



La technologie de  
congélation des sols



# La technologie de congélation des sols

Partenaire fiable	04
Services	06
Construction de tunnel	08
Fouilles urbaines	10
Décharges et sites contaminés	12
Rénovation et transformation	14
Description du procédé	16
<b>Max Bögl</b>	<b>18</b>

Fournisseur unique pour toutes les prestations de A à Z

# Un partenaire fiable

**Nous vous offrons:**

**Votre avantage:**

---

## **Planification**

Depuis la création du concept de forage et de congélation jusqu'au calcul thermique, en passant par le dimensionnement du système de congélation, nos experts vous accompagnent tout au long du processus de planification. Grâce à notre approche, nous tirons pleinement parti des potentiels d'optimisation.

---

## **BIM**

Max Bögl, en tant que l'un des pionniers dans le domaine du Building Information Modelling, est synonyme de préparation et de réalisation de travaux ciblés. Les processus sont visualisés, optimisés et des contrôles de collision effectués.

---

## **Technique de forage**

Max Bögl dispose d'une vaste expérience dans diverses méthodes de forage. En fonction des besoins du projet, nous réalisons des forages verticaux ou horizontaux. Technique dirigée ou non dirigée. Ainsi, avec notre personnel expérimenté et nos propres appareils de forage, nous répondons toujours aux exigences de qualité les plus élevées.

---

## **Procédé de congélation**

Nous vous proposons des systèmes à la saumure, à l'azote ainsi que des procédés de congélation combinée. Notre équipe d'experts expérimentés vous conseillera sur la meilleure solution technique et économique.

---

## **Equipements pour la saumure**

Nos propres unités de congélation offrent des capacités de refroidissement allant de 60 à 1 800 kW – Max Bögl propose ainsi une technologie flexible, éprouvée et peu coûteuse. Le système de congélation est complété par ses propres tours de réfrigération, des réservoirs de saumure, des pompes, des composants pré-isolés de tuyauterie et une instrumentation de mesure.

---

## **Equipements pour l'azote**

Pour réaliser des congélations à l'azote, nous disposons de notre propre matériel sous la forme de conduites à isolation sous vide et d'une technologie de commande à température contrôlée. Nous sommes donc prêts à intervenir dans un court laps de temps.

---

## **Instrumentation de mesure**

Les données de mesure provenant de 2 000 chaînes de mesure maximum vous permettent d'avoir une vue d'ensemble complète et une évaluation du dispositif de congélation à tout moment. Les données sont rassemblées localement sur une plate-forme Internet, visualisées et exploitées par nos ingénieurs expérimentés.

