



Association régie par la loi
du 1.07.1901

Comité Français de Mécanique des Sols
et de Géotechnique

Retour d'expérience – La mise en œuvre des ouvrages géotechniques équipés

**Journée Technique du 21 Mai 2014
« Les structures géothermiques »**

Serge Lambert

Keller Fondations Spéciales SAS

SOMMAIRE

- INTRODUCTION
- Principe de mise en oeuvre
- Exemples de chantiers
 - pieux
 - micropieux
 - paroi

CONCLUSION



INTRODUCTION

Pourquoi ne pas profiter des fondations profondes pour extraire la chaleur en hiver et la fraîcheur en été ?

Actuellement essentiellement 4 pays réalisent ce type de structure:

- Autriche,
- Suisse
- Allemagne,
- Angleterre

L'échange de chaleur s'effectue à travers la section en béton du pieu via un fluide caloporteur (eau additionnée de glycol) qui circule dans un réseau de tube fixé à la cage d'armature



Principe

Si le diamètre de la cage le permet, ces tubes effectuent des allers-retours sur la longueur de la cage pour maximiser la surface d'échange



Principe

Cage d'armature équipée de sonde géothermique



Principe

VERIFICATION DE L'ETANCHEITE



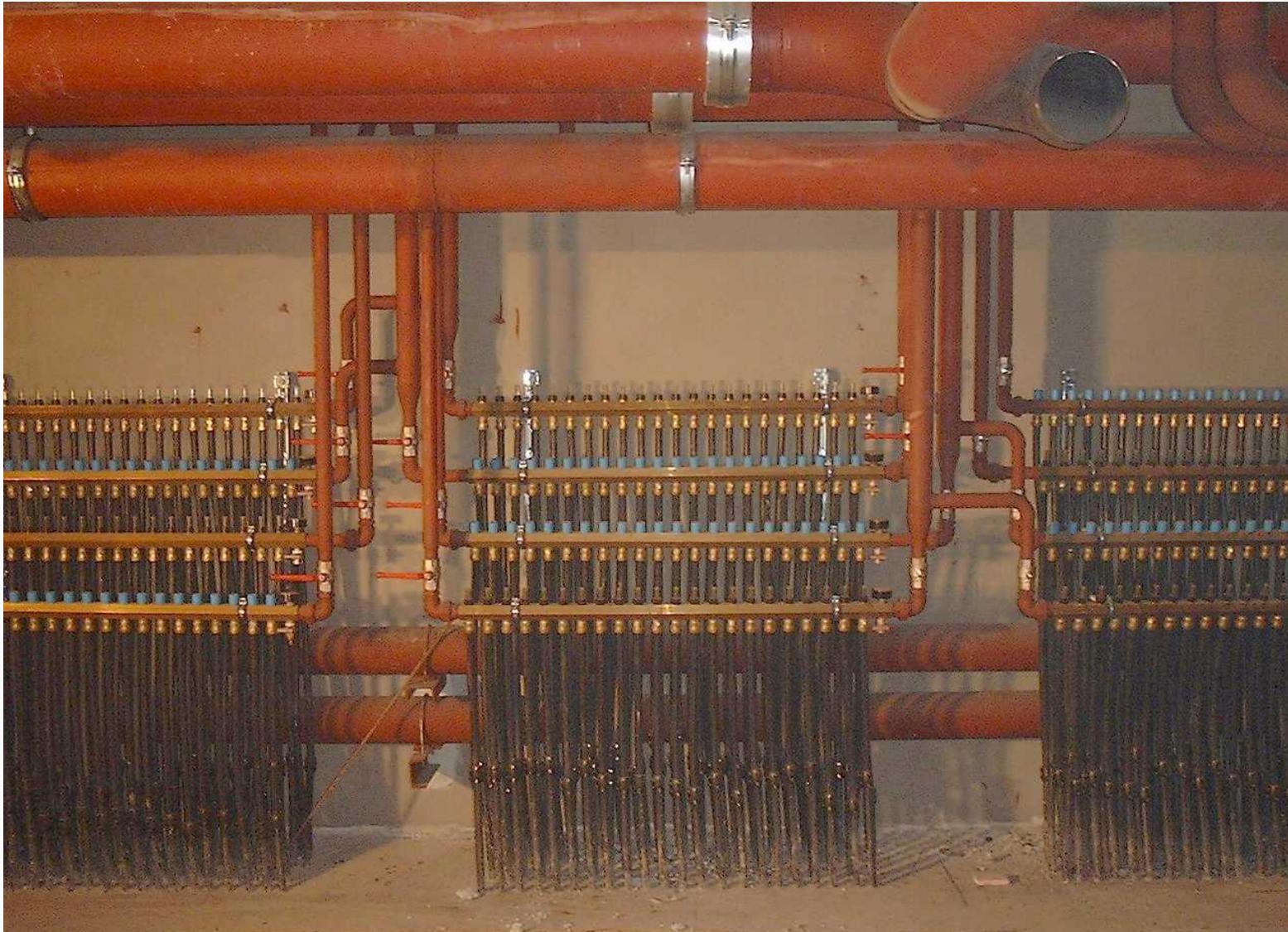
Pieux forés tubés



Koralmbahn Autriche

En tête de chaque pieu, un réseau convergent vers une pompe à chaleur qui va transférer cette énergie vers l'intérieur du bâtiment

