

LE JOURNAL DE LA GÉOTHERMIE

édito //

Franck Goldnadel
Directeur de l'aéroport
de Paris-Orly



Aéroports de Paris est un acteur pleinement conscient des enjeux environnementaux et de sa responsabilité en tant que gestionnaire d'un ouvrage aussi important qu'un aéroport.

Engagé au côté des pouvoirs publics dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, notre groupe met en œuvre de nombreuses actions visant d'une part à réduire les émissions de CO₂ et gaz à effet de serre, d'autre part à réduire notre consommation d'énergies et à recourir autant que possible aux énergies renouvelables.

Le choix de la géothermie pour assurer une partie du chauffage collectif du site de l'aéroport d'Orly illustre cet engagement de manière exemplaire.

La création d'un doublet géothermique près de la centrale d'Orly est un chantier novateur et ambitieux, mené en partenariat avec de nombreux

acteurs publics, notamment l'ADEME et le Conseil Régional d'Île-de-France, et pour lequel Aéroports de Paris est Maître d'ouvrage et Maître d'œuvre.

C'est véritablement une première pour un aéroport français. Alors que notre cœur de métier est d'être un lien entre le ciel et la terre, le passage à la

*Recourir
autant que
possible
aux énergies
renouvelables*

géothermie nous pousse ainsi à regarder plus bas en utilisant le sous-sol !

Le choix de la géothermie représente pour Aéroports de Paris bien plus qu'une solution écologique. C'est aussi l'apprentissage de nouvelles technologies qui nécessite une évolution de nos connaissances et de nos pratiques avec l'objectif de toujours mieux travailler en symbiose avec notre environnement.

UNE AVENTURE COLLECTIVE

Aéroports De Paris est maître d'ouvrage de ce projet, d'un coût global d'environ 12 millions d'euros. L'ADEME, à travers sa direction régionale Île-de-France, apporte son concours technique et financier. La Région Île-de-France s'est engagée également à subventionner le projet.

Le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable est partenaire du projet dans le cadre du Grenelle de l'Environnement.

Aéroports de Paris
Aéroports de Paris construit, aménage et exploite des plates-formes aéroportuaires parmi lesquelles Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly et Paris-

Le Bourget. Aéroports de Paris est le 2^e groupe aéroportuaire européen en termes de chiffre d'affaires aéroportuaire et le 1^{er} groupe européen pour le fret et le courrier.

L'ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie,
Établissement public à caractère industriel et commercial,

l'ADEME participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil, et contribue au financement de projets.

La Région Île-de-France
Le conseil régional d'Île-de-France bâtit son action autour de six priorités : transports, développement économique, logement, éducation, formation et environnement. En matière d'environnement, la région a pour priorités la protection des espaces naturels et de la biodiversité,

la lutte contre les nuisances et les pollutions ainsi que le développement des énergies renouvelables.

CFG services, société de services et d'ingénierie spécialisée en géothermie et la **DRIRE** (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) sont associées au projet.

à la Une //

Paris-Orly passe à la géothermie !

Fidèle à ses engagements pris dans le cadre du Grenelle de l'environnement en 2007, Aéroports de Paris crée une centrale géothermique pour assurer le chauffage du site d'Orly dès fin 2010.



Une situation idéale

L'aéroport d'Orly est situé au-dessus d'une vaste réserve d'eau chaude naturelle, le Dogger.

Cette nappe, enfouie à 1 800 mètres de profondeur, contient une eau chaude naturellement chauffée à 74°C. Aéroports de Paris, en partenariat technique et financier étroit avec la Région Île-de-France et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), entreprend la création d'un doublet géothermique, afin d'assurer une partie du chauffage des bâtiments de l'aéroport d'Orly à compter de décembre 2010.

Un système à échangeur

Le site de forage et d'extraction est situé près de la centrale thermique existante, en

face du terminal d'Orly Sud. Le système est simple : l'eau chaude (74°C) puisée du Dogger, est acheminée vers un échangeur thermique en titane situé en surface. Ce dernier transmet la chaleur au circuit d'eau chaude de chauffage (ECC) de l'aéroport. L'eau chaude est ensuite rejetée un peu moins chaude, dans le Dogger, loin du point d'extraction, de manière à ne pas refroidir la réserve.