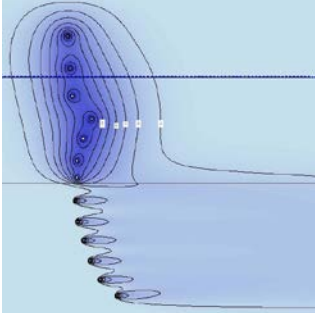
---

## **Surveillance et suivi**

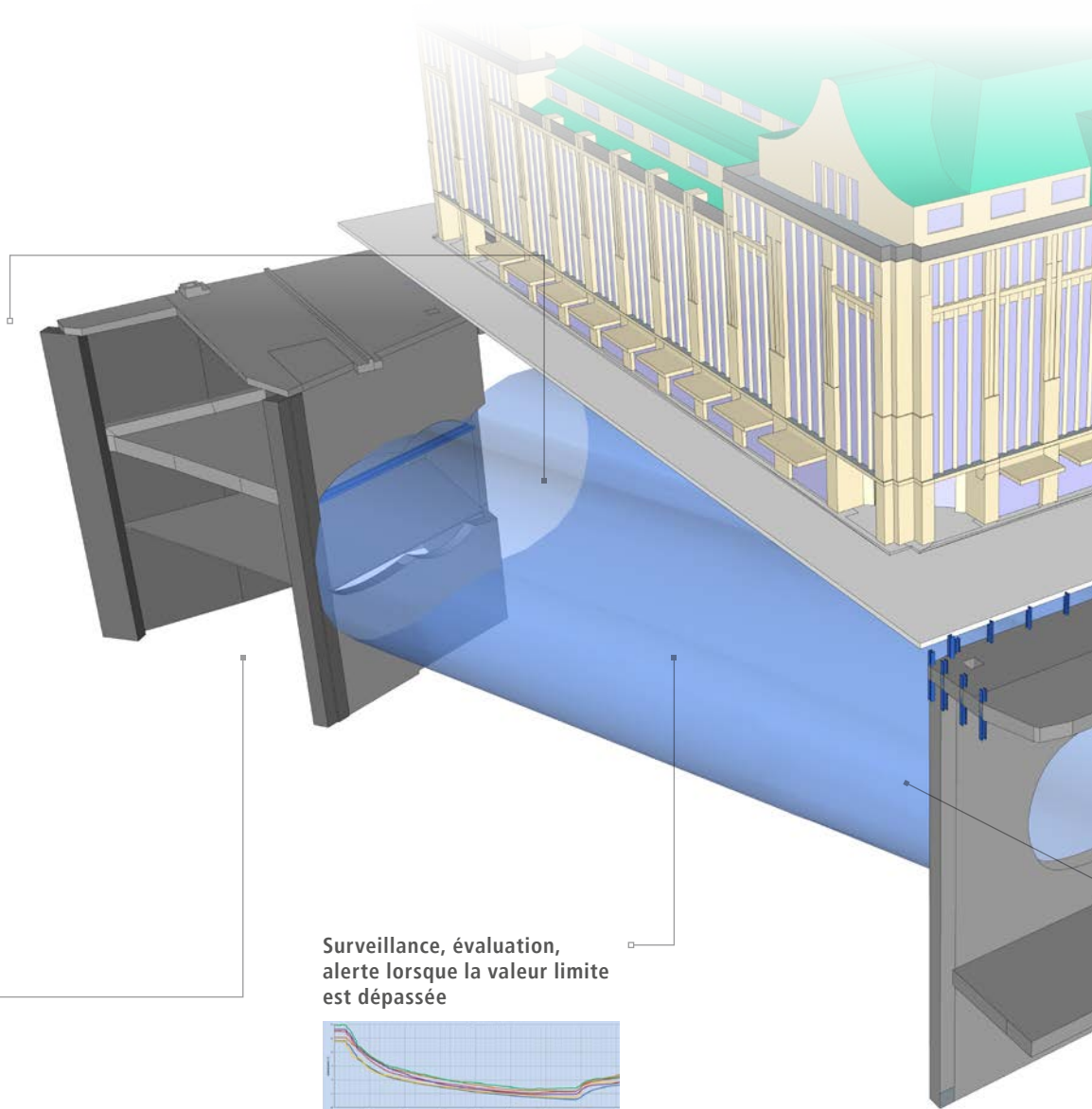
Le personnel formé et expérimenté est automatiquement alerté lorsque les seuils ne sont pas atteints / ou sont dépassés et réagit dans les plus brefs délais. Bien entendu, la maintenance et l'inspection des systèmes font également partie de notre ensemble de services.



# Services



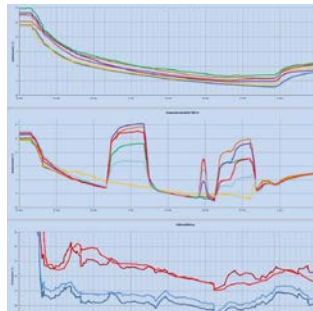
Calcul thermique MEF pour le dimensionnement