Raccordement des sondes vers la pompe à chaleur



PIEUX GEOTHERMIQUES

* **Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)**

Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)

Ce centre logistique comprend un stockage automatisé de grande hauteur, un entrepôt conventionnel et un immeuble de bureaux, pour une surface totale au sol de 17.000 m².
Il est situé dans la haute vallée du Rhin à une dizaine de kilomètres au sud-est du lac de Constance.



Maître d'ouvrage :

Société Haberkorn, Wolfurt

Bureau d'étude de sol :

Dr. Waibel, Hohenems

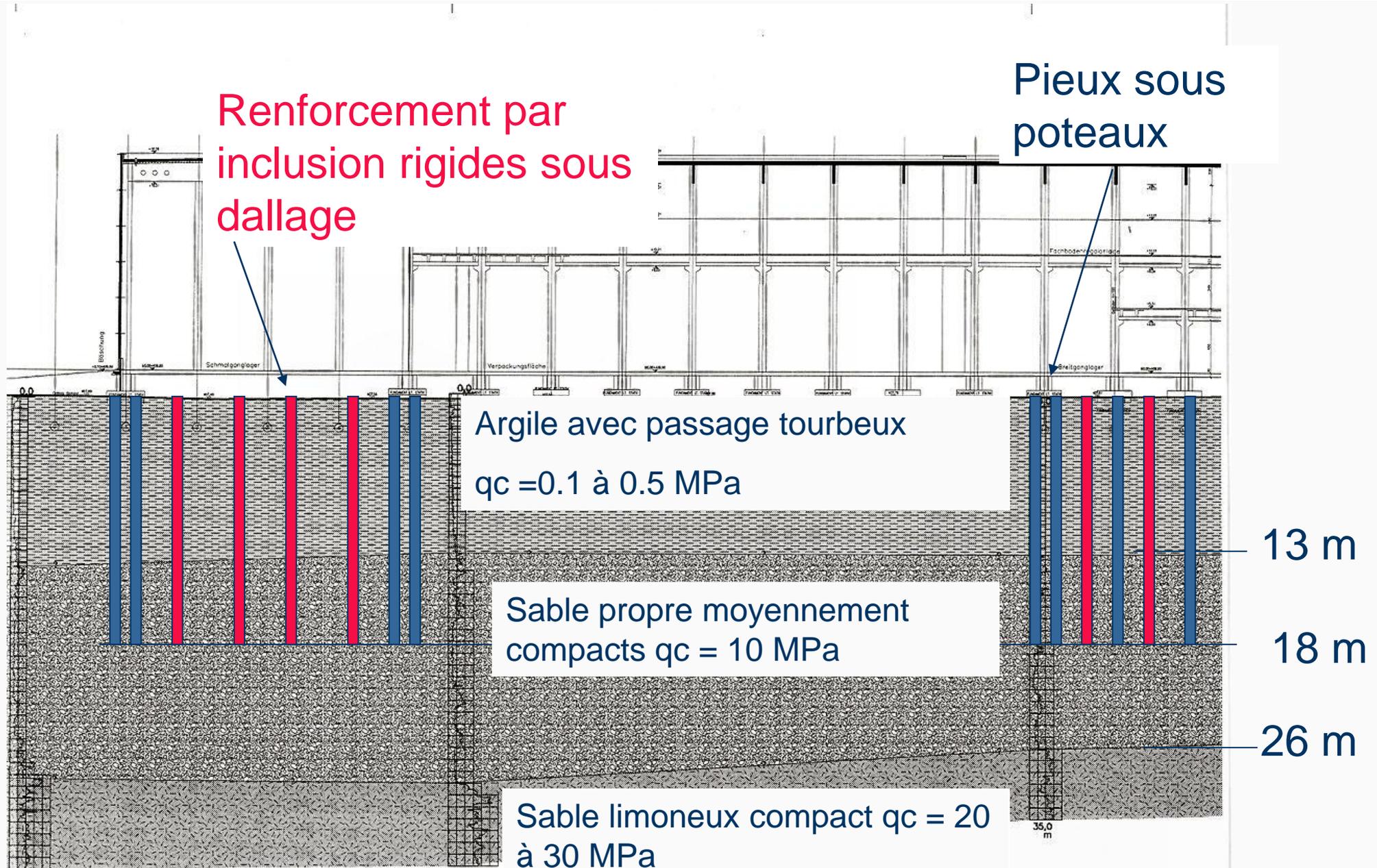
Montant :

Environ 1,5 million d'euros

Période d'exécution :

Juillet-août 2004

Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)