Une solution écologique et économique

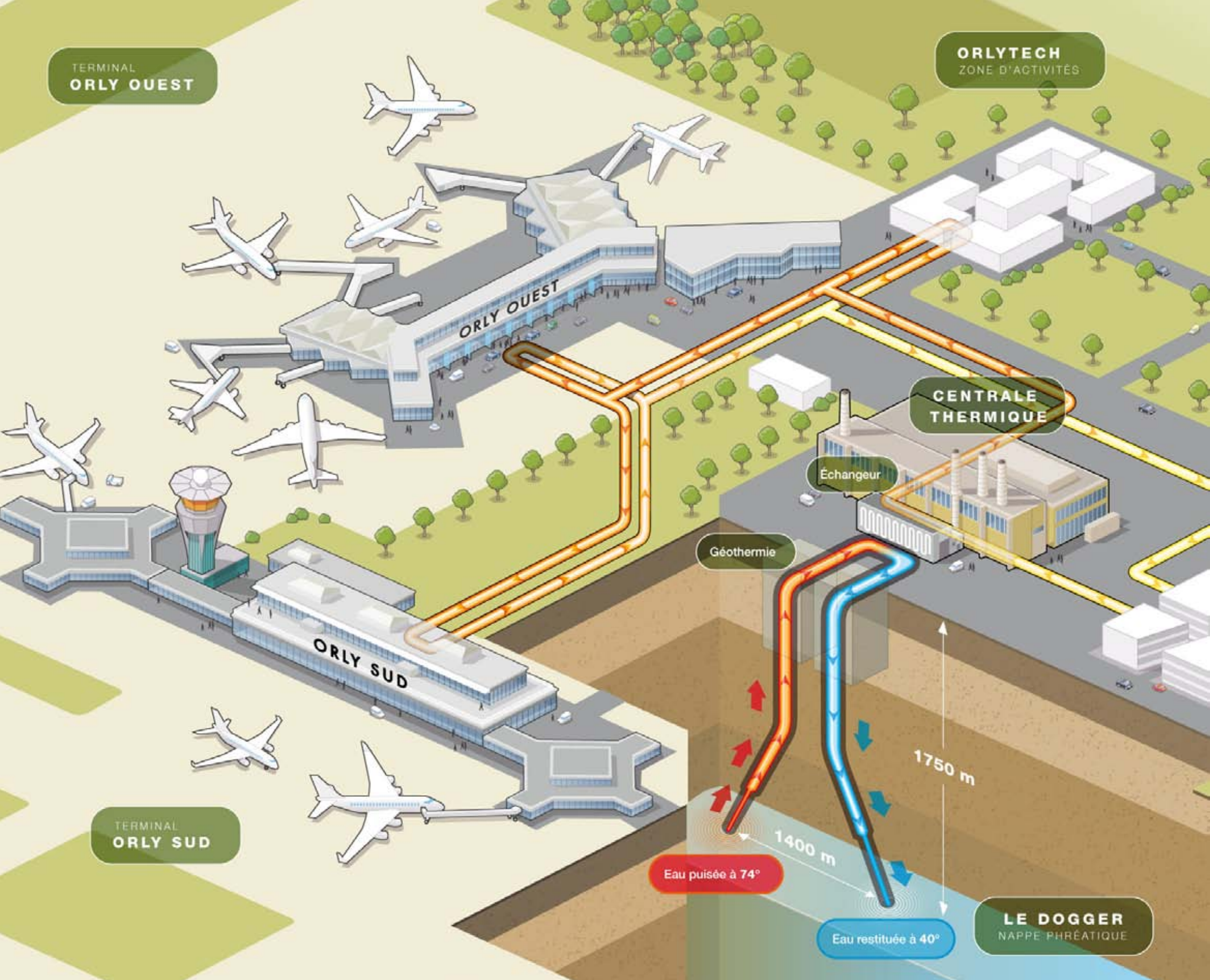
Le recours à la géothermie, lancé par Patrice Hardel, à l'époque directeur de l'aéroport Paris-Orly permet de préserver les ressources naturelles tout en réduisant les émissions de CO₂ liées à la production d'énergie. En effet, par rapport au « tout gaz », le doublet géothermique,

d'une puissance de 10 MW, réduira la consommation de gaz d'Orly de 4 000 tonnes équivalent pétrole (TEP) et évitera, à terme, le rejet d'environ 9 000 tonnes de CO₂ par an.