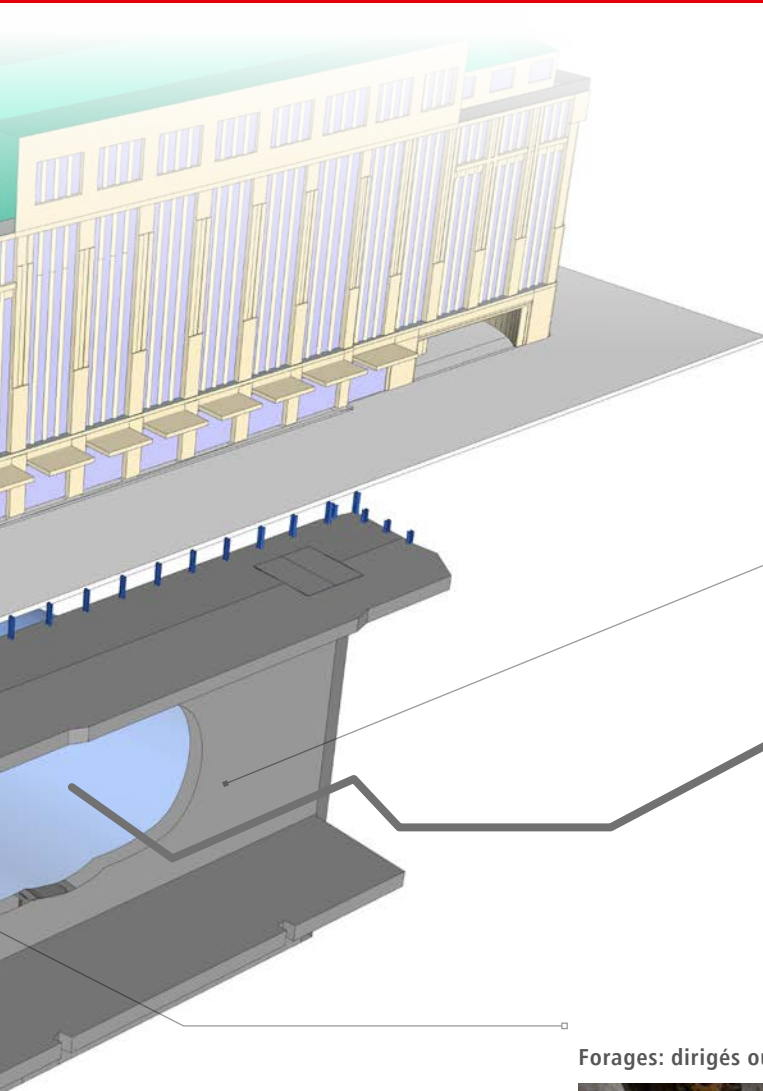


Forages de congélation verticaux



Surveillance, évaluation, alerte lorsque la valeur limite est dépassée

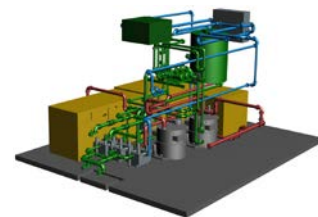




Surveillance du fonctionnement des installations

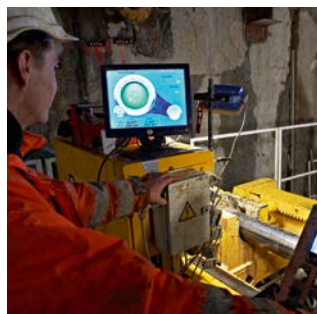


Construction d'installations et de pipelines



Application de la méthode BIM pour une exécution efficace du projet

Forages: dirigés ou non dirigés





La technologie de congélation des sols

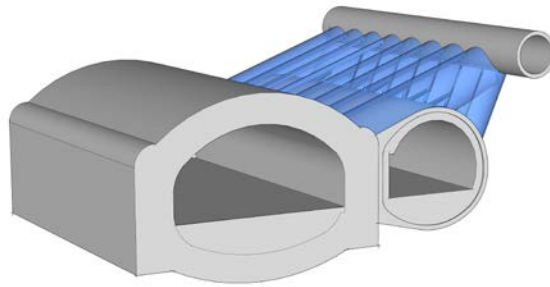
# Construction de tunnel

Dans aucune autre discipline du génie civil, les défis ne sont aussi importants que ceux liés à la construction de tunnels – des terrains aquifères instables, des zones de faille dans les montagnes ou le sous-croisement de bâtiments à faible couverture, n'en sont que quelques exemples. Que ce soit à partir de la surface du terrain, des excavations, des galeries pilotes ou du tunnel lui-même, notre personnel expérimenté saura créer des forages de congélation avec la plus grande précision, même dans des conditions difficiles. Pour y parvenir, Max Bögl dispose d'un parc de machines avec des équipements de forage adaptés à chaque domaine d'application.