Les fondations

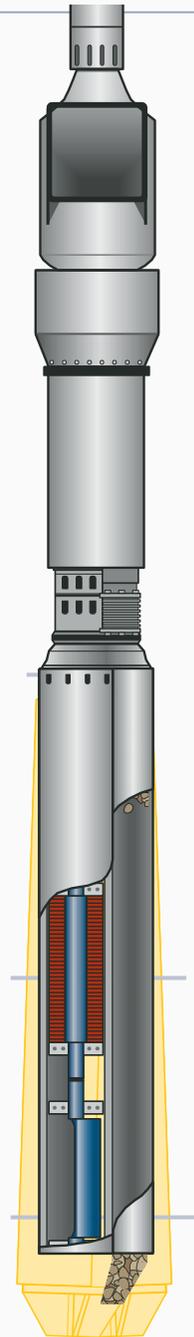
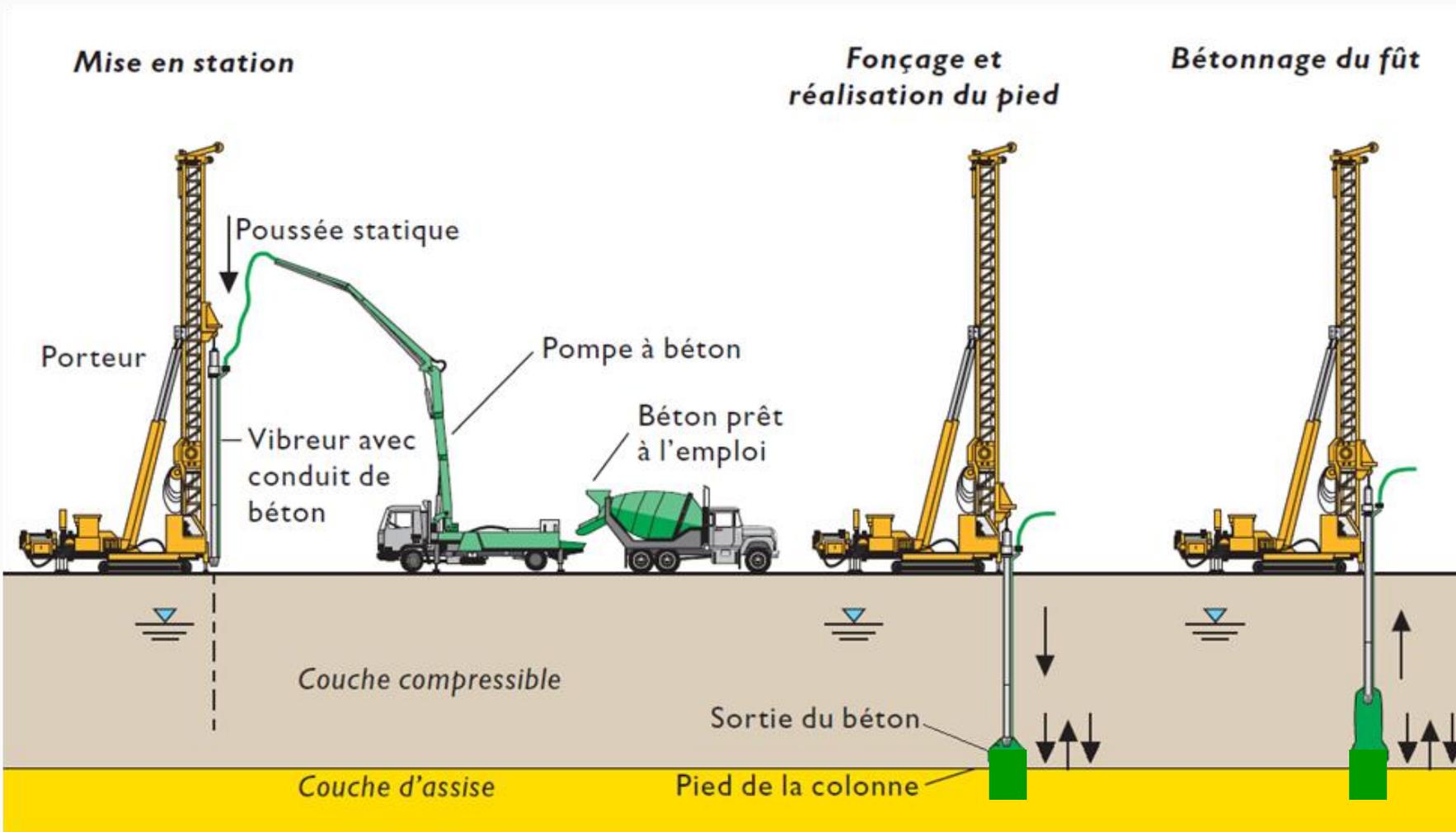
- ◆ Pieux VCC (Vibro Concrete Columns) type ELITERRE diamètre 45 cm: 300 u équipés de sondes thermiques
- ◆ Inclusions rigides diamètre 45 cm sous dallage : 1500 u
- ◆ Profondeur moyenne de 18.50 m soit 5.5 m d'ancrage dans les sables

Pieux VCC (Procédé ELITERRE)

Mise en station

Fonçage et réalisation du pied

Bétonnage du fût



Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)

Particularité de ce chantier:

Les sondes géothermiques sont mises en place par l'intermédiaire d'un tube spécifique accolé au vibreur.

