Section 23 21 13.33

**Tubes en boucle souterraine pour pompe à chaleur**

**(Système d’échange de chaleur en boucle géothermique RAUGEO)**

*Ce projet de spécification concerne les systèmes de tubes en boucle souterraine pour pompe à chaleur. REHAU fournit ces systèmes sous l’appellation Systèmes d’échange de chaleur en boucle géothermique RAUGEO.*

*Ce projet de spécification est conçu seulement pour aider les architectes et les ingénieurs à rédiger la spécification finale et n’est pas conçu pour substituer au jugement reconnu d’un architecte ou d’un ingénieur. L’architecte/l’ingénieur sera responsable de convertir ce projet de spécification en spécification finale conforme aux besoins fonctionnels et esthétiques du client ainsi qu’à tous les codes applicables.*

1re partie - Généralités

* + - 1. Sommaire
1. Les systèmes d’échange de chaleur en boucle géothermique, figurant sur les dessins et les calendriers, doivent inclure ce qui suit :

Tubes en polyéthylène réticulé (PEXa).

Manifolds de distribution avec vannes d’équilibrage et vannes de réglage de débit, au besoin.

Raccords tube-manifold à filetage NPT.

Raccords pour expansion à froid utilisant des manchons à compression en métal.

Raccords d’électrofusion.

Supervision et travail de génie sur place requis pour assurer le fonctionnement complet et approprié du système.

* + - 1. Sections connexes
1. Section 23 21 23 – Pompes hydroniques
2. Section 31 20 00 – Terrassement : Excavation et remblayage
	* + 1. Références
3. Les publications énumérées dans ce document font partie de cette spécification dans la mesure où on y fait référence. Si aucune édition spécifique de la norme ou de la publication n’est identifiée, l’édition courante s’appliquera.
4. ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers

Ground-Source Heat Pumps: Design of Geothermal Systems for Commercial and Institutional Buildings (Textbook by Kavanaugh and Rafferty)

1. ASTM – American Society for Testing and Materials

ASTM D2513 – Standard Specification for Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing, and Fittings

ASTM F876 – Standard Specification for Crosslinked Polyethylene (PEX) Tubing

ASTM F877 – Standard Specification for Crosslinked Polyethylene (PEX) Plastic Hot- and Cold-Water Distribution Systems

ASTM F1055 – Standard Specification for Electrofusion Type Polyethylene Fittings for Outside Diameter Controlled Polyethylene Pipe and Tubing

ASTM F2080 – Standard Specification for Cold-Expansion Fittings With Metal Compression-Sleeves for Cross-Linked Polyethylene (PEX) Pipe

1. CEN – European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation)

EN 1555-3 – Plastic piping systems for the supply of gaseous fuels. Polyethylene (PE). Fittings

1. CSA – Canadian Standards Association (Association canadienne de normalisation)

CSA B137.5 – Cross-Linked Polyethylene (PEX) Tubing Systems for Pressure Applications (Tubes et raccords en polyéthylène réticulé (PEX) pour conduites sous pression)

CSA C448 – Design and Installation of Earth Energy Systems (Conception et installation des systèmes d’énergie du sol)

1. DIN – German Institute for Standardization (Deutsches Institut für Normung)

DIN 16892 – Crosslinked high-density polyethylene (PE-X) pipes - General quality requirements and testing

DIN 16893 – Crosslinked high-density polyethylene (PE-X) pipes – Dimensions

1. ICC – International Code Council
2. IGSHPA – International Ground Source Heat Pump Association

Closed-Loop / Ground Source Heat Pump Systems, Design and Installation Standards

1. ISO – International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)

ISO 15875-1:2003 – Plastic piping systems for hot and cold water installation - Crosslinked polyethylene (PE-X) - Part 1: General (Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide - Polyéthylène réticulé (PE-X) - Partie 1 : Généralités)

ISO 15875-2:2003 – Plastic piping systems for hot and cold water installation - Crosslinked polyethylene (PE-X) - Part 2: Pipes (Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide -- Polyéthylène réticulé (PE-X) - Partie 2: Tubes)