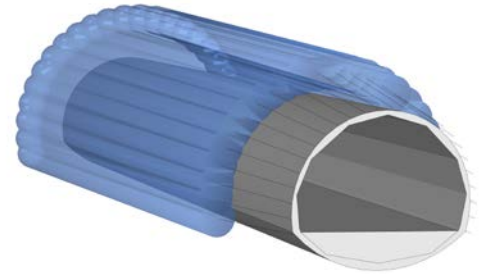
En tant qu'élément structurellement efficace ou servant purement d'étanchéité, les corps de congélation sont utilisés de manière économique dans la quasi-totalité des géologies. Grâce à sa longue expérience dans la technologie de congélation des sols ou encore dans la construction de tunnels, Max Bögl est un partenaire compétent à vos côtés.

## Applications:

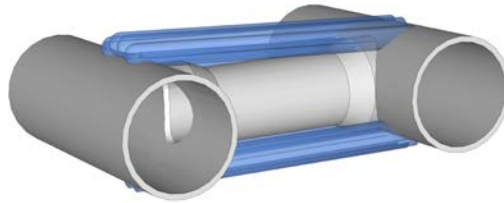
- Congélation de façade
- Corps de congélation qui enveloppe la structure
- Congélation des rameaux entre tunnels
- Joints d'entrée et de sortie pour le creusement mécanique
- Maintenance, réparation et récupération de tunneliers



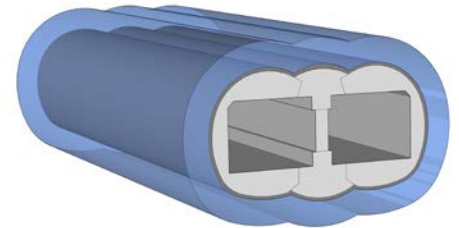
Congélation de faîte à partir de galeries pilotes



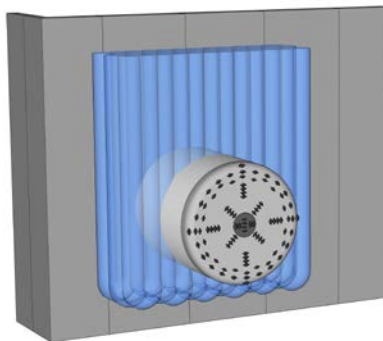
Congélation de faîte



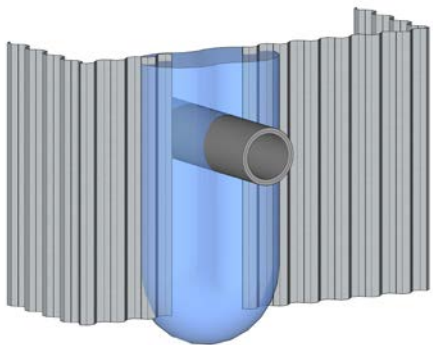
Congélation des rameaux



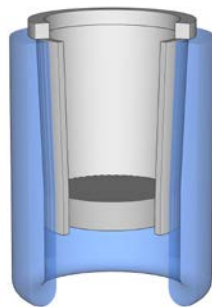
Corps de congélation qui enveloppe la structure