Cap sur 2020

La mise en service du doublet devrait intervenir en fin d'année. Couplée à l'usine d'incinération de déchets de Rungis, la centrale géothermique prévoit de fournir, d'ici 2020, près de la moitié du chauffage de l'aéroport et d'une grande partie des bâtiments du futur quartier d'affaires Cœur d'Orly.

Avec la géothermie, Aéroports de Paris se tourne résolument vers l'énergie renouvelable au service de la préservation des ressources naturelles de notre planète.



[dossier //](#)

La géothermie à Paris-Orly : comment

La croûte terrestre est composée de plusieurs couches géologiques datant d'ères différentes : primaire, secondaire (Trias, Jurassique, Crétacé) et tertiaire... Les époques de l'ère secondaire ont pu voir la formation d'un aquifère, c'est-à-dire d'une couche de terrain ou de roche suffisamment poreuse et perméable, pour contenir une nappe d'eau.

Le Dogger, de l'eau chaude en abondance sous Paris !

Dans le sous-sol du bassin parisien, un réservoir d'eau de 15 000 km², d'une température variant de 56 à 85°C, est présent. C'est le réservoir calcaire du « Dogger », qui est l'autre nom du Jurassique moyen. Ce réservoir assure aujourd'hui le fonctionnement de 34 installations géothermales de basse énergie, dont celles de communes voisines d'Orly, et certains puits de chauffage urbain opérés par la CPCU (Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain).

Étape 1 : l'extraction / réinjection

L'eau du Dogger est pompée à 74°C puis réinjectée à 40°C dans sa nappe après utilisation de la chaleur.

C'est une pompe située à 350 m de profondeur qui aspire l'eau et l'envoie vers l'échangeur situé dans la centrale thermique.

Étape 2 : l'échange thermique

L'eau extraite à 74°C est acheminée dans un échangeur thermique en titane semblable à un « mille-feuille métallique » : l'eau géothermale transmet par conduction au travers des plaques de titane, sa chaleur

à l'eau du circuit de chauffage des aérogares. Celle-ci reçoit les calories et voit sa température augmenter, en complément du chauffage « traditionnel » au gaz.

Étape 3 : la distribution

Le réseau de chauffage de l'aéroport fait 35 km de long. Il est divisé en 4 branches : Nord, Sud, Est et Ouest. La chaleur issue de la géothermie sera distribuée tout d'abord dans les branches Ouest et Sud pour desservir les aérogares et bâtiments tertiaires, soit l'équivalent de 3 200 logements. Dans quelques années, le réseau Est sera également connecté à la boucle.

LES CHIFFRES DU PROJET

1 750 m

C'est la **profondeur** à laquelle il faut creuser pour atteindre le Dogger. Cela représente plus de 5 fois la hauteur de la Tour Eiffel !

74°C

C'est la **température** de l'eau chaude présente dans le Dogger. Après utilisation pour le chauffage d'Orly, elle est réinjectée dans le sol à 40°C.

10 MW

C'est la **puissance** de production du doublet, obtenue en puisant à un débit de 250 m³ par heure.

1 400 m

C'est la **distance** qui sépare les 2 puits du doublet au niveau du Dogger, soit 14 terrains de foot !

9 000

C'est la **quantité de tonnes de CO₂** qu'Orly ne rejettera pas chaque année grâce à la géothermie !



Les pilotes du projet ont la parole

André Galvez, Directeur de projet/Maître d'ouvrage délégué (Direction de la Maîtrise d'ouvrage) et **Walter Correia**, Maître d'œuvre du projet (Direction de l'Ingénierie et de l'Architecture)



Comment est organisé le chantier de forage du doublet géothermique ?

