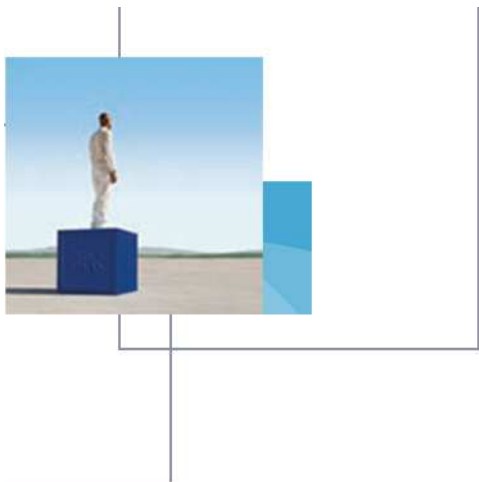




Agrandissement de l'école Westwood Senior de la Commission scolaire Lester B. Pearson



par Sébastien Charbonneau, ing. PA LEED

14 décembre 2009



École secondaire Westwood Sr

Située à Hudson





ÉQUIPE DE PROJET

- Sébastien Charbonneau, ing. PA LEED, BPR
 - Présentateur, concepteur efficacité énergétique
- Michel Deslauriers, ing., BPR
 - directeur de projet, coordination des disciplines (civil, structure, mécanique, électrique)
- Phu Tho Nguyen, ing., BPR
 - Mécanique
- Luc Beaudoin, Guillaume Beaudoin, BBBL architectes
- Mario Cardin, chargé de projet CS
- Pierre Boudreau, régisseur entretien et opération,
 - conseiller technique sur le projet





PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Vue d'ensemble du projet
- Contraintes reliées à la géothermie par forage vertical
- La géothermie horizontale par forage dirigé
- Logiciel de simulation pour la géothermie
- Présentation du concept de CVC





VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

■ Situation initiale

- École secondaire qui accueille 780 élèves
- Construction datant de 1919
- 3 agrandissements au fil des ans
- Chauffée par 4 chaudières au mazout :
 - 2 chaudières sur un réseau d'eau chaude pour les radiateurs du périmètre de la partie existante
 - 2 autres chaudières sur un réseau d'eau glycolée pour des ventilo-convecteurs d'une aile de classe et la ventilation du gymnase

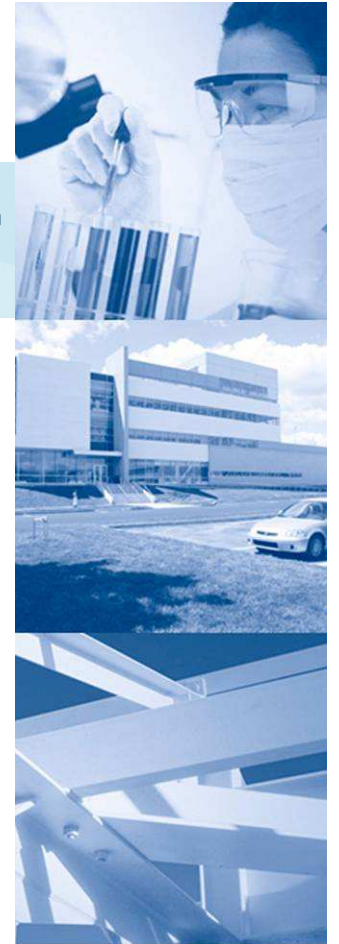




VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

■ Principaux défis de réalisation

- Refaire une chaufferie sans les données de conception originale
- Innover par l'utilisation de la géothermie par forage dirigé
- Intégrer 2 réseaux de chauffage hydronique et convecteur basse température
- Assurer la sécurité sur le chantier pendant le désamiantage et le forage durant la période scolaire





VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

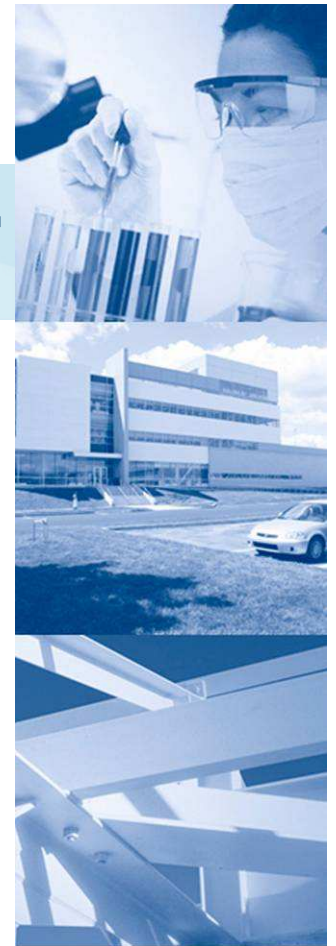
- **Considérations sur les sources d'énergie disponibles à Hudson**
 - Électricité
 - Limité par le transformateur existant
 - Mazout
 - Au moment de décider de l'orientation du concept de chauffage, nous faisons face à une augmentation historique du prix du mazout
 - Il fallait diminuer la dépendance au mazout de l'école en diversifiant les sources d'énergie pour le chauffage





VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

- Le besoin pour de nouvelles classes et laboratoires mène à un projet d'agrandissement de 1400 m² sur 3 étages