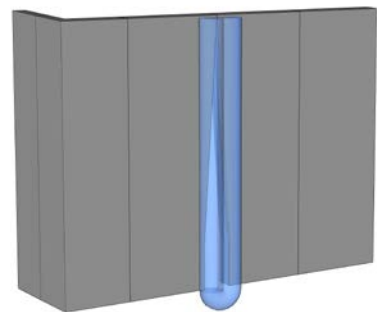
Joints d'arrivée et de départ



Comblement de vides



Corps de congélation  
comme paroi de soutè-  
nement



Fermeture d'un défaut

La technologie de congélation des sols

# Fouilles urbaines

Les canalisations qui se croisent, les interpénétrations, les espaces confinés ou les obstacles dans le sous-sol rendent difficile la réalisation de puits de construction avec les méthodes conventionnelles. La technologie de congélation des sols de Max Bögl offre une technique éprouvée et sûre pour la création de fosses de construction dans des conditions marginales difficiles.

Nos ingénieurs expérimentés développent avec vous des concepts sur mesure. C'est ainsi que les corps de congélation sont utilisés avec une fonction statique et / ou imperméable comme étaie unique ou en combinaison avec d'autres méthodes. Grâce à notre propre ingénierie mécanique destinée à la congélation à la saumure et à l'azote, nous pouvons également répondre rapidement à votre demande.

Et la technologie de congélation des sols offre un autre avantage: après la décongélation, il ne reste aucun aménagement gênant au sol!

## Applications:

- Corps de congélation comme élément enveloppant
- Comblement de vides au niveau des interpénétrations
- Fermetures de jointures et de défauts non étanches
- Extension ultérieure d'éléments d'étaie existants
- Arbres de congélation





La technologie de congélation des sols

## Décharges et sites contaminés

Max Bögl vous accompagne dans la recherche et l'élimination de la contamination par des polluants. Nous vous proposons diverses méthodes pour prélever des échantillons congelés et non perturbés à des fins d'analyse de contrainte.

Lors de la dépollution, l'utilisation de la technologie de congélation des sols empêche le rejet et la propagation de polluants. Les risques pour l'homme et l'environnement, en particulier les eaux souterraines, sont minimisés. Par rapport aux procédures classiques d'assainissement, les avantages sur le plan économique et de la sécurité au travail sont évidents.

### Applications:

- Immobilisation de polluants
- Récupération de munitions
- Prélèvement d'échantillons de sol non perturbés
- Récupération de substances contaminées en provenance des cours d'eau
- Séparation temporaire des contaminations dans les nappes phréatiques



Sol gelé servant à réduire les émissions dans un site d'enfouissement



Soutien de la fondation sur un site d'enfouissement



Récupération de substances contaminées en provenance des cours d'eau



La technologie de congélation des sols

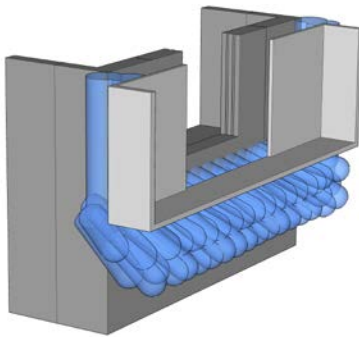
# Rénovation et transformation

Aujourd'hui, en raison de l'urbanisation croissante, les procédures de construction sous ou directement à côté des bâtiments existants ne sont plus une rareté. Les structures souterraines existantes seront complétées ou étendues pour répondre à l'évolution des besoins de l'utilisateur ou des exigences légales. Lorsque d'autres méthodes atteignent leurs limites, le champ d'application de la technique de congélation des sols entre en jeu.

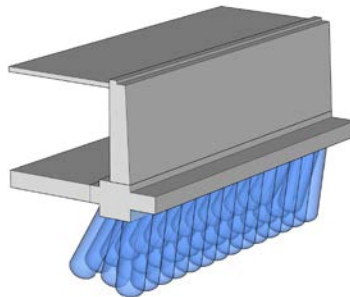
L'expertise de Max Bögl a permis la réalisation d'un grand nombre de projets en Allemagne et à l'étranger ces dernières années. Nos clients peuvent compter sur le savoir-faire technique et la créativité de nos ingénieurs.