Avantage: les pieux ne sont pas à armer obligatoirement sur toute leur hauteur pour la mise en place des tubes.



Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)



Retour d'expérience – La mise en œuvre des ouvrages géotechniques équipés

Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)

Coulage du pieu et mise en place des sondes



Mise en place d'une cage de 2 m de hauteur et vérification de l'étanchéité des tubes



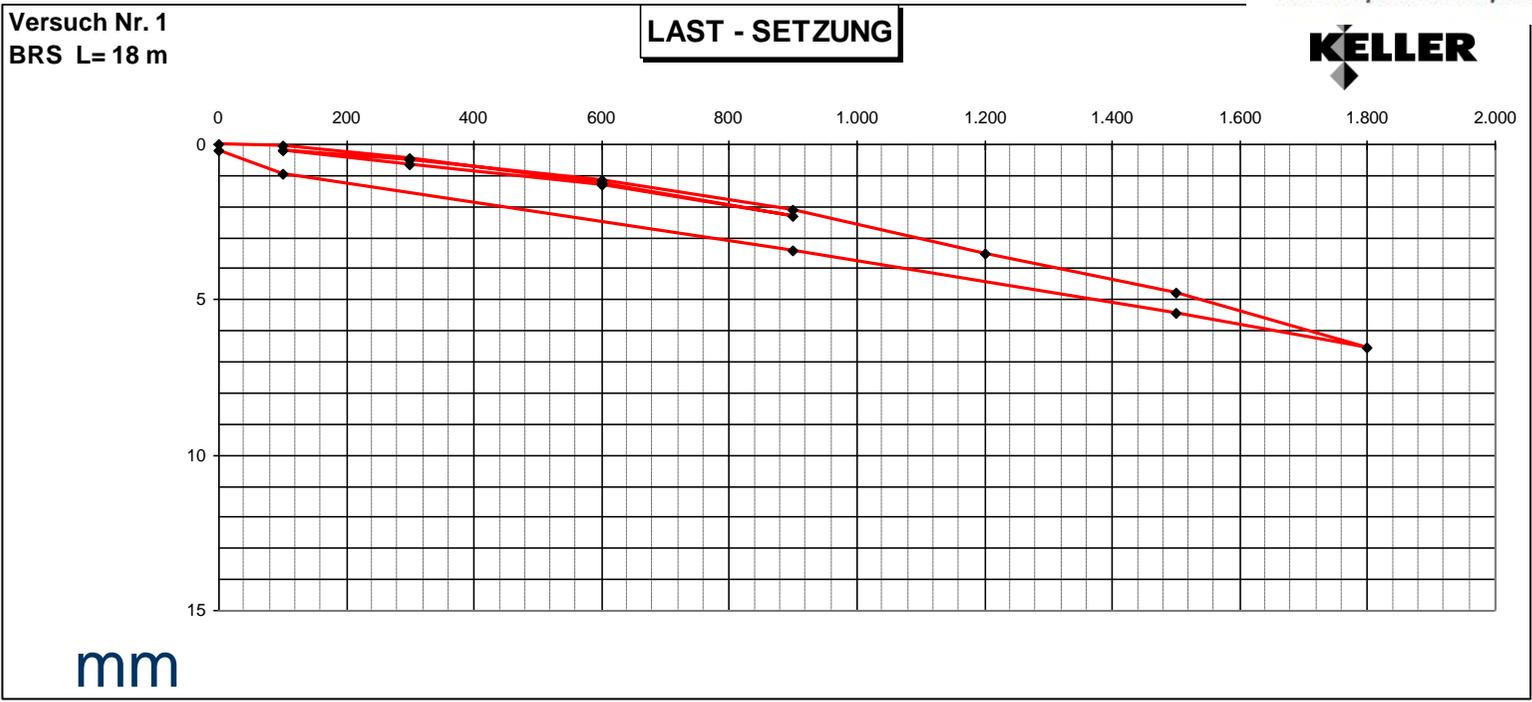
Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)

◆ Tassement 2 mm à la charge de service $Q = 900 \text{ kN}$

6.5 mm à la charge maxi 1 600 kN



▲ Mise en place du dispositif pour les essais de chargement



Batiment logistique de la société Haberkorn à Wolfurt (Autriche)



MICROPIEUX GEOTHERMIQUES

Bâtiment de bureaux à DORNBIRN (Autriche)

Chantier en 2002

Bâtiment de bureaux à DORNBIRN (Autriche)