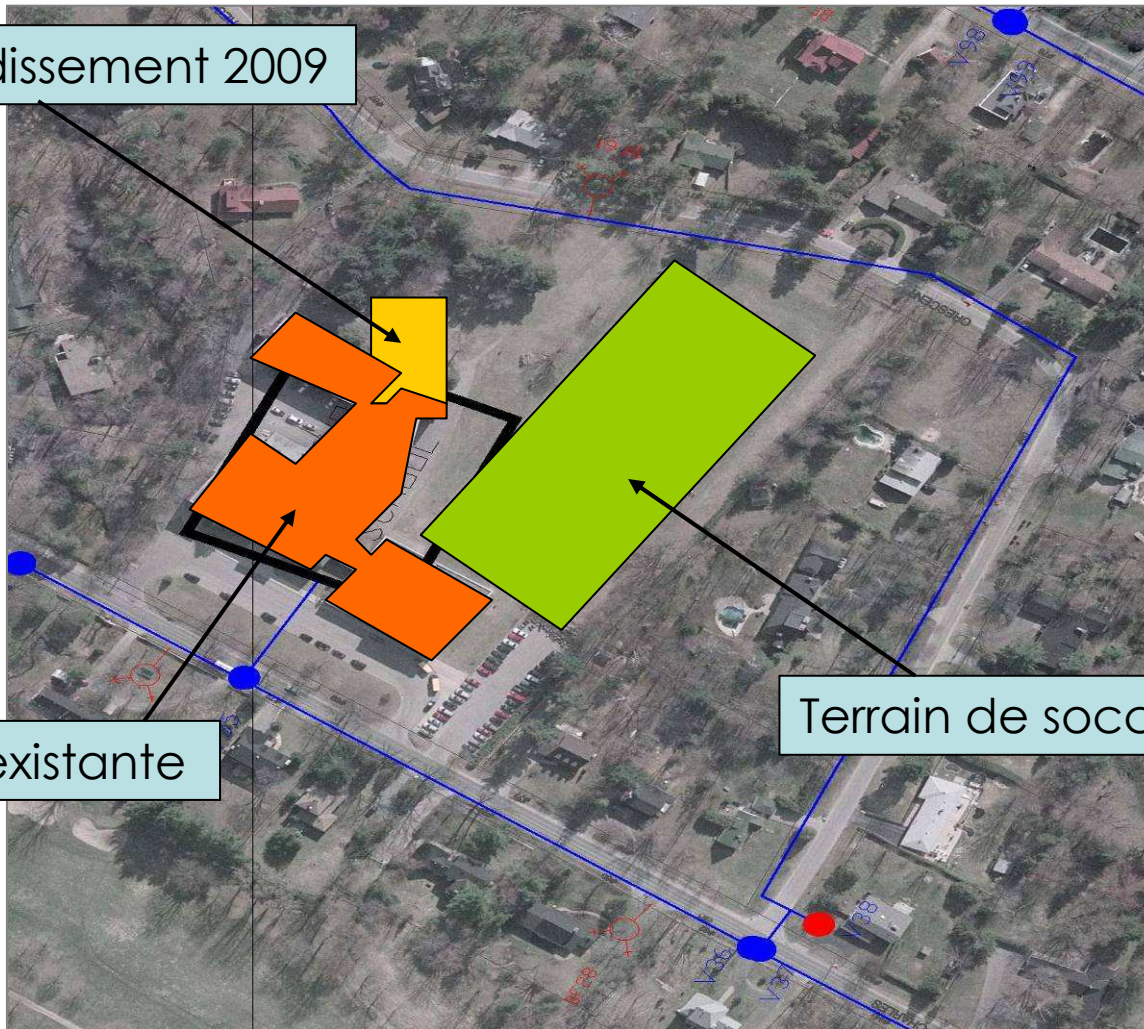


VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

Agrandissement 2009

Partie existante

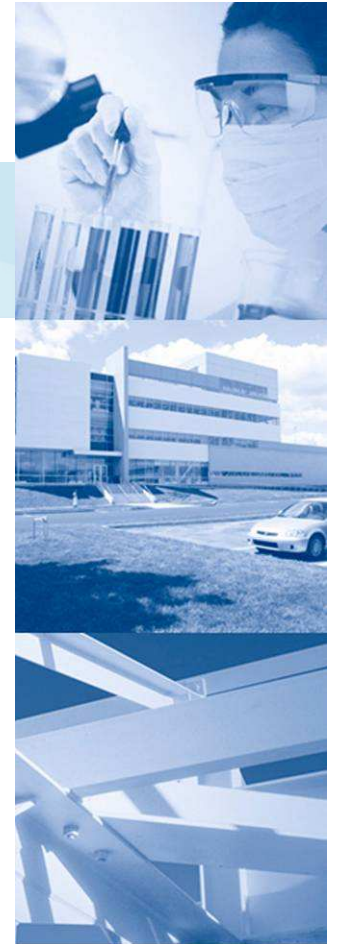
Terrain de soccer





CONTRAINTES RELIÉES À LA GÉOTHERMIE VERTICALE

- **L'utilisation de la géothermie est intéressante**
 - Chauffage par des radiateurs en fonte et des convecteurs basse température
 - Puissance électrique limitée par le transformateur existant
 - Pas d'approvisionnement en gaz naturel possible
 - Prix du mazout élevé

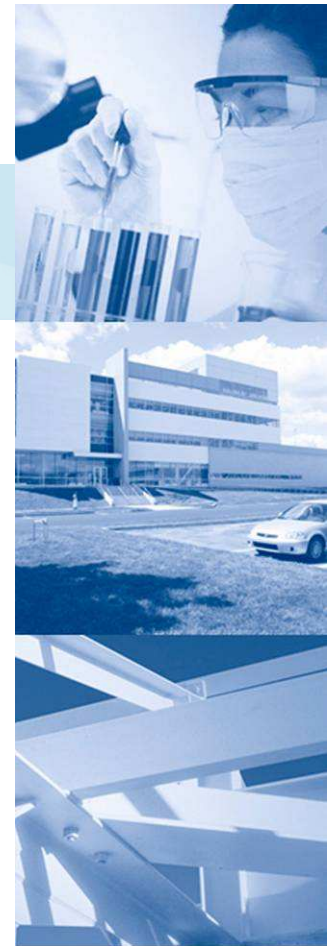




CONTRAINTES RELIÉES À LA GÉOTHERMIE VERTICALE

- L'utilisation de la géothermie est intéressante

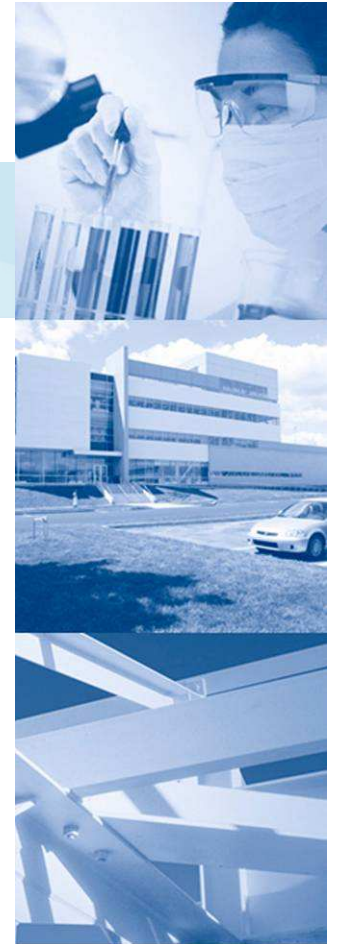
Terrain de soccer attenant à l'école





CONTRAINTES RELIÉES À LA GÉOTHERMIE VERTICALE

- **Mais,**
 - Roc à 30 m de la surface
 - Implique recours à un long chemisage pour traverser le mort-terrain (sable, argile)
 - Niveau d'eau très haut (1,5 m)
 - Ralentit la vitesse de pénétration
 - Augmente la quantité de bentonite
 - **Résultat : le coût de la géothermie par forage vertical serait 2 fois plus élevé**

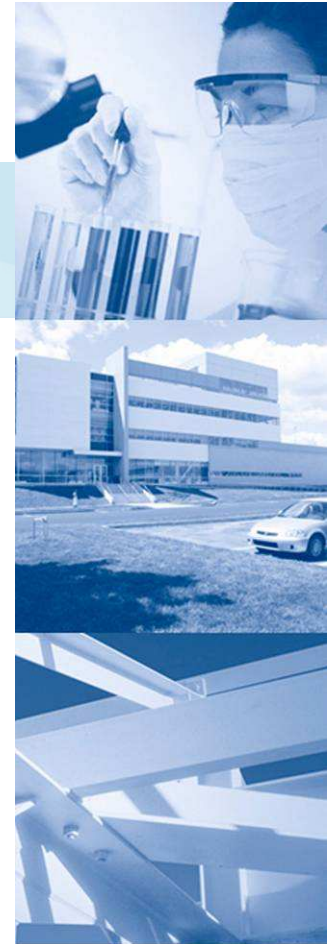




CONTRAINTES RELIÉES À LA GÉOTHERMIE VERTICALE

- **Autre contrainte, et non la moindre ! :**
 - Le terrain de soccer sera utilisé tout l'été par l'école et par la ville
 - Pas question de l'abîmer avec la machinerie et les tranchées inévitables

Faut-il conclure que la géothermie n'est pas applicable pour ce projet?

