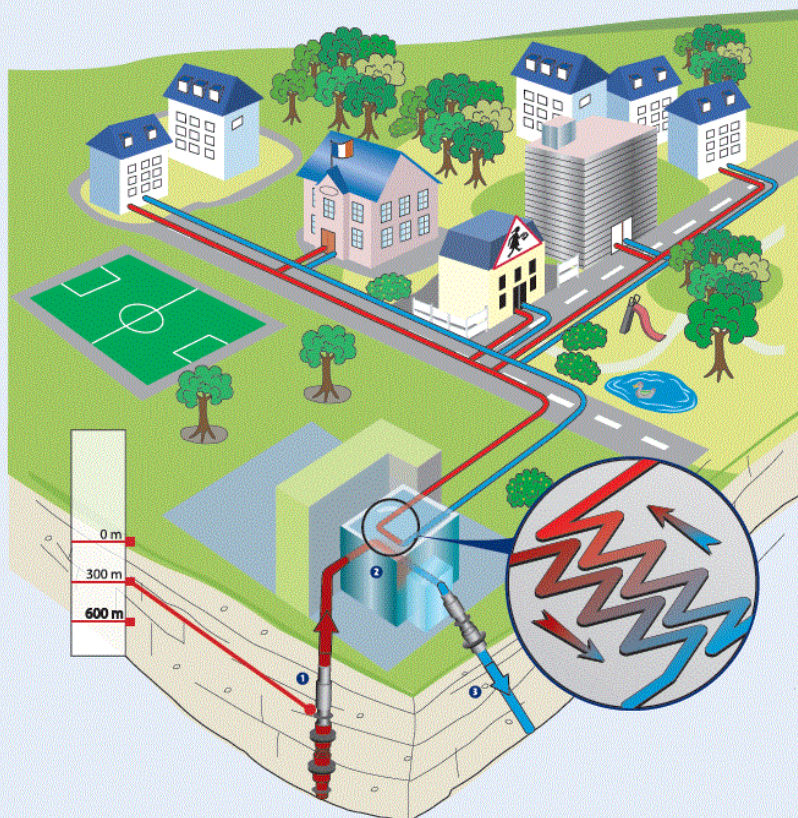
Vendredi 5 avril – 9h-11h30

Visite par M. Jérôme LONGUEMARE, chef de projet à DALKIA

CHIFFRES CLES

- Chaleur livrée : **11 GWh** (50% chauffage, 50% ECS)
- Longueur du réseau géothermique : **1,6 km** aller/retour
- Bâtiments desservis : **tous les bâtiments du Fort** sauf le siège de la Gendarmerie Nationale (chaufferie gaz car projet trop avancé par rapport au réseau de chaleur), soit : **1600 logements, commerces** en pied d'immeuble, casemates, **2 écoles, 1 collège, 1 piscine**
- Mix énergétique :
 - environ **78% géothermie** (75-80%) (chauffage et ECS)
 - environ **22% électricité** pour PAC (20-25%), secours gaz.
- 2 doublets géothermiques (1 de production et 1 de réinjection) à **650 m de profondeur**
- Eau puisée à **28°C** et rejetée à **13°C**.
- Démarrage 1^{er} forage : **juin 2011** ; fin prévue du chantier (y compris sous-stations) : **juillet 2013**
- Exploitant (délégation de service public) : **Dalkia** (durée du contrat : 25 ans)

La géothermie du Fort d'Issy, comment ça fonctionne ?



1. Puits de production :

Pour que l'installation géothermique fonctionne, il faut un débit d'eau régulier et suffisant. Pour cela, on utilise une pompe immergée, placée en profondeur (entre -100 et -400 mètres).

2. Echangeur thermique :

Dans la boucle géothermale, l'eau qui sort de la terre cède sa chaleur à un autre réseau appelé circuit géothermique, dans lequel circule l'eau de ville destinée à être réchauffée. Cet échange est nécessaire pour capter les calories. Le dispositif est appelé échangeur.

3. Puits de réinjection :

L'eau géothermale est ensuite réinjectée en totalité, ce qui garantit la pérennité de la ressource. Pour conserver la chaleur, les zones de puisage et de réinjection doivent être éloignées d'un minimum de 500 mètres.