ISO 15875-3:2003 – Plastic piping systems for hot and cold water installation - Crosslinked polyethylene (PE-X) - Part 3: Fittings (Systèmes de canalisations en plastique pour les installations d'eau chaude et froide -- Polyéthylène réticulé (PE-X) - Partie 3: Raccords)

ISO 9001 – Quality Management Systems - Requirements (Systèmes de management de la qualité – Exigences)

ISO 14531-2 – Plastic pipes and fittings - Crosslinked polyethylene (PE-X) pipe systems for the conveyance of gaseous fuels. Fittings for heat-fusion joining (Tubes et raccords en matières plastiques -- Systèmes de tubes en polyéthylène réticulé (PE-X) pour le transport de combustibles gazeux -- Série métrique -- Spécifications -- Partie 2: Raccords pour assemblage par fusion)

* + - 1. Définitions
1. « La portion en boucle fermée (échange de chaleur en boucle géométrique) d’un système de pompe à chaleur géothermique comprend un long tube en plastique enfoui sous la surface du sol. Ce tube en plastique est enfoui dans le sol ou raccordé dans le sol pour permettre le transfert de chaleur entre les fluides et le sol. La pompe à chaleur transfert l’énergie thermique vers et à partir d’un tube enfoui fermé et la charge thermique du bâtiment. Le système comprend un tube enfoui en boucle fermée, une pompe à chaleur pour récupération d’énergie sur boucle d’eau et un système de distribution à air (ou à eau) servant à diriger l’air (ou l’eau) chauffé ou refroidi vers des endroits spécifiques dans le bâtiment ». (Guide d’installation de l’IGSHPA, page 1).
2. Le polyéthylène réticulé, connu sous l’abréviation PEX, est fait d’un polyéthylène de haute densité (HDPE). La réticulation se produit durant le processus de fabrication. La réticulation améliore les propriétés physiques et mécaniques du polymère. Les propriétés de températures élevées sont améliorées. La résistance chimique est accrue grâce à la résistance à la dissolution. Les propriétés de basses températures sont également améliorées; la résistance aux chocs et à la traction, la résistance aux égratignures et à la rupture de fragilité sont accrues. Le degré requis de réticulation, conformément à la norme ASTM F876 se situe entre 70 et 89 %. Cette spécification exige que le PEX soit désigné en tant que PEXa et fabriqué conformément à la méthode de peroxyde haute pression.
	* + 1. Documents à soumettre
3. Se conformer à la Section 01 33 00, Procédures relatives aux documents à soumettre. L’approbation et/ou l’acceptation de tous les documents à soumettre est exigée avant la fabrication.
4. Données sur le produit : Soumettre le manuel technique du fabricant, les formulaires à remplir, les coupures de catalogue, les brochures, les spécifications et les directives d’installation. Soumettre des données suffisamment détaillées pour confirmer la conformité aux documents contractuels.

Soumettre les directives d’installation du fabricant.

Soumettre les données relatives à l’équipement, aux raccords, aux attaches et aux éléments connexes requis pour l’installation des tubes et des manifolds.

1. Soumettre une conception informatisée d’un système d’échange de chaleur en boucle géothermique indiquant la longueur totale de tube requise, la configuration de la boucle géothermique (c.-à-d. trou de forage, tube horizontal simple, hélicoïdal, horizontal, etc.), le diamètre du tube, la séparation du trou de forage ou de la tranchée, la conductivité et la diffusivité thermique souterraine et les températures d’eau à l’entrée et à la sortie. Les calculs de conception d’échange de chaleur en boucle géothermique doivent être réalisés à l’aide d’un logiciel reconnu par l’industrie.
2. Dessins : Fournir des plans à l’échelle pour tous les secteurs d’installation.

Indiquer les dimensions, les descriptions des matériaux, la construction en général, les raccordements des composants et les procédures d’installation.

Indiquer la conception, la disposition du système, incluant l’équipement, les dimensions critiques et/ou les détails relatifs aux tubes et à la pénétration de la dalle et à la protection des tubes PEXa exposés.