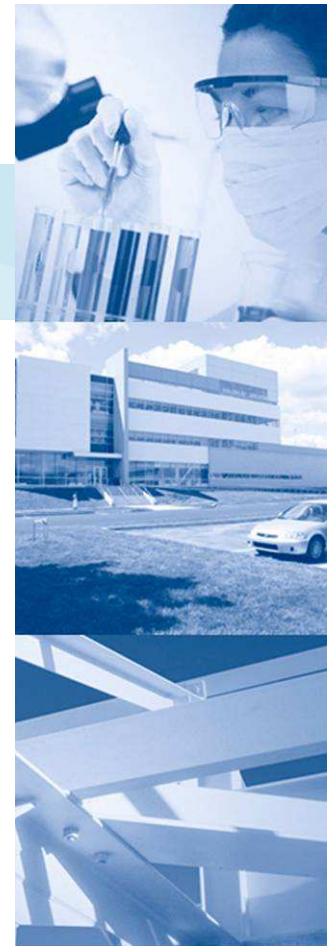




LA GÉOTHERMIE HORIZONTALE PAR FORAGE DIRIGÉ

**L'audace d'utiliser une technologie éprouvée
pour une nouvelle application**

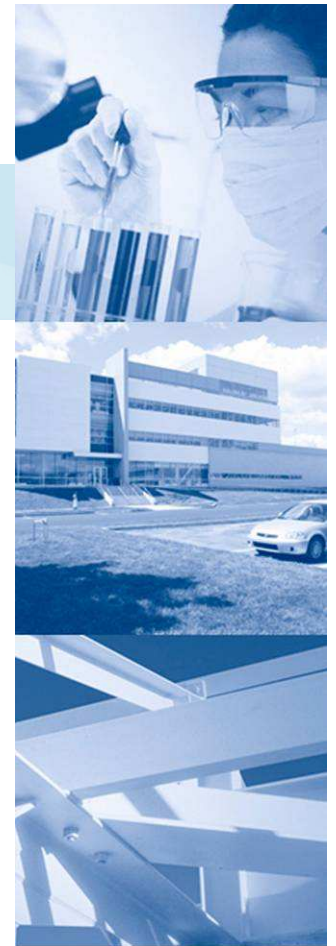
- **Discussion avec des spécialistes en application géothermique et en forage**
- **Cueillette d'information sur les possibilités et contraintes de cette technologie**
- **On détermine :**
 - L'espace nécessaire pour le champ géothermique
 - Le type de sol
 - Le raccordement de la tuyauterie
 - Et surtout, la longueur totale de l'échangeur géothermique





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

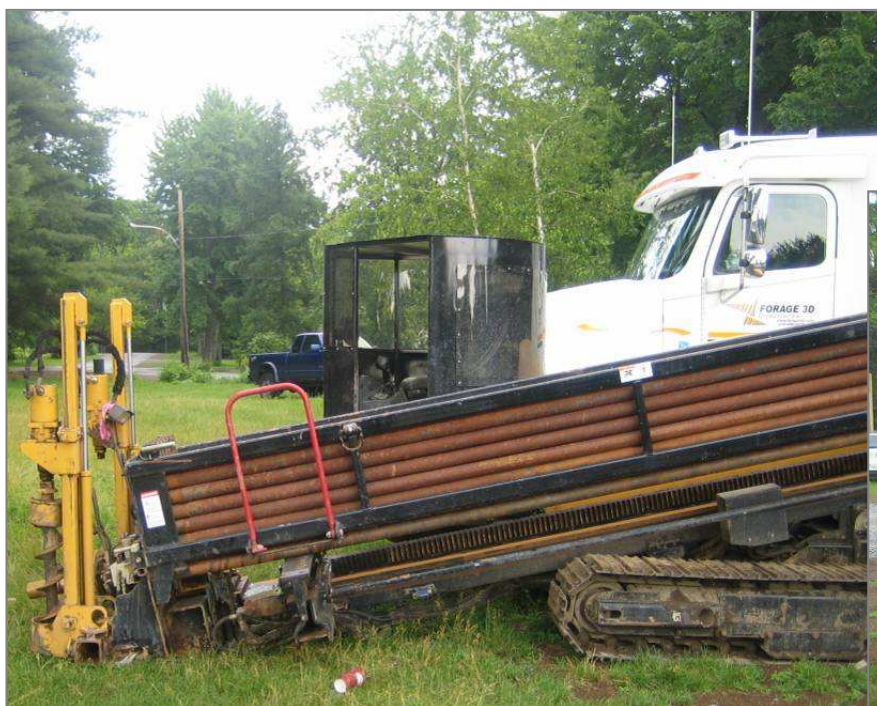
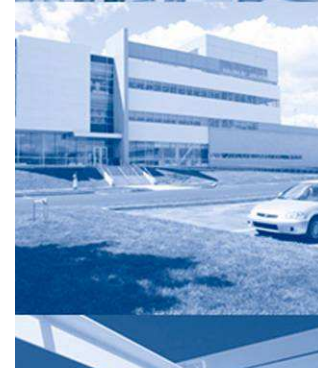
- **Méthode de forage typiquement utilisée en milieu urbain pour :**
 - Enfourer des conduits électriques
 - Installer des gazoducs et aqueducs





