

# MORTIER GÉOTHERMIE D'INJECTION-LIANT



**Küchler**  
Technik

[kuechler-technik.ch](http://kuechler-technik.ch)

# MORTIERS D'INJECTION - LIANTS

**VUE D'ENSEMBLE GÉOTHERMIE**

 = convient


 = notre recommandation

## LIANT

à consistance de ciment

## CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE

&gt; 2.0 Wmk

1.0 – 2.0 Wmk

## RÉSISTANCE

Résistance précoce élevée

Résistance finale basse

## PROPRIÉTÉS

Compensation de retrait

Comportement thixotrope

Temps d'utilisation

Faible affaissement

Résistant aux sulfates

Résistant au gel

Rendement élevé.

## PROFONDEUR DE SONDE

Masse volumique kg / ℓ

Profondeur de sonde max.  
sans sonde renforcée en mètresProfondeur de sonde max.  
sans coiffe en mètres

Colmatage d'eaux artésiennes

## LIVRAISON

Sac

BIGBAG

en vrac / silo

Disponible départ usine

Disponible départ Kriens

## MISE EN ŒUVRE

Pompe K MUNGG® / Fräschu

Malaxeur colloïdal

	K ZEO-THERM 2.0	K INJEKATHERM 100	K INJEKATHERM 102	K INJEKATHERM 110	K INJEKATHERM 150	K ZEO-THERM 1.0	FLOW&FILL	K MORTIER D'INJECTION
LIANT	à consistance de ciment							
CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE	> 2.0 Wmk							
	1.0 – 2.0 Wmk							
RÉSISTANCE	Résistance précoce élevée							
	Résistance finale basse							
PROPRIÉTÉS	Compensation de retrait							
	Comportement thixotrope							
	Temps d'utilisation							
	Faible affaissement							
	Résistant aux sulfates							
	Résistant au gel							
	Rendement élevé.							
	PROFONDEUR DE SONDE							
Masse volumique kg / ℓ	1.53	1.55	1.54	1.45	1.25	1.55	1.55	2.00
Profondeur de sonde max. sans sonde renforcée en mètres	400	340	340	400	700	340	340	200
Profondeur de sonde max. sans coiffe en mètres	150	120	120	160	320	120	120	80
Colmatage d'eaux artésiennes								
LIVRAISON	Sac							
	BIGBAG							
	en vrac / silo							
	Disponible départ usine							
	Disponible départ Kriens							
MISE EN ŒUVRE	Pompe K MUNGG® / Fräschu							
	Malaxeur colloïdal							

CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE ÉLEVÉE &gt; 2.0 WMK

# ZEO-THERM 2.0

POUR LE REMPLISSAGE DE SONDÉS GÉOTHERMIQUES

## Utilisation

ZEO-THERM 2.0 est un liant hydraulique spécial produit en usine, pour une utilisation géothermique avec des exigences élevées. Il sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde thermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

## Propriétés

- Il se distingue par sa bonne conductibilité thermique (> 2.0 Wmk), son bon rendement et un faible affaissement.
- Il résiste aux sulfates et au gel
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3
- Grâce à une suspension légère, il convient idéalement pour le remplissage de sondes géothermiques profondes
- Grâce à ses bonnes aptitudes de pompage et à sa viscosité, il peut être pompé sans problème sur de grandes distances
- Sans retrait, il peut être injecté sous pression dans les sections les plus petites
- Comme le ciment, il libère de l'hydroxyde de calcium lors de l'hydratation, ce qui veille à la protection anticorrosion alcaline
- Ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines
- Dans la recherche d'éluats selon l'ordonnance sur l'eau potable, la compatibilité écologique est prouvée

## Mise en œuvre

Est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans les deux heures.



## Composition

ZEO-THERM 2.0 est un liant hydraulique produit en usine à base de matériaux naturels comme de la phonolithe pilée, du ciment et des adjuvants naturels pour augmenter la conductibilité thermique.