1. Directives relatives à l’entretien : Soumettre les directives pour l’entretien.
	* + 1. Assurance qualité
2. Se conformer à la Section 01 43 00, Assurance qualité
3. Fabricant : Doit être une entreprise spécialisée dans les travaux relatifs à cette Section avec une expérience démontrée de 5 ans minimum.
4. Tous les composants doivent être fournis par un seul fabricant.
5. Les tubes doivent être fabriqués dans une usine dont le système de management de la qualité est certifié ISO 9001.
6. Les tubes et les raccords doivent être approuvés par l’IGSHPA.
	* + 1. Livraison, entreposage et manutention
7. Se conformer à la Section 01 60 00, Exigences relatives aux produits.
8. Livrer et entreposer les tubes et l’équipement dans des conteneurs de transport étiquetés.

Les tubes doivent être conservés dans leur emballage d’expédition original jusqu’à leur installation.

1. Entreposer les tubes et l’équipement dans un endroit sûr, sec, fermé, couvert et bien aéré.

Ne pas exposer les tubes aux rayons ultraviolets qui dépassent les limites d’exposition recommandées par le fabricant.

Protéger les tubes et les manifolds de toute infiltration de contaminants. Installer des bouchons appropriés aux extrémités de tubes ouvertes jusqu’à leur installation.

Lorsque cela est possible, raccorder les tubes aux manifolds assemblés pour éliminer le risque de contaminants et de jonctions fautives.

Les tubes ne doivent pas être traînés sur le sol ou sur d’autres surfaces et doivent être entreposés sur une surface plane sans rebords coupants.

1. Protéger les matériaux des dommages causés par les autres gens de métier.
2. Les tubes doivent être protégés de l’huile, de la graisse, de la peinture, des rayons du soleil directs et des autres éléments, tel que recommandé par le fabricant.
	* + 1. Garantie
3. Fournir une garantie écrite standard du fabricant.

Réparer les défaillances causées par des matériaux défectueux ou une mauvaise qualité d’exécution qui sont apparues durant la période de la garantie ou prévoir leur remplacement par des matériaux neufs offerts sans frais au propriétaire.

Fournir une garantie de l’installateur, s’il y a lieu.

2e partie - Produits

* + - 1. Fabricant acceptable
1. Système d’échange de chaleur en boucle géothermique RAUGEOMC pour les applications géothermiques, tel que fabriqué par REHAU, 1501 Edwards Ferry Road, NE; Leesburg, VA 20176; courriel : rehau.mailbox@rehau.com; site Web : www.rehau.com; les produits et l’équipement étant basés sur ces spécifications.
2. Aucune substitution n’est permise.
	* + 1. Tubes
3. Le tube d’échange de chaleur en boucle géothermique doit être fabriqué en polyéthylène réticulé haute densité à l’aide de la méthode de réticulation (PEXa) au peroxyde haute pression. Le tuyau doit être conforme aux normes (a) ASTM F876 et ASTM F877 et (b) CSA B137.5 et (c) CSA C448 ou (d) ISO 15875-1:2003, 15875-2:2003 ou (e) DIN 16892 et 16893
4. Le tube doit être spécifié pour un fonctionnement en continu à une pression effective de 690 kPa (100 psi) à une température de 82°C (180°F) et à une pression effective de 1,103 kPa (160 psi) à une température de 23°C (73,4°F).
5. Échangeur de chaleur horizontal :

Le rayon de pliage minimum pour le pliage à froid du tube ne doit pas être inférieur à cinq (5) fois son diamètre extérieur. Des pliages plus serrés que cette valeur minimale nécessiteront un gabarit de pliage fourni par le fabricant des tubes et de l’air chaud.

Le rayon de pliage minimum pour le pliage à froid du tube ne doit pas dépasser cinq (5) fois son diamètre extérieur.

1. Échangeur de chaleur à trou de forage vertical :

L’extrémité de l’échangeur de chaleur à trou de forage vertical doit être fabriquée à partir d’un seul tube continu sans aucun joint dans le trou de forage ou doit être fabriqué à partir de composants enduits d’acier inoxydable fabriqués conformément à la norme ASTM F2080.

Le rayon de pliage minimum au niveau de l’extrémité de l’échangeur de chaleur à trou de forage vertical ne doit pas dépasser deux fois le diamètre extérieur du tube.