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

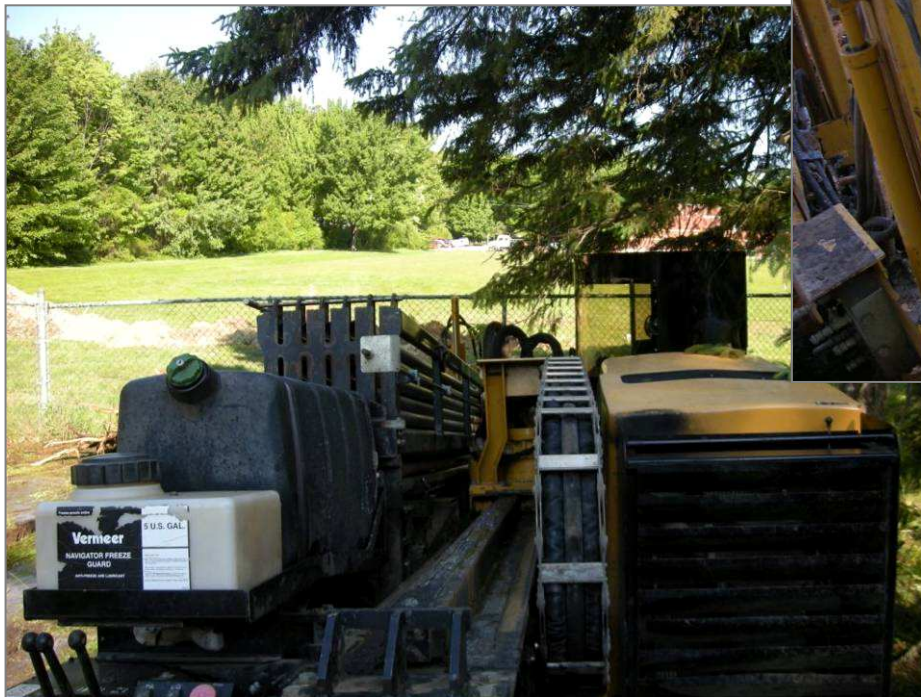
La machinerie





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

La machinerie





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

Lecteur à distance





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

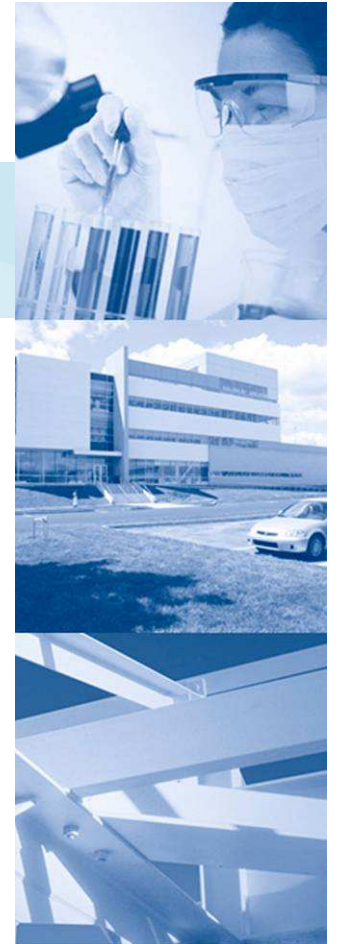
Le terrain





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

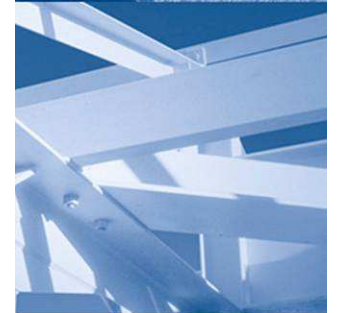
La tranchée





QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

L'entrée au bâtiment

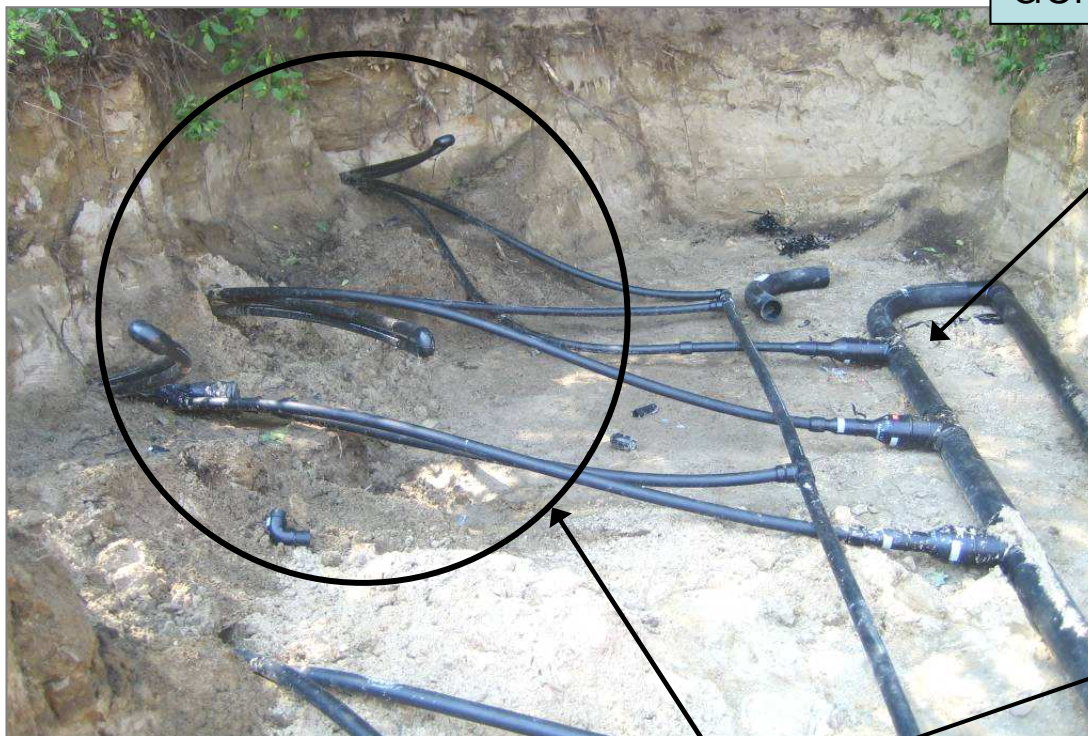




QU'EST-CE QUE LE FORAGE DIRIGÉ

Le collecteur

Retour inversé : 1^{er} alimenté, dernier retourné



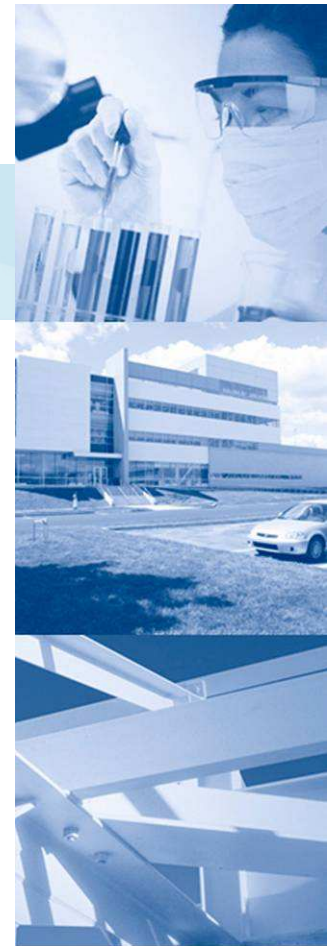
4 passes (double « U »)





LA GÉOTHERMIE HORIZONTALE PAR FORAGE DIRIGÉ

- **Quelques faits sur les forages à Westwood Sr**
 - 32 puits horizontaux
 - 4 tuyaux par puits
 - Longueur totale de forage : 4 500 m (15 000 pi)
 - Profondeur moyenne des puits : 2,5 m (8 pi)
 - Type de sol variant de sable classe A à sable silteux, saturé d'eau, reposant sur une couche d'argile
 - Longueur des tuyaux constituant l'échangeur thermique : 18 000 m (60 000 pi)
 - Diamètre de la tuyauterie dans les puits : 1-1/4





LA GÉOTHERMIE HORIZONTALE PAR FORAGE DIRIGÉ

- **Quelques faits sur les forages à Westwood Sr**
 - Collecteur unique extérieur en retour inversé sans valve (autobalancé)
 - Fluide caloporteur : solution aqueuse de méthanol 15 % vol





COÛTS COMPARÉS

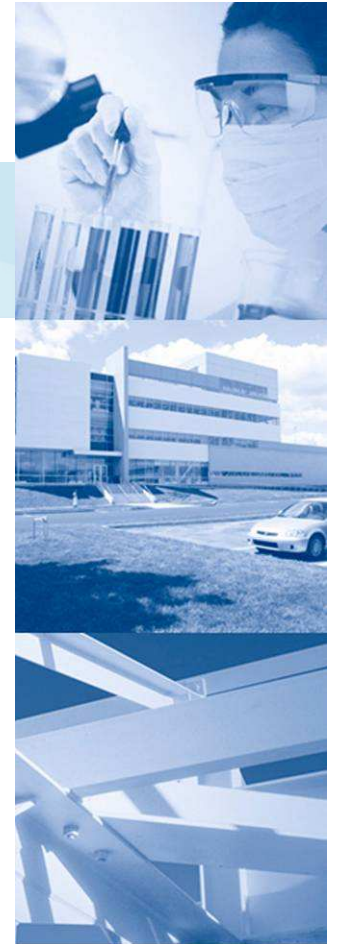
- Comme la conductivité du sable est moins bonne que celle du roc, le ratio utilisé est de 250 pi/tonne (comparativement à 125 pi / tonne en vertical)
- Le coût du forage, incluant la tuyauterie, est de 35 \$/m (comparativement à 65 \$/m en vertical)
- Le rythme de forage a été de 2 à 3 puits de 150 m par jour
 - Le forage a parfois été ralenti par des roches





LOGICIEL DE SIMULATION

- Utilisation du logiciel GLD pour établir la longueur totale de l'échangeur
- Adéquat pour :
 - La géothermie par forage vertical
 - Les applications dans un plan d'eau en boucle fermée
 - Pour des tranchées

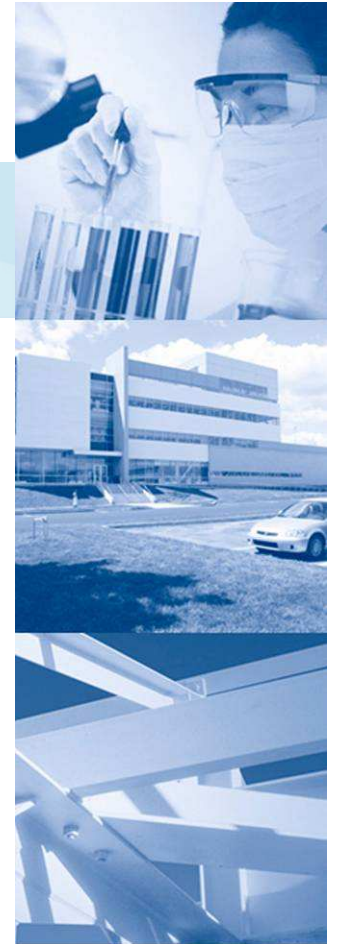




LOGICIEL DE SIMULATION

Pour la simulation du forage dirigé :

- Utilisation de l'application par tranchée
- 4 tuyaux par tranchée, sans séparation
- Profondeur déterminée selon les couches du sol
- Espacement entre les tranchées
- Longueur des puits





LOGICIEL DE SIMULATION

Pourquoi utiliser un logiciel de simulation?