## Livraison

En sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac en silo

## Stockage

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

## conductivité thermique

Méthode de mesure : Conductivité thermique Scanner de Lippmann & Rauen GbR  
Mesure après saturation de l'échantillon

Contenu du sac		25 kg	
Granulation		0.0 – 0.1 mm	
Rendement	par sac	env. 29 ℓ	E/S0.80
	par tonne	env. 1 176 ℓ	E/S0.80
Adjonction d'eau	par sac	env. 20 ℓ	E/S0.80
	par tonne	800 ℓ	E/S0.80
Conductibilité thermique	sec	> 2.0 W/mK	E/S0.80
Masse volumique en vrac		850 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique du mortier frais		1.53 kg/ℓ	E/S0.80

# MORTIER THERMIQUE VS MORTIER AU QUARTZ

Dans l'exemple suivant, on fait une comparaison dans le domaine de la géothermie de l'efficacité d'un mortier à base de quartz (ci-après mortier au quartz <9 et d'un mortier à base de ciment avec des adjuvants sans quartz (ci-après mortier thermique).

## Prix

Mortiers en comparaison de prix directe (CHF/tonne) avec un mortier thermique. D'autres points de vue sont à prendre en considération pour une évaluation complète de l'efficacité.

<b>Rendement</b>		<b>Mortier thermique</b>	<b>Mortier au quartz</b>
Quantité par m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	823	1 520
Sacs de 25 kg par m <sup>3</sup>	Pièces	33	61
Rendement	ℓ/t	1 212	700
Rendement	%	173	100
<b>Usure</b>			
Longévité des pompes	h	Ø 205*	Ø 60

## Frais cachés

Manutention des sacs sur le chantier:

75 % de sacs de mortiers au quartz en plus par rapport au mortier thermique. La conséquence:

- Charge accrue pour les collaborateurs, efficacité
- Manutention accrue des palettes
- Plus de travail de déchargement des camions (en moyenne, on décharge 25 t en 1.5 h)
- Plus de frais d'élimination des sacs
- Plus d'heures-machine, plus d'heures de main-d'œuvre

## Aspects environnementaux /de santé

Grâce à une densité apparente faible et au meilleur rendement du mortier thermique par rapport au mortier au quartz, on économise des frais de transport et on réduit les émissions de CO<sub>2</sub> nocives.

Les poussières fines de quartz sont nocives pour la santé et peuvent provoquer un cancer des poumons (silicose).

## Résultat

Compte tenu du bien meilleur rendement du mortier thermique, le prix d'achat plus favorable du mortier au quartz est très rapidement compensé. Si le prix d'achat du mortier au quartz est p. ex. de CHF 350.– la tonne, le comparaison de prix pour le mortier thermique de CHF 350.– la tonne ne vaut que pour le prix (CHF 350.– x 1.73 = CHF 612.50)

Il ne faut en aucun cas négliger les frais d'usure. Ces frais sont 3 à 4 fois plus bas que pour le mortier thermique. Il faut aussi tenir compte des temps d'immobilisation pour les réparations et un remplacement plus fréquent de pièces détachées.

Trop souvent, on néglige de prendre en compte les frais cachés dans la planification d'un chantier. Au moment du décompte final, on constate que les frais de main-d'œuvre et d'élimination des déchets sont loin d'être négligeables.

## LE CLASSIQUE

**K INJEK THERM 100****POUR LE REMPLISSAGE DE SONDES GÉOTHERMIQUES****Utilisation**

K INJEK THERM 100 est un mortier fabriqué en usine, destiné à l'utilisation dans la géothermie. Il sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde géothermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

**Propriétés**

- Il se distingue par sa bonne conductibilité thermique, son bon rendement et un faible affaissement.
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3 pour sondes géothermiques
- Grâce à une suspension légère, il convient idéalement pour le remplissage de sondes géothermiques profondes
- Il est facile à malaxer et grâce à ses bonnes aptitudes de pompage et à sa viscosité, il peut être pompé sans problème sur de grandes distances
- Il est sans retrait
- Il ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines

**Mise en œuvre**

Est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG G®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans les deux heures.