Chantier Micropieux

732 micropieux dont 214 équipés de sondes thermiques

Armature: tube diamètre 114 mm

Diamètre de forage: 250 mm

Longueur: 11.50 m



2002



Bâtiment de bureaux à DORNBIRN (Autriche)

Préparation des tubes sur site



Mise en place des tubes



Bâtiment de bureaux à DORNBIERN (Autriche)



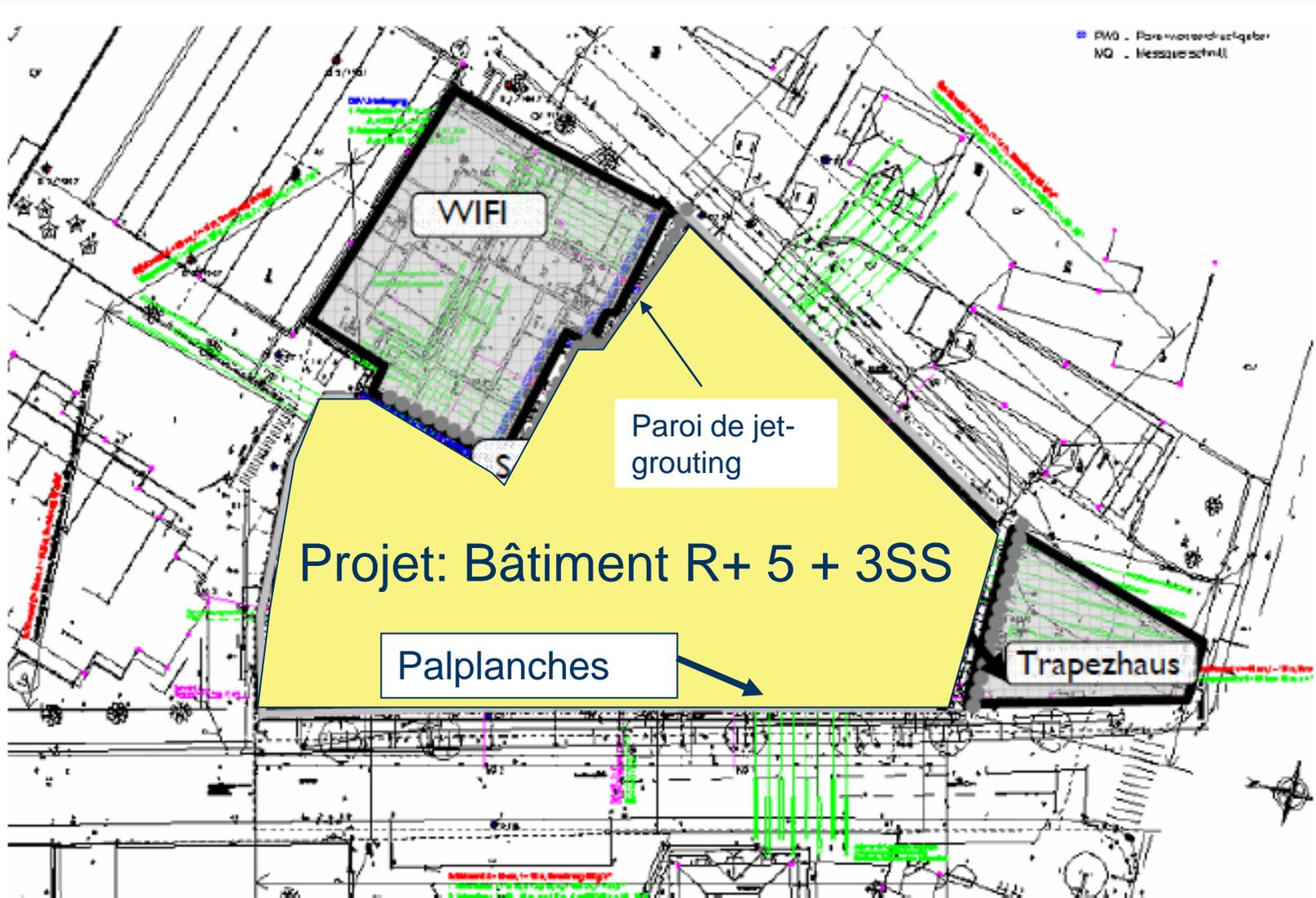
- GEOTHERMIE DANS LES PAROIS

Bâtiment de bureaux à Dornbirn (Autriche)