- Type de sol, densité, humidité (%)
- Profondeur moyenne du forage
- Espacement entre les forages
- Type de fluide caloporteur
- Diamètre de la tuyauterie
- 2 ou 4 passes par puits
- Température minimale d'entrée d'eau à la thermopompe
- Type d'utilisation de la thermopompe
 - Balancée (chauffage et climatisation)
 - Asymétrique (un seul mode)
- Quantité de chaleur échangée avec le sol par mois

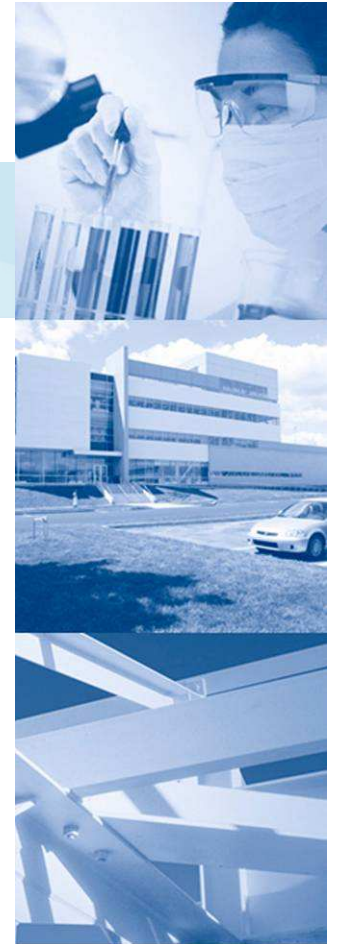
Parce que tous ces facteurs font varier la longueur totale de forage, parfois du simple au double !





LOGICIEL DE SIMULATION

- **Tous ces facteurs sont pris en compte dans GLD**
- **Étude de sensibilité facile**
 - Permet de compenser si un obstacle survient lors des forages



LOGICIEL DE SIMULATION



Ground Loop Design

Geothermal Design Studio

Version 5.3

Premier Edition

Windows

© 2008 Gaea Geothermal, LLC.

Distributed by:



www.groundloopdesign.com

Note: This program was designed
DISCLAIMER: This software is meant only as
otherwise, resulting from the use of this software
user of the software, who must independently
makers and distributors of this software packag-
way, expressed or implied, guarantee the accu-

Ground Loop Design Premier Edition

File View Loads Tools Units Tables Window Help

Zone Manager - Westwood sr - Horizontal

Heat Pumps Loads

Zone 1

Zone 1 Loads Panel

Reference Label: Agrandissement

Design Day Loads

Days / Week per Week	Time of Day	Heat Gains (kBtu/h)	Heat Losses (kBtu/h)
7.0	8 a.m. - Noon	40.0	550.0
	Noon - 4 p.m.	360.0	550.0
	4 p.m. - 8 p.m.	40.0	550.0
	8 p.m. - 8 a.m.	40.0	550.0
Annual Equivalent Full-Load Hours:		300	3600

Heat Pump Specifications at Design Temperature and Flow Rate

Pump Name	#	Cooling Capacity (kBtu/h)	Heating Capacity (kBtu/h)
V360W	3	834.5	724.1
		66.72	70.60
		12.5	3.0
		Flow Rate (gpm)	90.0
		Partial Load Factor	0.43

Flow Rate: 3.0 gpm/ton Unit Inlet (°F): 80.0 30.0

Diffusivity Calculator

Thermal Diffusivity: 1.56 ft²/day

Thermal Conductivity: 1.30 Btu/(h*ft*°F)

Soil/Rock Specific Heat - Dry: 0.200 Btu/(°F*lbm)

Soil/Rock Density - Dry: 100.0 lb/ft³

Moisture (0-20): 0.0 %

Close Check Soil Tables

Horizontal Design Project - Westwood sr - Horizontal

Results Fluid Soil Piping Configuration Extra kW Information

Calculate

	COOLING	HEATING
Total Trench Length (ft):	1264.6	11392.3
Trench Number:	34	34
Single Trench Length (ft):	37.2	335.1
Total Pipe Length (ft):	5058.5	45569.3
Single Trench Pipe Length (ft):	148.8	1340.3
Unit Inlet (°F):	80.0	30.0
Unit Outlet (°F):	90.3	24.6
Total Unit Capacity (kBtu/h):	834.5	724.1
Peak Load (kBtu/h):	360.0	550.0
Peak Demand (kW):	35.8	60.6
Heat Pump EER/COP:	12.5	3.0
System EER/COP:	10.1	2.7
System Flow Rate (gpm):	90.0	137.5

Optional Cooling Tower/Boiler

	Cooling Tower	Boiler
Condenser Capacity (kBtu/h):	0.0	0.0
Cooling Tower Flow Rate (gpm):	0.0	0.0
Cooling Range (°F):	10.0	0.0
Annual Operating Hours (hr/yr):	0	0
Boiler Capacity (kBtu/h):	0.0	0.0