**Composition**

K INJEK THERM 100 est un mortier fabriqué en usine à base de matériaux naturels comme le ciment et la bentonite.

**Livraison**

en sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac en silo

**Stockage**

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

Contenu du sac		25 kg	
Granulation		0.0 – 0.1 mm	
Rendement	par sac	env. 25 ℓ	E/S0.65
	par tonne	env. 1 000 ℓ	E/S0.65
Adjonction d'eau	par sac	16 ℓ	E/S0.65
	par tonne	640 ℓ	E/S0.65
Résistance à la compression	7 j	1 N/mm	E/S0.25
	30 j	2 N/mm	E/S0.25
Conductibilité thermique	sec	0.9 W/mK	
	humide	2.0 W/mK	
Masse volumique du mortier frais		1.55 kg/ℓ	E/S0.65

# K INJEK THERM 102

## POUR LE REMPLISSAGE DE SONDÉS GÉOTHERMIQUES

### Utilisation

K INJEK THERM 102 est un mortier fabriqué en usine pour utilisation dans la géothermie. Il sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde géothermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

### Propriétés

- Il se distingue par sa bonne conductibilité thermique, son bon rendement et un faible affaissement.
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3 pour sondes géothermiques
- Il est facile à malaxer et grâce à ses bonnes aptitudes de pompage et à sa viscosité, il peut être pompé sans problème sur de grandes distances
- Il est sans retrait
- Comme le ciment, il libère de l'hydroxyde de calcium lors de l'hydratation, ce qui veille à la protection anticorrosion alcaline
- Il ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines

### Mise en œuvre

Est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans les deux heures.



### Composition

K INJEK THERM 102 est un mortier fabriqué en usine à base de ciment.

### Livraison

en sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac en silo

### Stockage

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

Contenu du sac		25 kg	
Granulation		0.0 – 0.1 mm	
Rendement	par sac	env. 29 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	env. 1 168 ℓ	E/S 0.80
Adjonction d'eau	par sac	20 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	800 ℓ	E/S 0.80
Conductibilité thermique	sec	0.9 W/mK	
	humide	2.0 W/mK	
Masse volumique en vrac		1 002 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique du mortier frais		1.55 kg/ℓ	E/S 0.80

Plus de données techniques au verso

L'ÉCONOMIQUE

## K INJEK THERM 102

DONNÉES TECHNIQUES

## RAPPORT DE MÉLANGE EAU / INJEK THERM 102

	Coefficient E/S (eau/solide)				
Rapport de mélange	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Quantité Injektherm 102 (kg/m <sup>3</sup> )	1 298	1 143	1 054	935	857
Quantité d'eau (ℓ/m <sup>3</sup> )	537	572	606	645	689
Rendement (ℓ/t)	770	875	949	1 070	1 168
Densité apparente du mortier frais (kg/ℓ)	1.84	1.72	1.66	1.58	1.55
Affaissement (%)	0.0	-0.4	-0.6	-1.0	-1.9
Résistance à la compression (N/mm <sup>2</sup> ) après 1 j	0.5	0.4	0.2	–	–
après 2 j	1.3	0.9	0.5	0.3	0.2
après 7 j	2.6	1.9	1.0	1.5	0.6
après 28 j	4.6	3.6	2.8	1.6	1.2

Résistance à la compression avec éprouvettes 4 x 4 x 16 cm

**Précision** Toutes les valeurs indiquées dans cette fiche technique ont été déterminées dans des conditions de laboratoire et avec les tolérances de mesure habituelles. Elles donnent une valeur indicative pour l'aptitude de base et doivent être contrôlées et prouvées si nécessaire par l'utilisateur dans les conditions de chantier et d'utilisation réelles.