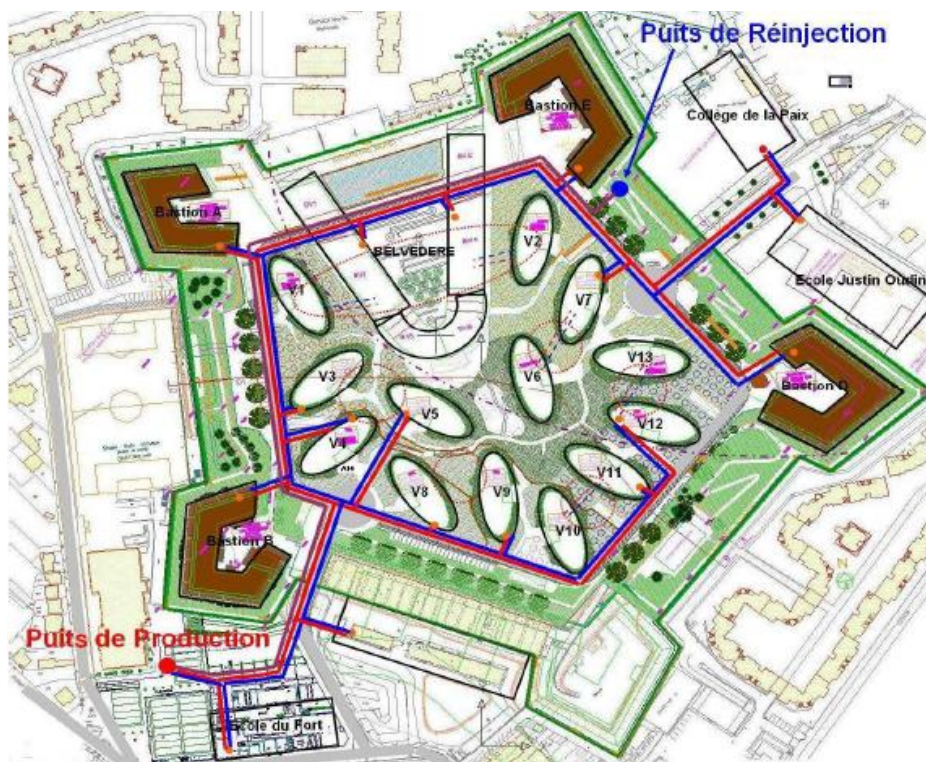
FORAGE GEOTHERMIQUE

- La **nappe de l'Albien**, où est puisée la chaleur géothermique, fait 100 m d'épaisseur. Elle est située entre 650 et 750 m et est **protégée : toute l'eau pompée est réinjectée** dans la même nappe pour ne pas faire baisser son niveau grâce à 2 puits géothermiques :
 - o 1 de production (qui pompe l'eau à 28°C), situé à côté de l'école. Le débit de pompage **varie entre 60 et 200 m³/h** en fonction des besoins de chaleur et d'ECS.



Doublet de production

- o 1 de réinjection de l'eau pompée (à 13°C), situé à 450 m du puits de production, le plus loin possible pour ne pas perturber la production. Ce puits est par ailleurs dévié (il n'est pas vertical) afin de s'éloigner le plus du point de production.



© Dalkia

- La nappe de l'Albien est une ressource stratégique car l'eau de la nappe est **potable**. En cas de pollution de l'eau, le SEDIF peut réquisitionner l'eau : la chaleur de l'eau est bien utilisée, mais au lieu de rejeter l'eau dans la nappe, elle est utilisée comme eau potable.