## Applications:

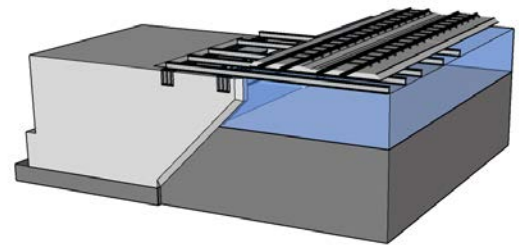
- Réalisation de reprises en sous-œuvre
- Réalisation d'excavations à l'intérieur des bâtiments
- Insertion de passages inférieurs sous une ligne de chemin de fer existante
- Raccordement souterrain de structures existantes à de nouveaux bâtiments (par exemple, issues de secours)
- Rénovation de structures existantes



Raccordement souterrain à la structure existante



Reprise en sous-œuvre



Insertion d'un passage inférieur

Description du procédé

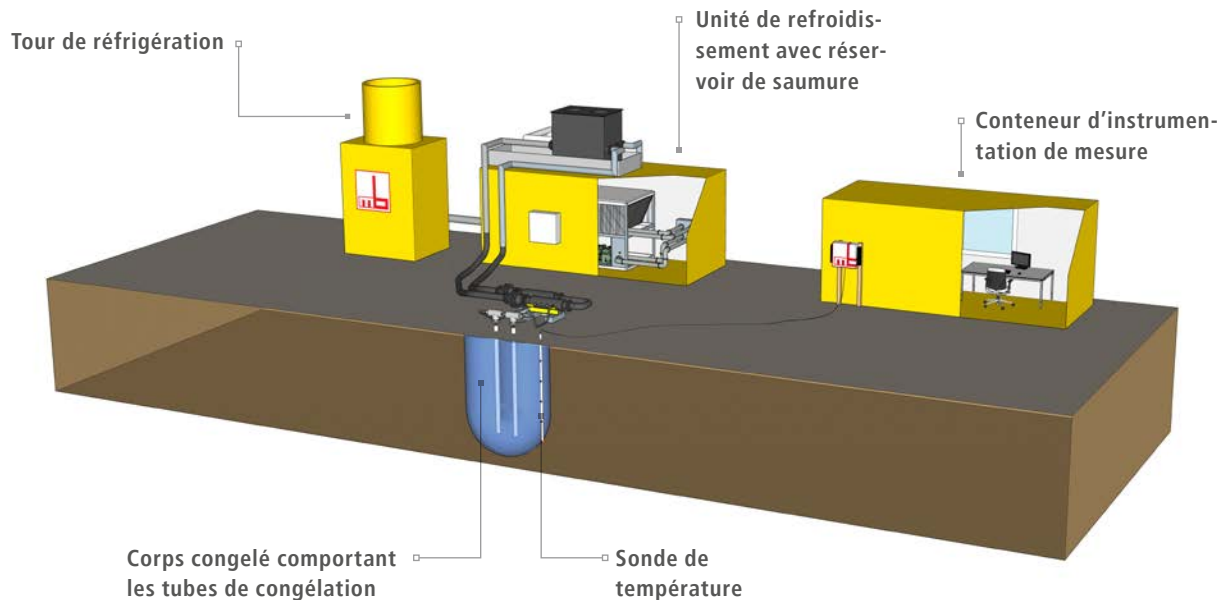
# Congélation à la saumure

Dans le cas d'une congélation à la saumure, une solution saline aqueuse, généralement du chlorure de calcium, est utilisée comme agent réfrigérant. Dans la pratique, la solution de saumure est refroidie par des unités de réfrigération à des températures allant de  $-30^{\circ}\text{C}$  à  $-40^{\circ}\text{C}$  puis est acheminée dans le circuit à travers des conduites isolées et des tubes de congélation. La solution de saumure froide s'écoule dans les tubes de congélation à travers les tuyaux de descente et évacue la chaleur présente dans le sol. Des corps gelés cylindriques se forment dans la partie inférieure et se connectent aux cylindres adjacents pour former des parois et des plaques.