**Auto-surveillance et surveillance extérieure** K INJEK THERM 102 est testé et auto-surveillé dans notre propre laboratoire.

Les indications données dans cette information produit ont un caractère purement informatif. On ne peut donc en déduire aucun caractère juridique contraignant. Changements de produit réservés dans l'intérêt du progrès technique.

septembre 2020

LE RENTABLE

# K INJEK THERM 110

POUR LE REMPLISSAGE DE SONDES GÉOTHERMIQUES

## Utilisation

K INJEK THERM 110 est un mortier fabriqué en usine pour utilisation dans la géothermie. Il sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde géothermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

## Propriétés

- Il se distingue par sa bonne conductibilité thermique, son bon rendement et un faible affaissement
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3 pour sondes géothermiques
- Grâce à une suspension légère, il convient idéalement pour le remplissage de sondes géothermiques profondes
- Il est facile à malaxer et grâce à ses bonnes aptitudes de pompage et à sa viscosité, il peut être pompé sans problème sur de grandes distances
- Il est sans retrait
- Il ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines

## Mise en œuvre

Est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG G®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans les deux heures.



## Composition

K INJEK THERM 110 est un mortier fabriqué en usine à base de matériaux naturels comme du ciment et des roches volcaniques spéciales.

## Livraison

En sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac en silo

## Stockage

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

Contenu du sac		25 kg	
Granulation		0.0 – 0.1 mm	
Rendement	par sac	env. 31 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	env. 1 240 ℓ	E/S 0.80
Adjonction d'eau	par sac	20 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	800 ℓ	E/S 0.80
Conductibilité thermique	sec	0.9 W/mK	
	humide	2.0 W/mK	
Masse volumique en vrac		868 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique du mortier frais		1.46 kg/ℓ	E/S 0.80

Plus de données techniques au verso

LE RENTABLE

## K INJEK THERM 110

## DONNÉES TECHNIQUES

## RAPPORT DE MÉLANGE EAU / INJEK THERM 110

Rapport de mélange	Coefficient E/S (eau/solide)				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Quantité Injektherm 110 (kg/m <sup>3</sup> )	1 100	1 014	899	806	725
Quantité d'eau (ℓ/m <sup>3</sup> )	550	583	620	649	667
Rendement (ℓ/t)	909	986	1 113	1 240	1 392
Densité apparente du mortier frais (kg/ℓ)	1.65	1.60	1.52	1.46	1.39
Affaissement (%)	-0.4	-0.6	-1.0	-3.5	-12.0
Résistance à la compression (N/mm <sup>2</sup> ) après	1 j	0.9	0.7	0.3	–
	2 j	1.2	0.9	0.4	–
	7 j	1.9	1.6	1.0	0.7
	28 j	4.3	3.4	1.8	1.5

Résistance à la compression avec éprouvettes 4 x 4 x 16 cm

**Précision** Toutes les valeurs indiquées dans cette fiche technique ont été déterminées dans des conditions de laboratoire et avec les tolérances de mesure habituelles. Elles donnent une valeur indicative pour l'aptitude de base et doivent être contrôlées et prouvées si nécessaire par l'utilisateur dans les conditions de chantier et d'utilisation réelles.

**Auto-surveillance et surveillance extérieure** K INJEK THERM 110 est testé et auto-surveillé dans notre propre laboratoire.