A. GALVEZ : le sourcing réalisé en amont avait très vite confirmé l'impossibilité de recourir à une entreprise générale. Nous avons donc été contraints de traiter directement chacun des 35 lots techniques du projet. Cette organisation, nous a permis, même pour un chantier aussi spécifique, de garantir le respect du planning et le contrôle des coûts. À ce jour, la quasi-totalité des marchés sont passés et le forage à démarrer, conformément au planning initial. L'utilisation de l'énergie géothermique sur nos installations de chauffage pour l'hiver 2011 est désormais un objectif réaliste.

En quoi est-ce un chantier inhabituel pour Aéroports de Paris ?

W. CORREIA : pour deux raisons, la nature même de l'ouvrage et sa complexité, liée au nombre élevé de métiers et de corps d'état qui interviennent en un temps relativement court : forage, tubage, têtes de puits, vannes, pompes, échangeur, électricité, surveillance géologique... Pour la partie sous sol, avec le travail actif de notre partenaire CFG Services et de la direction des achats, nous nous sommes entourés des meilleurs: de grandes sociétés d'ingénierie de forage, reconnues dans le monde, sont chez nous pour ce chantier... C'est un projet atypique, complexe, à réaliser dans des délais contraints : c'est donc le genre de challenge que nos équipes internes de maîtrise d'œuvre savent relever avec succès !

zoom sur //

Un chantier collectif et maîtrisé

Les équipes techniques d'Aéroports de Paris ont relevé le défi de mener un projet de doublet géothermique, en gardant la maîtrise complète des opérations.

Elles se sont appuyées sur des compétences externes reconnues tel le cabinet CFG Services pour les opérations de sous-sol (études, forage, mise en œuvre du doublet géothermique). Elles ont également consulté des intervenants publics ou para-publics concernés par le forage géothermique comme CPCU et la Compagnie de Chauffage Urbain.

Au final, le forage du doublet qui démarre en mai 2010 est le fruit d'une collaboration étroite et efficace entre tous les acteurs, tous très concernés par les enjeux de délai et de sécurité.

- >> **Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :** Aéroports de Paris
- >> **Assistance à Maîtrise d'ouvrage et maître d'œuvre sous-sol :** CFG Services
- >> **Marché Forage Transports Logistique :** Entreprise COFOR

ça marche ?

Les grandes étapes du forage

Les avant-puits – début 2010

Le creusement des avant-puits de 35 m de profondeur avec un matériel de forage léger a permis « d'installer » le forage dans les roches de surface, plus instables que le sous-sol.

Le forage proprement dit – mai 2010

Il se fait au moyen d'un trépan qui s'enfonce en tournant. Les dents creusent le sol, tandis qu'un liquide de forage (eau et argile) est injecté pour faire remonter les débris de forage vers la surface.

Le forage du doublet géothermique d'Orly se déroule en 4 phases techniques.

- >> **Phase 1 :** jusqu'à 350 m. Le forage a lieu normalement à la verticale du puits.
- >> **Phase 2 :** de 350 à 1 060 m. Progressivement, on dévie le forage pour parvenir à une inclinaison de 30°, grâce à un « raccord » de dérivation coudé d'un angle de 1,5°. À partir de là, le forage se fait en diagonale.
- >> **Phase 3 :** de 1 060 à 1 815 m. Le forage se poursuit jusqu'au « toit » du réservoir du Dogger.
- >> **Phase 4 :** de 1 815 à 1 927 m. Le forage

s'enfonce profondément dans le Dogger pour exploiter au maximum sa chaleur.

Les « boues de forage »

Le fluide de forage et les débris de sol qui remontent, par pression, lors du forage sont traités dans différents bassins à situés à proximité des puits. Une partie de ces liquides est décantée pour être réutilisée en injection. Le reste est évacué par camion pour être traité par des entreprises spécialisées. Ainsi, aucune boue n'est rejetée dans la nature !

- A** Une dalle a été posée pour stabiliser les roches de surfaces et creuser les avant-puits.
- B** Le Derrick, structure temporaire de 38 mètres, nécessaire le temps du forage.
- C** Gros plan sur un trépan de forage.
- D** Plus de 6 km de tuyaux dont certains s'emboîtent les uns dans les autres.