La géométrie du corps congelé sera déterminée par l'agencement des tubes de congélation. Dans le cas d'une congélation à la saumure, il faut tabler sur une période de 20 à 40 jours pour créer le corps congelé.

L'évaluation du processus de congélation, des températures dans le corps gelé et de l'expansion du gel est effectuée à l'aide de capteurs dans des tubes de mesure de température. Les données de mesure sont stockées de manière décentralisée et sont disponibles à tout moment via une plate-forme Internet. L'ingénierie exclusive des systèmes de la société est complétée par des tours de réfrigération, des réservoirs de saumure, des pompes et des pipelines pré-isolés.

Les avantages économiques de la congélation à la saumure par rapport au système à l'azote se manifestent par des volumes importants de corps gelés et des durées de conservation prolongées. Les alternatives économiques consistent à créer le corps gelé avec de l'azote et à changer l'alimentation de refroidissement pour le temps de maintien dans un givrage à la saumure.



Description du procédé

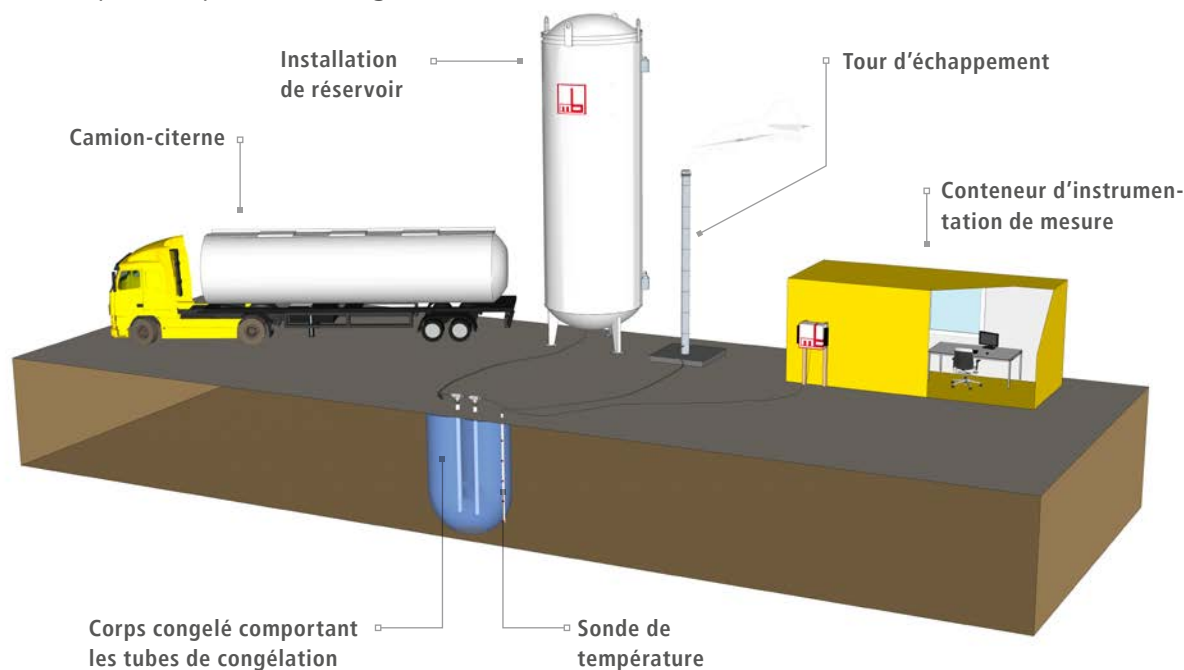
# Congélation à l'azote

La congélation à l'azote utilise de l'azote liquéfié cryogénique à une température de  $-196\text{ °C}$  comme agent réfrigérant. Des camions-citernes spécialement équipés acheminent l'azote liquide vers le site de construction, où il est temporairement stocké dans des installations pour réservoirs isolés sous vide. L'azote liquide s'écoule par des canalisations isolées vers les tubes de congélation et par un tuyau de descente vers le tuyau le plus profond. Il s'évapore lorsqu'il sort du tuyau de descente, retourne à travers le tube de congélation, est collecté dans les tuyaux d'échappement et rejeté dans l'atmosphère sous forme gazeuse au niveau de la tour d'échappement.