Les indications données dans cette information produit ont un caractère purement informatif. On ne peut donc en déduire aucun caractère juridique contraignant. Changements de produit réservés dans l'intérêt du progrès technique.

septembre 2020

LÉGER ET RENTABLE

# K INJEK THERM 150

POUR LE REMPLISSAGE DE SONDES GÉOTHERMIQUES

## Utilisation

K INJEK THERM 150 est un liant hydraulique spécial fabriqué en usine, destiné à l'utilisation dans la géothermie. Le produit K INJEK THERM 150 sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde thermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

## Propriétés

- Grâce à son faible poids, il convient idéalement pour le remplissage de sondes géothermiques profondes
- Il se distingue par sa bonne conductibilité thermique, son bon rendement et un faible affaissement
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3
- Il se malaxe facilement et a de très bonnes propriétés de pompage et de viscosité
- Il est sans retrait
- Ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines
- Grâce à sa faible densité apparente, le produit est idéal pour des remorques silo mobiles (p. ex. Fräschli®)

## Mise en œuvre

K INJEK THERM 150 est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans l'heure qui suit.



## Composition

K INJEK THERM 150 est un liant hydraulique produit en usine à base de roches volcaniques, de ciment et d'adjuvants naturels pour augmenter la conductibilité thermique.

## Livraison

En sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac, en silo

## Stockage

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

Contenu du sac		20 kg	
Granulation		0.0 – 0.1 mm	
Rendement	par sac	env. 36 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	env. 1 446 ℓ	E/S 0.80
Adjonction d'eau	par sac	16 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	800 ℓ	E/S 0.80
Conductibilité thermique	sec	0.9 W/mK	
	humide	2.0 W/mK	
Masse volumique en vrac		520 kg/m <sup>3</sup>	
Masse volumique du mortier frais		1.25 kg/ℓ	E/S 0.80

Plus de données techniques au verso

LÉGER ET RENTABLE

## K INJEK THERM 150

## DONNÉES TECHNIQUES

## RAPPORT DE MÉLANGE EAU / INJEK THERM 150

Rapport de mélange	Coefficient E/S (eau/solide)				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Quantité Injektherm 150 (kg/m <sup>3</sup> )	871	820	751	691	639
Quantité d'eau (ℓ/m <sup>3</sup> )	436	472	520	557	587
Rendement (ℓ/t)	1 147	1 219	1 330	1 446	1 566
Densité apparente du mortier frais (kg/ℓ)	1.31	1.29	1.27	1.25	1.23
Affaissement (%)	-0.0	-0.0	-0.2	-0.4	-0.6
Résistance à la compression (N/mm <sup>2</sup> ) après	1 j	–	–	–	–
	2 j	0.9	0.8	0.6	0.4
	7 j	1.4	1.3	1.0	0.7
	28 j	1.6	1.4	1.2	1.0

## Résistance à la compression avec éprouvettes 4 x 4 x 16 cm

**Précision** Toutes les valeurs indiquées dans cette fiche technique ont été déterminées dans des conditions de laboratoire et avec les tolérances de mesure habituelles. Elles donnent une valeur indicative pour l'aptitude de base et doivent être contrôlées et prouvées si nécessaire par l'utilisateur dans les conditions de chantier et d'utilisation réelles.

**Auto-surveillance et surveillance extérieure** K INJEK THERM 150 est testé et auto-surveillé dans notre propre laboratoire.

Les indications données dans cette information produit ont un caractère purement informatif. On ne peut donc en déduire aucun caractère juridique contraignant. Changements de produit réservés dans l'intérêt du progrès technique.

septembre 2020

# ZEO-THERM 1.0

## POUR LE REMPLISSAGE DE SONDÉS GÉOTHERMIQUES

### Utilisation

ZEO-THERM 1.0 est un liant hydraulique spécial fabriqué en usine, destiné à l'utilisation dans la géothermie avec les exigences les plus élevées. Il sert au remplissage du trou foré et à assurer le contact entre le terrain et la sonde thermique, afin d'obtenir une transmission optimale de la température.