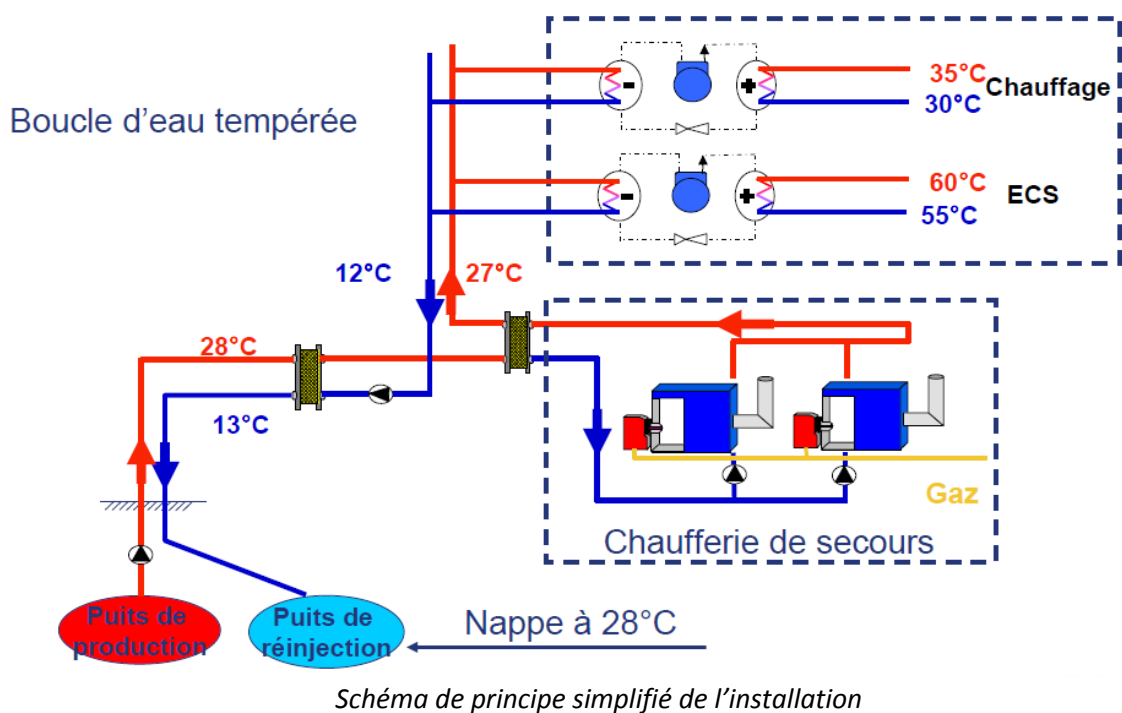
- L'installation est déclarée **ICPE** (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) donc :
 - Une **étude d'impact** a été réalisée
 - Un périmètre d'exploitation du réseau de chaleur a été défini : le réseau de chaleur ne peut s'implanter que dans cette zone
 - Un **périmètre de protection** a été défini : aucun autre réseau ne peut s'installer dans ce périmètre afin de préserver la ressource
- Au niveau du forage :
 - L'enjeu est de capter l'eau chaude sur les 100 m de profondeur de la nappe sans capter le **sable** et les particules plus petites que le sable (appelées « **fines** »).
 - Le forage se fait grâce à de la **boue** (mélange eau + argile), qui permet de faire tourner le trépan de forage et qui empêche le trou de se refermer. L'extérieur est ensuite cimenté.
 - Le forage se fait avec des diamètres successifs de plus en plus petits.



Forage des puits géothermiques
© Fort d'Issy.info

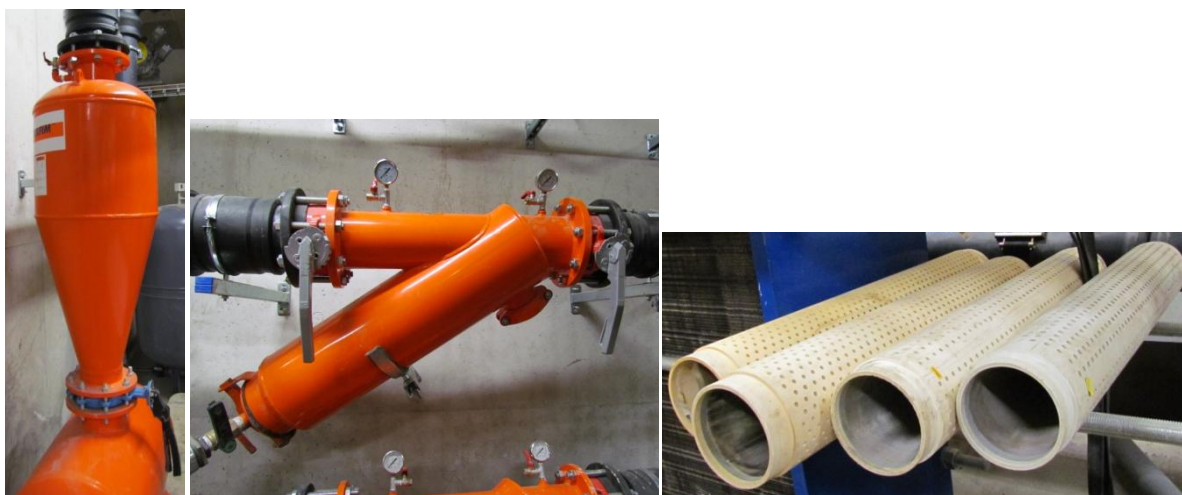
- Le pompage de l'eau se fait grâce à une pompe située à 120 m de profondeur dans le puits de production. Les pompes n'ont pas été doublées pour des raisons de coût (il aurait fallu prévoir un diamètre plus important). Un changement de pompe est cependant prévu tous les 10 ans.