Pendant l'évaporation, l'azote élimine la chaleur du sol. Il se forme des corps congelés. Les électrovannes dosent l'azote à température contrôlée pour chaque tube de congélation, ce

qui crée un corps en gel personnalisé. L'évaluation du processus de congélation, des températures dans le corps gelé et de l'expansion du gel est effectuée à l'aide de capteurs dans des tubes de mesure de température.

Les données de mesure sont stockées de manière décentralisée et sont disponibles à tout moment via une plate-forme Internet. Les avantages de la congélation à l'azote par rapport au système à la saumure résultent d'un temps de mobilisation court et d'un temps de congélation convenable (généralement de 3 à 7 jours). L'azote est un consommable. Son utilisation économique se traduit par un volume de gel réduit et des temps de maintien courts. Après le processus de congélation par l'azote, il est possible d'opérer une conversion vers un système à la saumure.





## Le groupe d'entreprises Max Bögl

Avec près de 6 500 collaborateurs hautement qualifiés, répartis sur plus de 35 sites dans le monde, et un chiffre d'affaires annuel de plus de 1,7 milliard d'euros, le groupe Max Bögl compte parmi les plus grandes entreprises de construction, de technologie et de services de l'industrie allemande du bâtiment. Depuis sa fondation en 1929, l'histoire de l'entreprise s'est caractérisée par sa force d'innovation en recherche et technologie. L'accent est mis sur des prestations individuelles sur mesure ainsi que sur des solutions globales, de haute qualité d'un point de vue technique et écologique, durables et d'une seule main.

Avec des développements internes tournés vers l'avenir sur des sujets de notre temps, tels que les énergies renouvelables, l'urbanisation, la mobilité et les infrastructures, le Groupe met en œuvre des solutions dès aujourd'hui pour répondre aux mégatendances de notre monde globalisé.

Fort de nombreuses années d'expérience et de compétences dans le domaine de la construction préfabriquée en béton de haute précision, Max Bögl se positionne également comme une force motrice importante dans le développement de technologies, de produits et de méthodes de construction novateurs.

La vaste gamme de services et la grande valeur ajoutée de notre propre construction métallique, de nos propres usines de préfabrication, de notre parc de véhicules et d'équipements les plus modernes ainsi que de nos propres matières premières et matériaux de construction garantissent la meilleure qualité. Ainsi, l'utilisation du BIM, de la gestion/production allégée et d'un traitement de projet standardisé assurera le respect des délais et la rentabilité, depuis la première idée conceptuelle jusqu'au produit de construction fini.

**Le groupe d'entreprises Max Bögl** 01/20; Crédits photo: Josine Voogt/[www.josinevoogtfotografie.nl](http://www.josinevoogtfotografie.nl) (title, p. 11); Michael Stibitz (p. 2); Johannes Vogt (p. 5); Max Bögl Group (p. 6/7, 9, 10, 13, 14/15, 16/17); Dirk Brzoska (p. 8); Rein Geleijnse (p. 12); [www.stadtwerke-karlsruhe.de](http://www.stadtwerke-karlsruhe.de) (p. 13); Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz (p. 18)

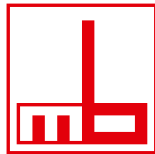
**Le groupe d'entreprises Max Bögl**

Max-Bögl-Strasse 1  
D-92369 Sengenthal  
Allemagne

Adresse postale:  
P. O. Box 11 20  
D-92301 Neumarkt i. d. OPf.  
Allemagne

T +49 89 350607-1

[info@ground-freezing.com](mailto:info@ground-freezing.com)  
[congelation-des-sols.fr](http://congelation-des-sols.fr)



**MAX BÖGL**

Progress is built on ideas.