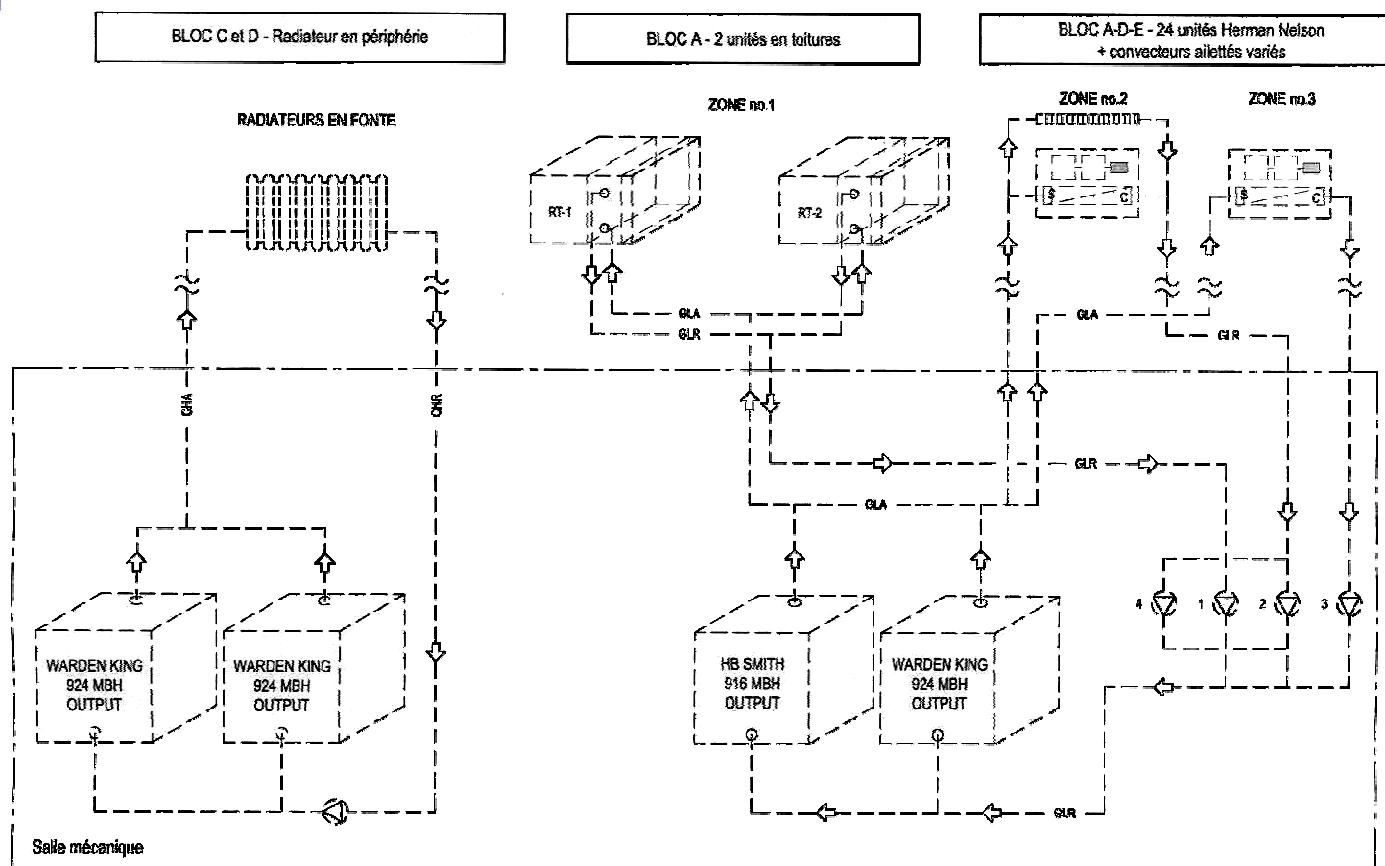
Load Balance

<



PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

■ Chauffage existante





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Différents scénarios sont envisagés

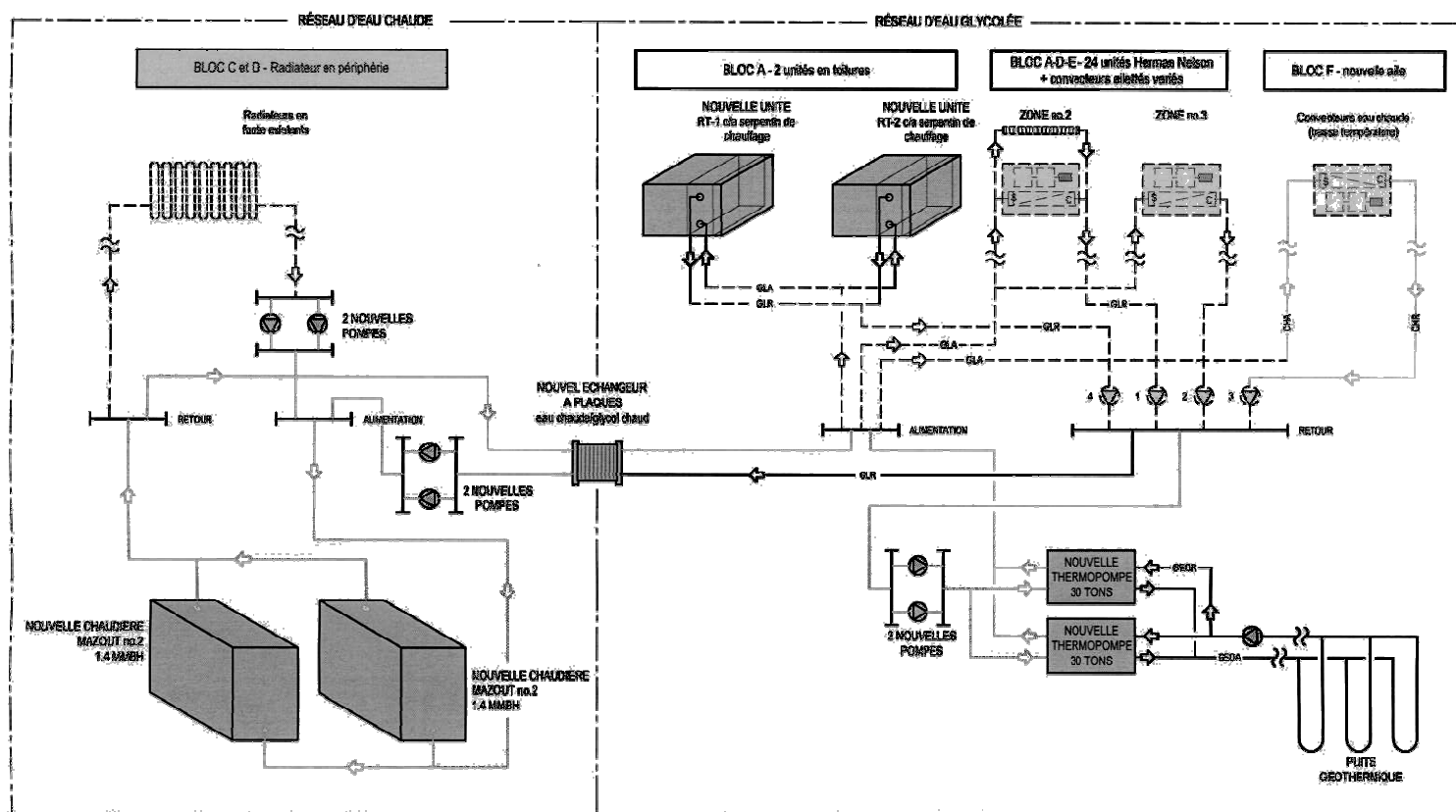
1. Chauffer l'agrandissement avec des plinthes électriques; statu quo dans la partie existante
2. Chauffer l'agrandissement avec des plinthes électriques; remplacer les 4 chaudières existantes par 2 chaudières au mazout à haute efficacité
3. Installer des thermopompes géothermiques pour chauffer et climatiser l'agrandissement et chauffer toute l'école durant les mi-saisons; remplacer les 4 chaudières existantes par 2 chaudières au mazout à haute efficacité





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Nouvelle chaufferie

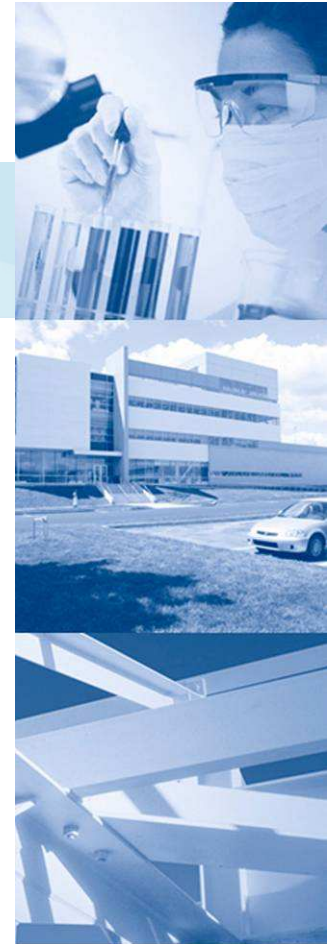




PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Nouvelle chaufferie

- La chaufferie a été repensée entièrement, mais toutes les zones d'origine ont été conservées
- Le concept d'origine d'une pompe par zone a été conservé, mais l'accès au pompe pour l'entretien a été amélioré
- Nouvelle conception permet d'alimenter les zones à la température optimale