LES DATES CLÉS DU PROJET

OCTOBRE 2007 Lors du grenelle de l'Environnement, Aéroports de Paris s'engage à réduire les émissions de CO ₂ et la consommation d'énergies liées à ses activités.	FÉVRIER 2008 Orly émet une demande d'opportunité à la Direction Générale d'Aéroports de Paris. Choix d'assurer une maîtrise d'œuvre directe et interne, renforcée par l'appui d'un bureau d'études.	DÉCEMBRE 2008 Soumission d'une demande de permis de recherche d'un site géothermique à la DRIRE.	MARS 2009 Appel à candidatures pour le forage d'un doublet géothermique.	JANVIER 2010 Livraison des tubes de forage.	MAI 2010 Début du forage qui doit durer 2 fois 45 jours.	DÉCEMBRE 2010 Mise en service de la centrale géothermique pour le chauffage des branches Ouest et Sud.
/ 2007 /	/ 2008 /	/ 2009 /	/ 2010 /	/ 2011 /		
DÉCEMBRE 2007 Etude de pré-faisabilité d'une solution géothermique sur le site d'Orly.			FÉVRIER 2009 Feu vert de « dépense autorisée » accordé à Orly par Aéroports de Paris.	OCTOBRE 2009 Premiers travaux de préparation du chantier.	AVRIL 2010 Arrivée du mât de forage.	SEPTEMBRE 2010 Fin du forage.
		SEPTEMBRE 2008 Rédaction de l'avant projet simplifié pour le forage profond d'un doublet géothermique.				

Utiliser la géothermie dès fin 2010!

la parole à //

Hugues de Gervillier
Directeur Énergie et Logistique
de Paris-Orly



Quels sont les engagements d'Aéroport de Paris en termes de développement durable ?

H. de Gervillier : la construction d'une centrale géothermique à Orly concrétise notre engagement, pris à l'occasion du Grenelle de l'environnement, de réduire nos consommations énergétiques par passager de 20 % d'ici 2020 et de 40 % d'ici 2040 (par rapport à 2004) et de favoriser l'utilisation d'énergies renouvelables. Orly a déjà mis en œuvre un nombre important d'initiatives pour réduire l'impact environnemental de ses activités et réduire sa consommation d'énergie. La moitié de la plate-forme (terminaux ouest et sud, fret, zone réservée) est d'ores et déjà chauffée en ECC (eau chaude de chauffage) à 105°C au lieu de 160°C auparavant. Par ailleurs toute la branche Nord de notre réseau est chauffée grâce à l'énergie renouvelable tirée de l'usine d'incinération des déchets de Rungis.

Quels sont les bénéfices attendus du doublet géothermique ?

H. de Gervillier : ils sont au nombre de 3 :

>> premier avantage, une réduction de nos émissions de CO₂ ;

>> second avantage, l'utilisation d'une énergie non-fossile, renouvelable. Même si nous gardons une méthode de chauffage gaz, et à la marge une chaufferie au fuel domestique, l'eau géothermale est par nature une énergie renouvelable que nous réinjectons après usage. Les simulations numériques et les études géologiques démontrent que nous disposerons d'une source de chaleur fiable à 74°C durant les 30 prochaines années ;

>> et enfin, troisième avantage, la géothermie est une solution économiquement intéressante puisqu'elle réduira notre facture énergétique. D'une part l'exploitation de la géothermie est intrinsèquement moins chère qu'une centrale gaz. D'autre part l'usage de basse température est moins contraignant pour les installations, ce qui contribue à réduire les coûts de maintenance.

“ Une première dans un aéroport français...”

Comment évoluera le projet après 2010 ?

H. de Gervillier : prolongement naturel du chauffage des branches Ouest et Sud, l'eau de retour, qui sera encore à une température 50°C, nous permettra de contribuer au chauffage durable du futur quartier Cœur d'Orly.

Par la suite, d'ici 2020, la branche Est devrait être raccordée pour être à son tour chauffée grâce à la géothermie. À terme, c'est tout l'aéroport qui bénéficiera de la chaleur naturelle et renouvelable du Dogger. Une première en France !

décryptage //

Priorité à l'environnement

Un chantier peu impactant

Les boues, résidus et liquides de forage sont récupérés et stockés dans des bassins, soit pour réutilisation dans le processus de forage, soit pour évacuation vers des sites de traitement spécialisés.