L’échangeur de chaleur à trou de forage vertical doit être un système à raccord en U simple ou à raccord en U double comprenant deux raccords en U simples raccordés ensemble.

L’extrémité de l’échangeur de chaleur à trou de forage vertical doit être recouverte d’une résine de GRP ou d’un enduit en caoutchouc.

* + - 1. Raccords
1. Tous les raccords enfouis doivent avoir une conception permanente.
2. Les raccords à manchon à compression pour expansion à froid doivent être certifiés par une tierce partie et conformes aux normes ASTM F2080 et CSA B137.5.
3. Les raccords à manchon à compression pour expansion à froid doivent être fabriqués en laiton ou en acier inoxydable et fournis par le fabricant de tubes conformément à un système catalogué éprouvé.
4. Tous les raccords d’électrofusion conçus pour les applications d’échange de chaleur en boucle géothermique doivent être conformes à ASTM F1055 ou EN 1555-3.
	* + 1. Manifolds
5. Matériel : Les manifolds de distribution doivent être fabriqués en laiton ou en polypropylène et fournis par le fabricant de tubes conformément à un système catalogué éprouvé.
6. Les manifolds en laiton doivent être fabriqués à partir d’un tube rond en laiton extrudé avec des trous taraudés pour les raccordements et être préassemblés par le fabricant. Tous les manifolds utilisés doivent avoir subi un essai de pression d’air par le fabricant et ne doivent présenter aucune fuite.
7. Les manifolds en polypropylène doivent être fabriqués à partir d’un tube SDR 11 en polypropylène extrudé comprenant une couche de fibre pour résister à l’expansion thermique. Les trous doivent être taraudés pour les raccordements. Les orifices de sortie doivent être soudés par fusion sur le corps du manifold avec des fils en laiton intégrés pour le raccordement au champ du trou de forage. Le soudage par fusion doit être réalisé en usine pour assurer la qualité du manifold. Le manifold doit être fourni par le fabricant avec tous les composants testés sous pression et ne démontrant aucune présence de fuite.
8. Équilibrage des manifolds

Lorsque la conception l’exige, les manifolds doivent être munis de vannes d’isolement de manifold d’alimentation et de retour, de boîtiers de thermomètre et de manomètre et d’orifices de purge d’air et de remplissage.

Lorsque la conception l’exige, chaque circuit doit être fourni avec des vannes d’isolement de circuit, des débitmètres et des raccords de manchon à compression pour expansion au froid se raccordant au tuyau PEXa approuvé par l’IGSHPA.

3e partie - Mise en œuvre

* + - 1. Installateurs acceptables
1. L’installation doit être effectuée par des travailleurs qualifiés qui ont reçu une formation relativement aux procédures des systèmes d’échange de chaleur en boucle géothermique et qui possèdent une certification IGSHPA.
	* + 1. Inspection
2. Inspecter tous les secteurs et toutes les conditions en vertu desquelles le travail requis pour ce Section sera réalisé. Corriger toutes les conditions nuisant à l’achèvement approprié et en temps opportun du travail. Ne pas travailler avant que les conditions insatisfaisantes soient corrigées.
3. Le début de l’installation signifie l’acceptation des conditions existantes.
	* + 1. Essai de conductivité thermique
4. Un essai de conductivité thermique du sol doit être réalisé conformément à la norme de l’IGSHPA Closed-Loop / Geothermal Heat Pump Systems, Design & Installation Standards, 2008 (Normes de conception et d’installation des systèmes de pompe à chaleur géothermique / en boucle fermée).
	* + 1. Préparation
5. Avec les gens de métiers concernés et conformément aux recommandations du fabricant, assurer la coordination de l’installation en tenant compte des activités suivantes :