PRODUCTION AU NIVEAU DU PRIMAIRE



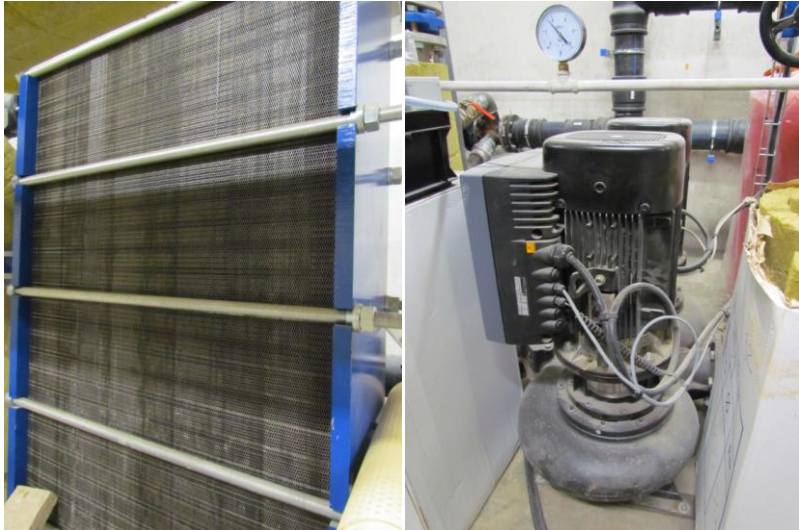
© Dalkia

- Les installations de production du primaire sont dans le local chaufferie du groupe scolaire Louise Michel.
- Une **double filtration** est prévue avec des filtres de 100 micromètres afin d'éviter l'entrée des fines et du sable.



Gauche : 1^{er} système de filtration ; Milieu : 2^{ème} système de filtration ; droite : filtres

- Un **unique échangeur à plaques** est installé (pas de secours), ainsi que des pompes de circulation :



A gauche : Echangeur à plaques

A droite : Pompe de circulation du primaire

- Des **chaudières gaz de secours** ont été installées. Elles ne seront utilisées qu'en cas de panne ou de maintenance.



Chaudières gaz de secours

SOUS-STATION (RESEAU SECONDAIRE)

- Chaque sous-station contient :
 - Une pompe à chaleur assurant le **chauffage** (COP variable entre **5 et 6**)
 - Une pompe à chaleur assurant la production d'**eau chaude sanitaire** (COP de **3,2**)
 - ⇒ **Le COP moyen (chauffage + ECS) est de 4.**
 - Un ou plusieurs ballons d'eau chaude sanitaire (le groupe scolaire Louise Michel contient un ballon de 1500 L).



A gauche : PAC chauffage ; Milieu : PAC ECS ; A droite : Ballon ECS

- **L'appoint et le secours** de l'eau chaude sanitaire sont **électriques**, grâce à des thermo-plongeur électriques situés dans le ballon d'eau chaude sanitaire.
- Le **pilotage** de l'installation se fait grâce à un **réseau de fibre optique**.
- La distribution du chauffage se fait grâce un **plancher chauffant** avec un circuit noyé dans la dalle béton.
- La possibilité d'un **rafraîchissement** des bâtiments par la pompe à chaleur réversible avait été évoquée à l'origine du projet, mais cela a été **écarté** à cause du DTU des parquets posés (des sinistres ont été constatés avec la formation de condensation sur le parquet).

CONTRAT D'EXPLOITATION

- Un contrat de 25 ans a été signé avec l'exploitant Dalkia, qui est le propriétaire des équipements de production de chauffage et d'ECS et qui les entretient. Sa responsabilité s'arrête à la sortie de la sous-station (Dalkia n'entretient pas le plancher chauffant).
- Les copropriétés de logements, les commerces et la Ville ont signé un contrat avec Dalkia, comprenant :
 - o Un **R1** : partie variable comptabilisant les consommations
 - o Un **R2** : partie fixe comprenant les investissements, l'amortissement, l'entretien des installations et le renouvellement
- Le **R1 est faible** car pour obtenir 1 kWh de chauffage, il faut 0,25 kWh d'électricité (COP moyen de 4), le coût est environ de 32 €/MWh (hors abonnement). Dalkia achète lui-même l'électricité en prix de gros (tarif vert) afin de bénéficier de tarifs plus avantageux.
- Le **R2 est plus élevé** que pour un abonnement gaz ou électrique car il faudrait y intégrer le coût d'entretien, d'installation et de renouvellement d'une chaudière gaz individuelle, qui là est intégré au R2.

QUELLE INNOVATION SUR L'INSTALLATION DU FORT D'ISSY ?

- La géothermie est une technologie qui existe depuis longtemps.
- Cependant, l'innovation porte ici :
 - o sur la **performance des bâtiments construits** (bâtiments BBC), qui permet un chauffage basse température
 - o sur la **performance des pompes à chaleur**

Ces deux éléments permettent de valoriser la chaleur issue de nappes moins profondes à des températures plus faibles (ici l'Albien situé à 650 m de profondeur à une température de 28°C) alors qu'autrefois, on exploitait plutôt des nappes plus profondes et plus chaudes comme le Dogger (situé de 1600 à 1800 m de profondeur à une température de 56 à 82°C).



Croisement des réseaux de chaleur et d'aspiration des déchets

© Fort d'Issy.info