Le derrick de forage comporte un mât de 38,39 m de haut qui ne gêne aucunement la circulation aérienne sur le site d'Orly.

Respecter les autres installations

Le choix du lieu de forage a été étudié pour ne pas interférer avec les autres puits, opérés par les communes voisines de l'aéroport qui utilisent elles-aussi la géothermie.

Préserver le sous-sol

L'ensemble du projet respecte les obligations et grands principes définis dans le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin Seine-Normandie.

Pour prévenir toute contamination du sous-sol, les deux puits du doublet sont enveloppés d'une gaine de béton sur toute leur hauteur. Ainsi il n'y a pas de risque de fuite de l'eau géothermale dans les couches intermédiaires où se trouvent des nappes phréatiques et d'eau potable.

Un système étanche

L'eau géothermale puisée est très acide et corrosive. La pompe souterraine du doublet sera changée tous les 5 ans et une maintenance scrupuleuse des installations sera opérée par Aéroport de Paris et les entreprises spécialistes missionnées durant l'exploitation.

De son côté le titane de l'échangeur a été choisi justement pour ses qualités de résistance à la corrosion. À aucun moment l'eau géothermale ne sera en contact direct avec l'eau du réseau interne d'Orly.

LA GÉOTHERMIE, UNE ÉNERGIE DURABLE

La géothermie (du grec geo, la terre et thermos, la chaleur) désigne l'ensemble des procédés visant à exploiter les phénomènes thermiques naturels présents dans le sol, pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur.

La géothermie est une solution :

> **écologique** : la quantité moyenne de CO₂ émise dans l'atmosphère par une centrale géothermique est de 55 g par kWh produit, alors qu'une centrale au gaz naturel en produit 10 fois plus ;

> **renouvelable** : l'exploitation géothermique ne diminue par la quantité de ressource disponible, puisque l'eau chaude utilisée est réinjectée dans le sous-sol. Au contraire des énergies fossiles, il n'y pas d'assèchement de ressource ;

> **économique** : le coût d'exploitation de la géothermie est très compétitif par rapport au gaz : environ 5 euros du MWh contre 30 euros !

focus //

Cœur d'Orly Quartier d'affaires et espace de vie



Aéroports de Paris, Altarea Cogedim et Foncière des Régions, partenaires du projet Cœur d'Orly, mettent en œuvre une ambitieuse politique de développement durable, qui vise à concevoir un éco-quartier d'affaires conciliant performance, qualité de vie et confort.

Cœur d'Orly est un quartier d'affaires intégré dans un concept urbain innovant avec des immeubles de bureaux, des hôtels, un centre de congrès et d'expositions. C'est également un espace de vie offrant com-

merces, loisirs et services. Éco-quartier d'affaires exemplaire, Cœur d'Orly bénéficiera d'énergies renouvelables comme la géothermie (grâce au circuit de chauffage alimentant la plate-forme aéroportuaire) et

l'énergie solaire. La totalité du quartier a été conçue pour répondre aux exigences des certifications NF Bâtiments Tertiaires-Démarche HQE® et BBC-effinergie®. Par ailleurs, son intermodalité renforcée (tramway, TGV et métro automatique dans le cadre du Grand Paris...) garantira au quartier une empreinte environnementale réduite et maîtrisée.

Afin de permettre une gestion économe des bâtiments, la construction de Cœur d'Orly est guidée par l'utilisation de matériaux et de dispositifs propres à l'éco-conception et l'éco-construction.

Sa gestion repose sur l'utilisation d'énergies renouvelables et la mise en place de systèmes de transformation des énergies propres. De même, des systèmes alternatifs d'assainissement et de gestion des eaux pluviales ont été développés, ainsi qu'un traitement optimisé des déchets.



Directeur de la publication : Franck Goldnadel
Coordination : Géraud d'Astorg / Sabine Ballereau
Rédaction et mise en Page : Parimage
Crédits photos et iconographiques :
DR Aéroports De Paris
Impression : Afortiori, sur papier Cyclus print
Juin 2010