Forage

Excavation

Fusion des tubes

Emplacement de la pompe à chaleur

* + - 1. Installation
1. Installer conformément au manuel d’installation publié du fabricant et/ou aux directives publiées et aux dessins d’atelier finaux.
2. Installer les manifolds aux endroits préparés précédemment ou dans les armoires préinstallées, s’il y a lieu. Les manifolds doivent être installés de niveau, dans la mesure du possible, et le dispositif de ventilation doit se situer dans la section la plus élevée.
3. Acheminer les tubes de manière ordonnée conformément à la disposition et à l’espacement sur les dessins d’atelier finaux.
4. Au niveau des raccordements et des raccords, utiliser un coupe-tube en plastique pour effectuer des coupes droites et nettes et raccorder les tubes immédiatement ou poser un bouchon aux extrémités du tube pour prévenir l’infiltration de contaminants. Lorsque des raccords de manchon à compression sont installés dans le sol, ils doivent être enveloppés d’un matériel thermorétractable approuvé par le fabricant.
5. Les tubes qui doivent passer dans des joints d’expansion doivent être recouverts d’un manchon de protection spiralé en polyéthylène (conduit flexible) dépassant de 40 cm (15 pouces) de chaque côté du joint. Le manchon doit être fixé solidement sur le tube pour empêcher tout mouvement durant l’installation de la masse thermique.
6. Aux endroits où le tube sort de la masse thermique, un conduit protecteur doit être posé autour du tube en laissant le conduit se prolonger d’au moins de 15 cm (6 pouces) dans le plancher et dépasser d’au moins 15 cm (6 pouces). Pour les pénétrations au niveau des manifolds, utiliser des guides de pliage en PVC rigide fixés solidement pour prévenir les mouvements.
7. Lors de l’installation de chaque circuit de tube, raccorder le tube à la sortie de manifold appropriée et enregistrer la longueur du tube pour l’équilibrage. Si le manifold n’est pas installé, mettre un bouchon sur l’extrémité du tube et étiqueté les numéros de circuit du tube en ajoutant la lettre S pour alimentation (supply) et la lettre R pour retour (return). Raccorder les tubes au manifold le plus rapidement possible et enregistrer les longueurs de circuit. Les circuits doivent être étiquetés pour indiquer la longueur du circuit et le secteur desservi.
	* + 1. Contrôle de la qualité sur le chantier
8. Remplissage, essai et équilibrage : Les essais des systèmes d’échange de chaleur en boucle géothermique doivent être conformes aux exigences des autorités compétentes et, si requis, doivent être effectués en présence d’un dirigeant du bâtiment.
9. Les manomètres utilisés doivent montrer échelle de pression de 6,89 kPa (1 psi) et doivent être situés aux points les plus bas du système de distribution ou à proximité de ces derniers.
10. Essai de pression d’air

Remplir les tubes installés mais pas encore enfouis avec de l’air à une pression minimum de 275 kPa (40 psi).

Ne pas excéder 1034 kPa (150 psi).

Utiliser un détecteur de gaz liquide ou une solution savonneuse pour vérifier la présence de fuite au niveau des raccords de manifold.

1. Essai de pression d’eau

Purger l’air des tubes.

Remplir les tubes installés mais pas encore enfouis avec de l’eau.

Prendre les mesures requises pour empêcher l’eau de geler.

Vérifier la présence de fuites dans le système, surtout au niveau des joints de tube.

1. Effectuer un essai de pression préliminaire en mettant le système sous pression soit à 1,5 fois la pression de service maximum ou à 689 kPa (100 psi) pendant 30 minutes, selon la valeur la plus élevée.

Au fur et à mesure que le tube prend de l’expansion, rétablir la pression 10 minutes après le début de l’essai puis 20 minutes après le début de l’essai.

À la fin de l’essai préliminaire de 30 minutes, la pression ne doit pas baisser de plus de 55 kPa (8 psi) à partir de la valeur maximum et il ne doit y avoir aucune fuite.

1. Après avoir réussi l’essai préliminaire, effectuer immédiatement l’essai de pression principal.

L’essai de pression principal doit durer au moins 2 heures.

La pression d’essai doit être rétablie et ne doit pas baisser de plus de 20 kPa (3 psi) après 2 heures.

Aucune fuite ne doit être détectée.

* + - 1. Protection
1. Protéger l’installation durant tout le processus de construction jusqu’à la date de fin.
2. Remplacer les composants qui ne peuvent pas être réparés.

FIN DE LA SECTION