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Nouvelle chaufferie





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

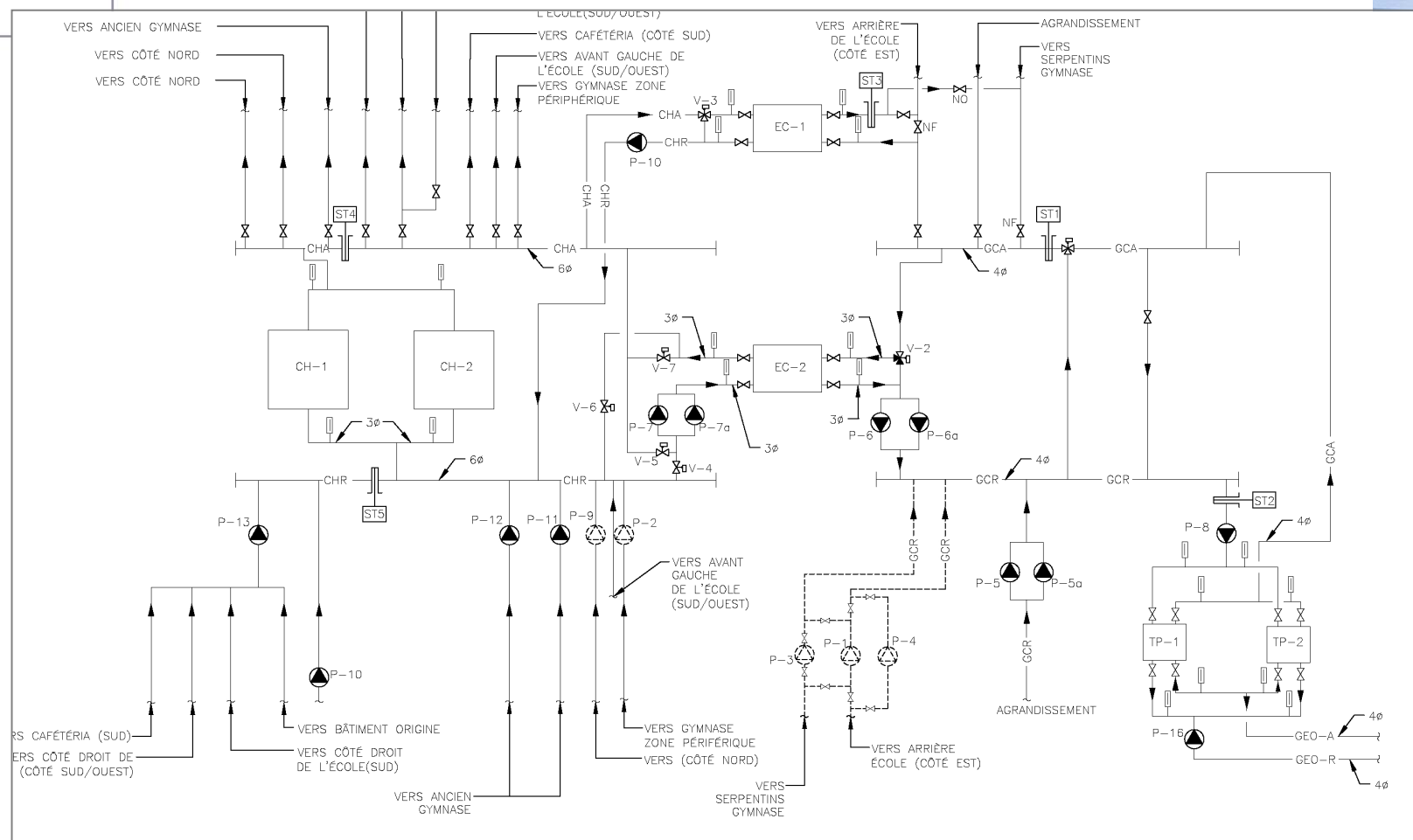
Nouvelle chaufferie





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

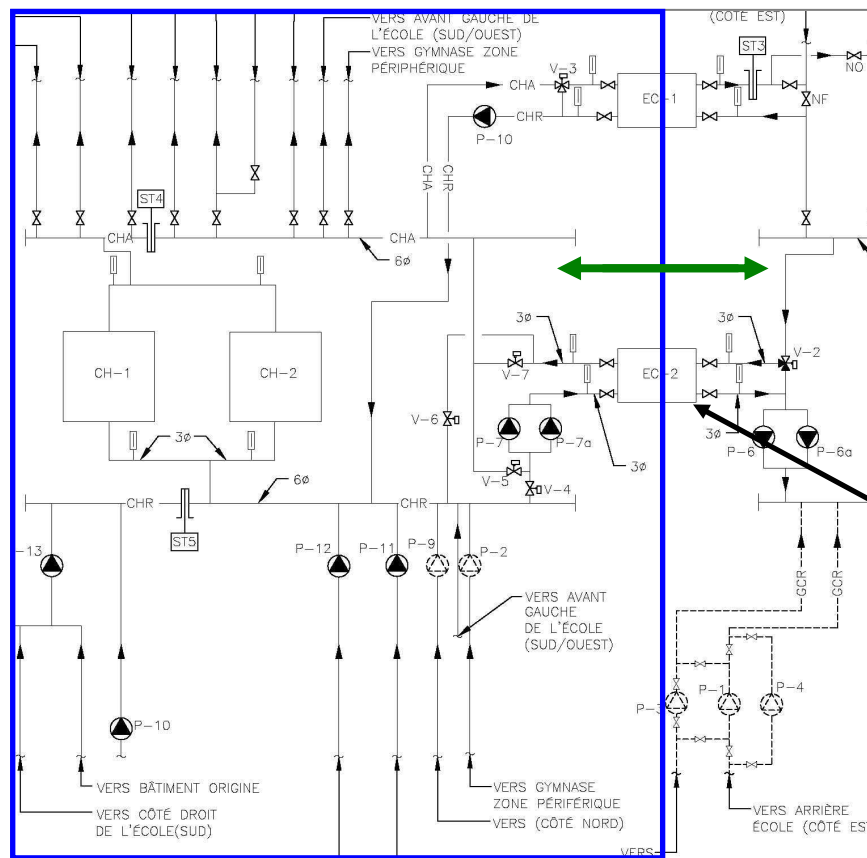
Schéma de contrôle global





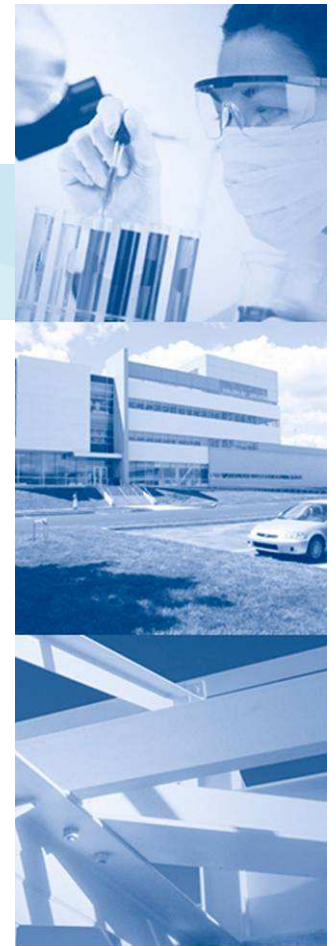
PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Schéma de contrôle – Partie eau chaude



L'échangeur EC-2 peut, selon la saison :

- Chauffer la boucle d'eau chaude
- Aider les thermopompes à satisfaire à la charge de chauffage