### Propriétés

- Il se distingue par sa bonne conductivité thermique, son bon rendement et un faible affaissement.
- Il résiste aux sulfates et au gel
- Il répond à la norme SIA 384/6 appendice F3
- Grâce à la suspension légère, il est idéal pour les sondes géothermiques profondes
- Grâce à ses bonnes aptitudes de pompage et à sa viscosité, il peut être pompé sans problème sur de grandes distances
- Pas de retrait
- Comme le ciment, il libère de l'hydroxyde de calcium lors de l'hydratation, ce qui veille à la protection anticorrosion alcaline
- Il ne provoque que de faibles traces d'usure sur les machines
- Dans la recherche d'éluats selon l'ordonnance sur l'eau potable, la compatibilité écologique est prouvée

### Mise en œuvre

Est préparé en suspension selon les exigences de fluidité et de résistance à la compression dans un malaxeur-pompe usuel (p. ex. K MUNG®). Veiller à ce que la suspension soit mélangée de manière homogène et sans grumeaux. La suspension doit être utilisée immédiatement après la préparation, au plus tard dans les deux heures.



### Composition

ZEO-THERM 1.0 est un liant hydraulique produit en usine à base de matériaux naturels comme de la phonolithe pilée, du ciment et des adjuvants naturels pour augmenter la conductivité thermique.

### Livraison

En sacs de 25 kg, BIG BAG ou en vrac, en silo

### Stockage

Durée de conservation min. 6 mois selon directive 2003/53/EG à 20° C, 65 % h. r.; Date de fabrication: voir sur l'emballage

Contenu du sac	25 kg		
Granulation	0.0 – 0.1 mm		
Rendement	par sac	env. 29 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	env. 1 160 ℓ	E/S 0.80
Adjonction d'eau	par sac	25 ℓ	E/S 0.80
	par tonne	800 ℓ	E/S 0.80
Conductivité thermique	sec	> 1.2 W/mk	E/S 0.80
Masse volumique en vrac	810 kg/m <sup>3</sup>		
Masse volumique du mortier frais	1.55 kg/ℓ E/S 0.80		

# REPLISSAGE

## DESCRIPTIF SELON SIA

Les exigences quant au remplissage sont décrites dans les normes SIA, sous 4.3.1. Le remplissage doit se faire selon les directives de l'OFEV. Un remplissage possible et répondant à ces exigences serait: 100 kg de bentonite (calcaire-montmorillonite) + 200 kg de ciment (p. ex. CEM III/B 325 N HSKH) + 900 litres d'eau, ce qui donne 1000 litres de suspension. Le conductivité thermique est de 0.85 W/(m.K)

Ce remplissage ne résiste pas au gel. Pour les remplissages résistant au gel, le problème se déplace vers le terrain environnant, qui souvent ne résiste pas au gel

non plus. Indépendamment du matériau de remplissage, une sonde géothermique doit être dimensionnée correctement pour pouvoir assurer sa tâche.

Des mélanges prêts à l'emploi sont proposés par divers fabricants. Avant de les utiliser, il faut vérifier si leur masse volumique n'est pas trop grande par rapport à la profondeur de la sonde, pour que les tubes ne soient pas comprimés depuis l'extérieur, selon norme SIA 5.3.1. (Tableau)

La pression différentielle maximale de l'extérieur vers l'intérieur pour une sonde en U SDR 11 est de 8 bars.

Montage de la sonde autorisé sans restriction

Les sondes géothermiques ne peuvent être remplies que si leur tête est hermétiquement fermée. Le contrôle de pression ne doit être fait que lorsque le remplissage a atteint une solidité minimale.

On ne peut plus monter des sondes géothermiques PE-100-SDR-11, car pour les sondes fermées, la pression de tête dépassent la valeur instantanée maximale de 21 bars admise.