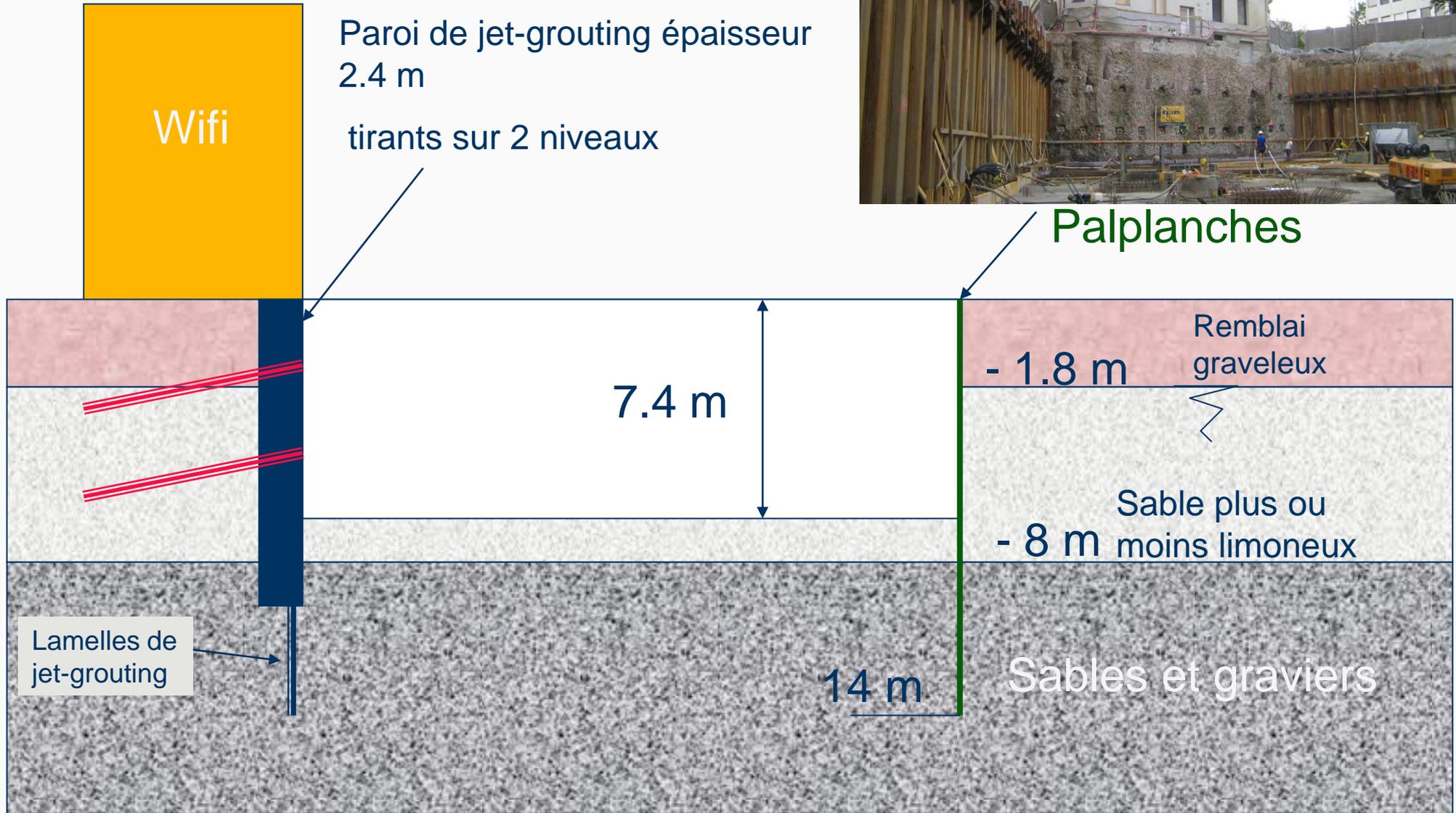
Type de bâtiment: R+5+3SS

Paroi en jet-grouting

Batiment bureaux Dornbirn



Batiment bureaux Dornbirn

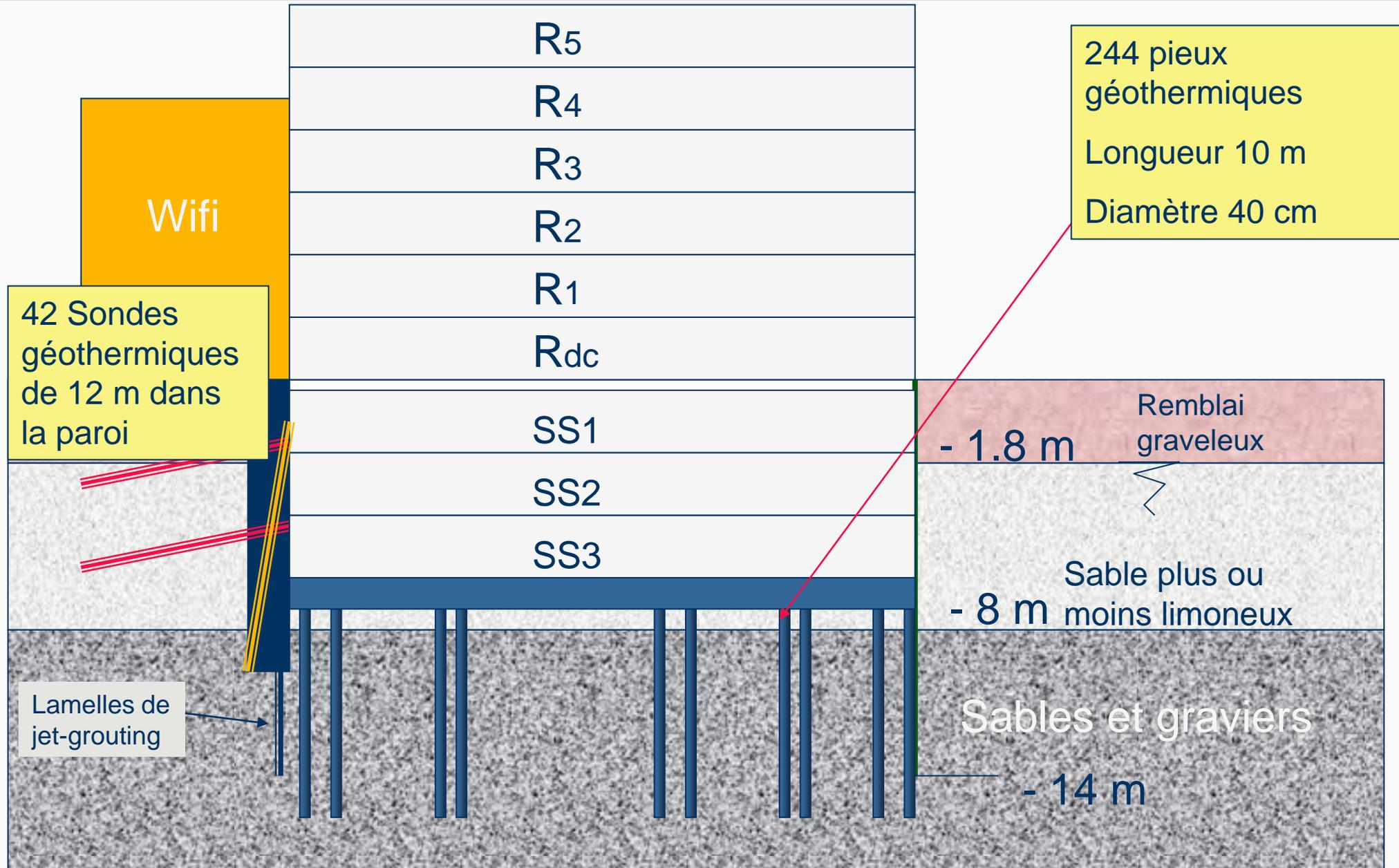


Bâtiment de bureaux Dornbirn

Critères de dimensionnement de la géothermie:

- Puissance 250 kW pour le chauffage
- 50 W/m² de plancher maximum
- sonde : 50 W/ml (chauffage) et 25 W/ml (pour la climatisation)