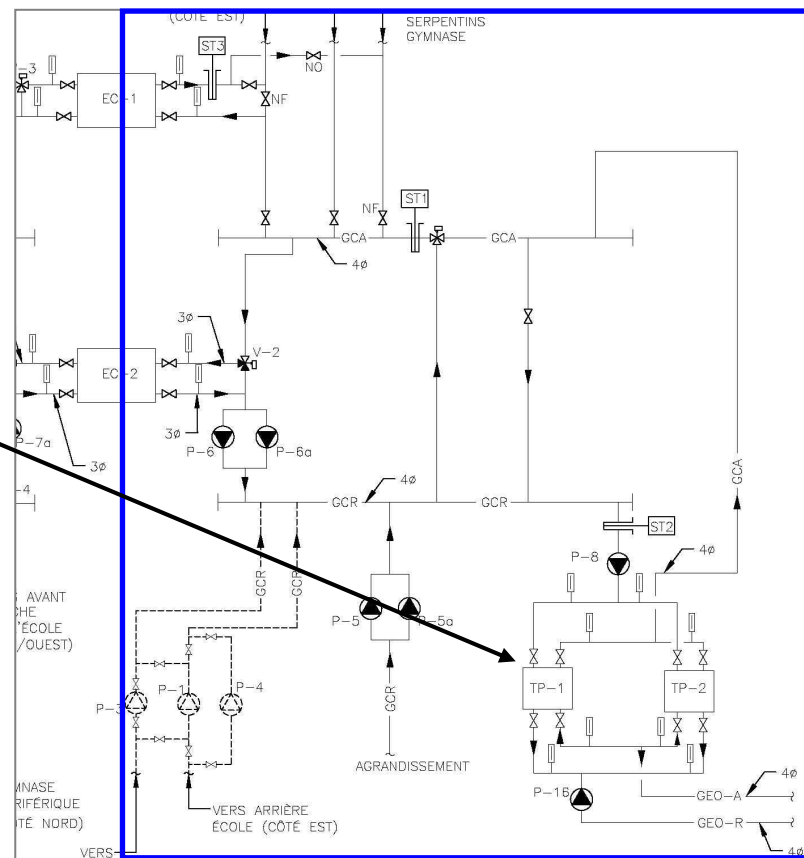


PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Schéma de contrôle – Partie eau glycolée



Les thermopompes peuvent
contribuer au chauffage de
l'eau glycolée toute l'année





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

Agrandissement

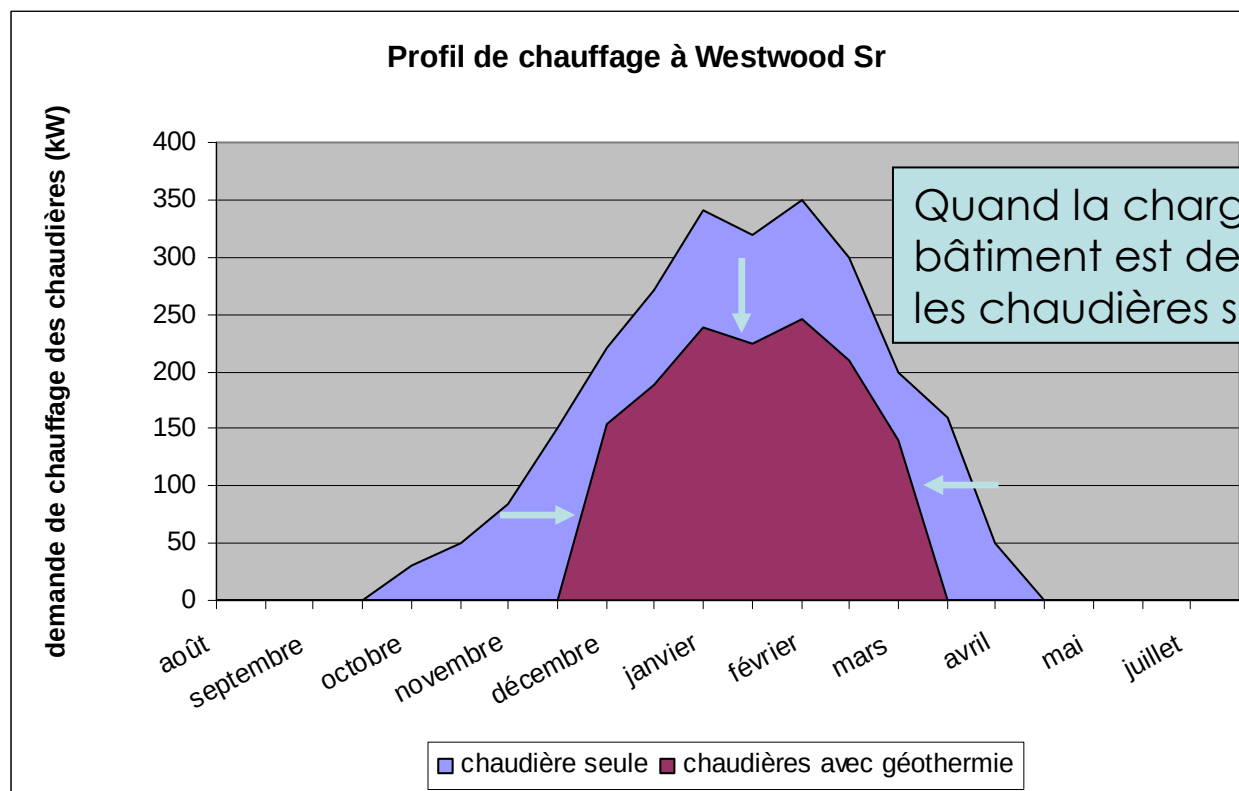
- Pour le CVC de l'agrandissement, des ventiloconvecteurs sont utilisés
 - Sélectionnés pour eau glycolée à 49°C (120°F)
- Le même serpentín fait le chauffage et la climatisation de l'air (système 2 tuyaux)
- L'apport d'air frais se fait classe par classe avec des grilles de transfert vers les corridors pour dépressuriser
- L'évacuation se fait par les toilettes et par un ventilateur d'évacuation d'air des corridors





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

- Les économies d'énergie proviennent
 - diminution des heures de fonctionnement de chaudières
 - diminution de la charge de chauffage due à la géothermie





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

■ Quelques faits et chiffres

- Projet d'agrandissement avec un budget de 4,3 M\$ dont 1 M\$ pour le volet d'efficacité énergétique
- Installation de 2 nouvelles chaudières de 1 700 MBH de capacité nette
 - Dimensionnées pour 100 % de la charge de chauffage
- Installation de 2 thermopompes géothermiques d'une capacité de 30 tonnes de réfrigération chacune
 - Capable de satisfaire à 30 % de la charge de chauffage totale
 - Répond à 60% de la consommation annuelle (kWh-éq)





PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

■ Quelques faits et chiffres

- Consommation de référence de l'agrandissement : 332 000 kWh
- Économie : 170 000 kWh (51%)
- Aides financières : OEE (AEE), MELS et H-Q
 - PEP (H-Q) : 65 000\$
 - Approche produit (H-Q) : 15 000\$ (T12 vers T8)
- Rentabilité (sans taxes, sans financement):
 - 15 ans brut
 - 8 ans avec appuis



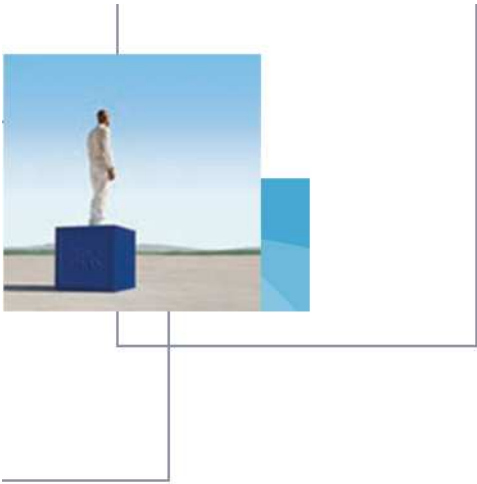


PRÉSENTATION DU CONCEPT DE CVC

■ Quelques faits et chiffres

- Une thermopompe suffit à la climatisation de l'agrandissement
 - Il y a donc de la capacité disponible pour climatiser d'autres secteurs dans le futur
- Mode occupé/inoccupé par horaire et par des détecteurs d'occupation
 - Air neuf = charge de chauffage et de climatisation importante; les volets d'air frais ferment lorsqu'il n'y a pas d'occupation





**MERCI
DE VOTRE ATTENTION**