### PRESSION DIFFÉRENTIELLE

Longueur de sonde Mètres	Masse vol. du remplissage				
	1 200 kg/m <sup>3</sup> bars	1 400 kg/m <sup>3</sup> bars	1 600 kg/m <sup>3</sup> bars	1 800 kg/m <sup>3</sup> bars	2 000 kg/m <sup>3</sup> bars
40	0.8	1.6	2.4	3.1	3.9
60	1.2	2.4	3.5	4.7	5.9
80	1.6	3.1	4.7	6.3	7.8
100	2.0	3.9	5.9	7.8	9.8
120	2.4	4.7	7.1	9.4	11.8
140	2.7	5.5	8.2	11.0	13.7
160	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7
180	3.5	7.1	10.6	14.1	17.7
200	3.9	7.8	11.8	15.7	19.6
220	4.3	8.6	12.9	17.3	21.6
240	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5
260	5.1	10.2	15.3	20.4	25.5
280	5.5	11.0	16.5	22.0	27.5
300	5.9	11.8	17.7	23.5	29.4
320	6.3	12.6	18.8	25.1	31.4
340	6.7	13.3	20.0	26.7	33.4
360	7.1	14.1	21.2	28.3	35.3
380	7.5	14.9	22.4	29.8	37.3
400	7.8	15.7	23.5	31.4	39.2

Pression différentielle (surpression de l'extérieur vers l'intérieur) au pied de la sonde géothermique en fonction de remplissage et de la longueur de sonde pour les sondes à remplissage d'eau

Pour les mélanges prêts à l'emploi, les formulations du fabricant doivent être respectées, même si le mélange est difficilement pompable. Certains remplissages ne peuvent donc être utilisés que jusqu'à une certaine profondeur, sinon la pression dépasse la solidité du tuyau d'injection. Des tuyaux d'injection plus gros ou multiples peuvent aider. Les mélanges ne doivent pas se décomposer, être trop visqueux, ni s'effriter à l'état lié ou tendre à se fissurer.

Lorsque les sondes complètement remplies d'eau sont fermées de manière étanche (p. ex. couvercle soudé), la déformation (écrasement) pendant la pénétration du remplissage peut être évitée (voir tableau pour les limites). Les couvercles doivent rester montés jusqu'au durcissement partiel du remplissage. Il faut s'assurer que le remplissage présente une stabilité propre suffisante pour ne pas écraser la sonde par un fluage tardif.

Selon les adjuvants utilisés, les mélanges prêts à l'emploi peuvent présenter des propriétés améliorées comme une meilleure conductibilité thermique ou une plus forte résistance au gel.

La suspension doit être préparée et pressée par lots successifs; pour les mélanges prêts à l'emploi, un mélange et pressage continu est également possible.

Les mélanges doivent être exempts de grumeaux. Lors du remplissage, observer la pression maximale admissible pour le tuyau d'injection.



Le remplissage doit être rendu plus thixotrope pour les zones perméables et présentant des fissures. Cela permet d'éviter l'écoulement du remplissage à l'état de repos. Pour de grandes fissures, éventuellement utiliser plusieurs tuyaux d'injection (1. Tuyau jusqu'au fond du trou, 2. tuyau juste au-dessus de la fissure) et utiliser des obturateurs en tissu pour sondes. Les grosses fissures ou des zones fortement perméables peuvent être neutralisées par des tubages cimentés ou par d'autres méthodes évitant l'écoulement du remplissage. La partie non remplie de la sonde ne peut thermiquement pas être comptée pour la longueur de sonde active.

Les zones avec une arrivée d'eau ou des conducteurs d'eau phréatique doivent être rendues étanches avec des remplissages alourdis ou des obturateurs en tissu pour sondes. Le poids de la colonne de remplissage doit être supérieur à la pression de l'eau qui afflue ou alors, l'eau doit être contenue par des dispositifs complémentaires. Un remplissage fortement thixotrope peut être très efficace.

Le volume de la suspension injectée doit être contrôlé et à consigner avec la formulation utilisée. Il faut également faire le calcul de la quantité de remplissage théoriquement possible.

Des remplissages incomplets ne sont admissibles qu'avec l'autorisation du service des eaux compétent sur le lieu.