Batiment bureaux Dornbirn



Batiment bureaux Dornbirn

Forage dans la paroi de jet-grouting et mise en place des tubes



Vérification de l'étanchéité par injection d'air



Batiment bureaux Dornbirn



42 SONDES de 12 m de
longueur

Batiment bureaux Dornbirn

244 PIEUX DE 10 m équipés de sonde

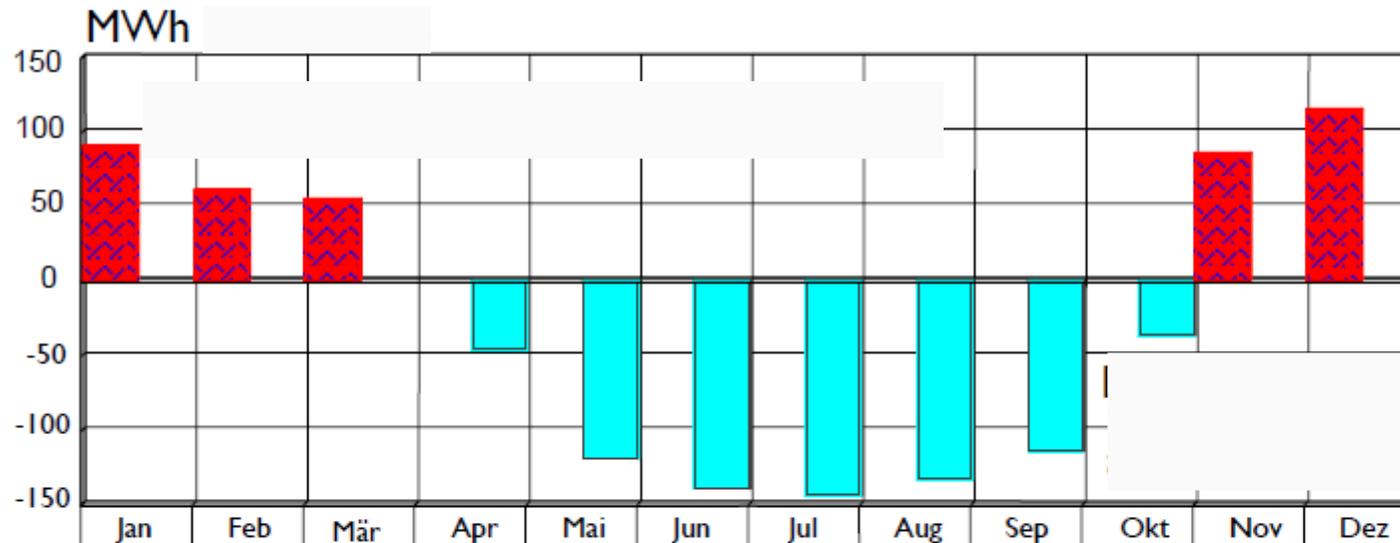


Armatures équipées de sondes thermiques

Batiment bureaux Dornbirn

Consommation mensuelle

Chauffage Climatisation

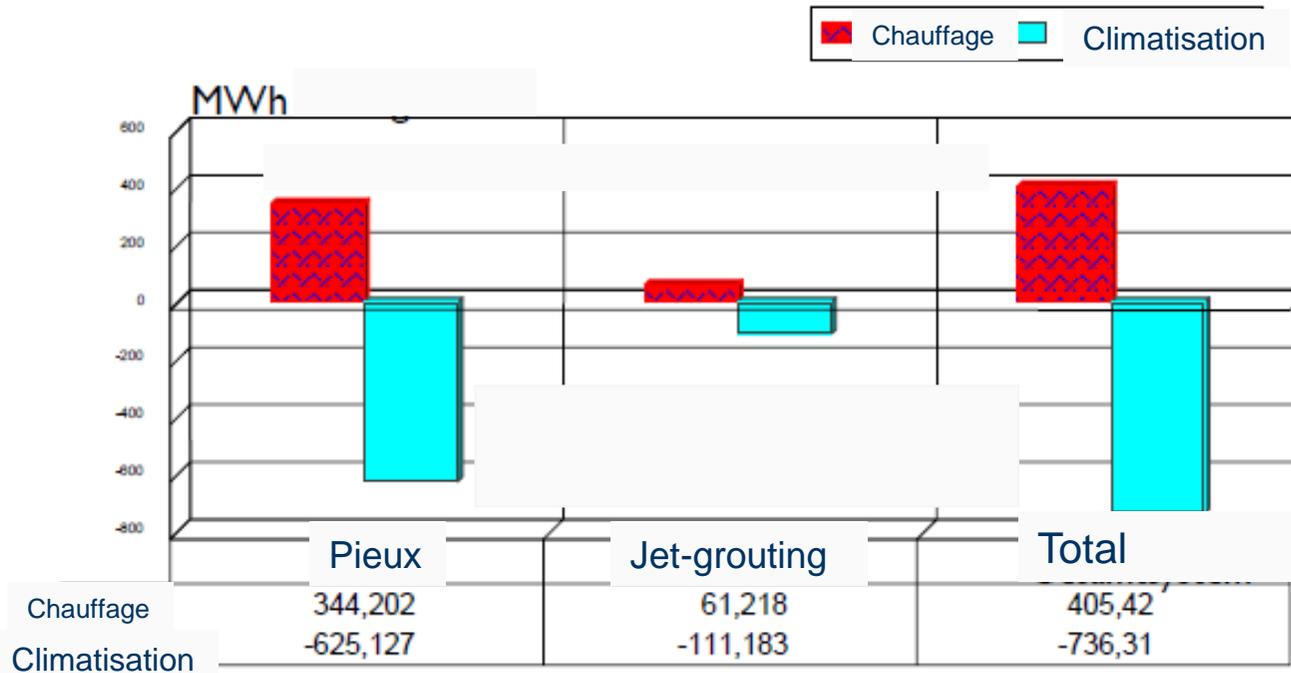


Chauffage	90,22	60,78	54,52								85,19	114,71
Climatisation				-46,4	-119,74	-139,89	-144,77	-133,56	-114,67	-37,28		

ENERGIEBERATUNG & HAUSTECHNIK MÜLLNER - ING.-BÜRO DORNBIERN 2/2007

Bâtiment bureaux Dornbirn

Consommation annuelle



ENERGIEBERATUNG & HAUSTECHNIK MÜLLNER - ING.-BÜRO DORNBIRN 2/2007

Bâtiment vitré:

consommation en climatisation plus importante qu'en chauffage

Conclusion

- ◆ Exemples dans un contexte géologique favorable pour les échanges thermiques: nappe à faible profondeur et bonne conductivité thermique du sol (sables et graviers),
- ◆ Investissement dans la géothermie: surcout de 5% à 10 % par rapport à la chaudière gaz mais les frais de fonctionnement sont réduits de 15 à 20 %: retour sur investissement rapide
- ◆ Comportement thermomécanique des pieux: aucune règle précise liée au variation de température (surcontraintes dans les pieux ?, modification des propriétés des sols ? Interface sol/pieu ?)
- ◆ Croisée de 2 métiers déconnectés: approche parfois difficile,

Merci pour votre attention !

www.keller-france.com

