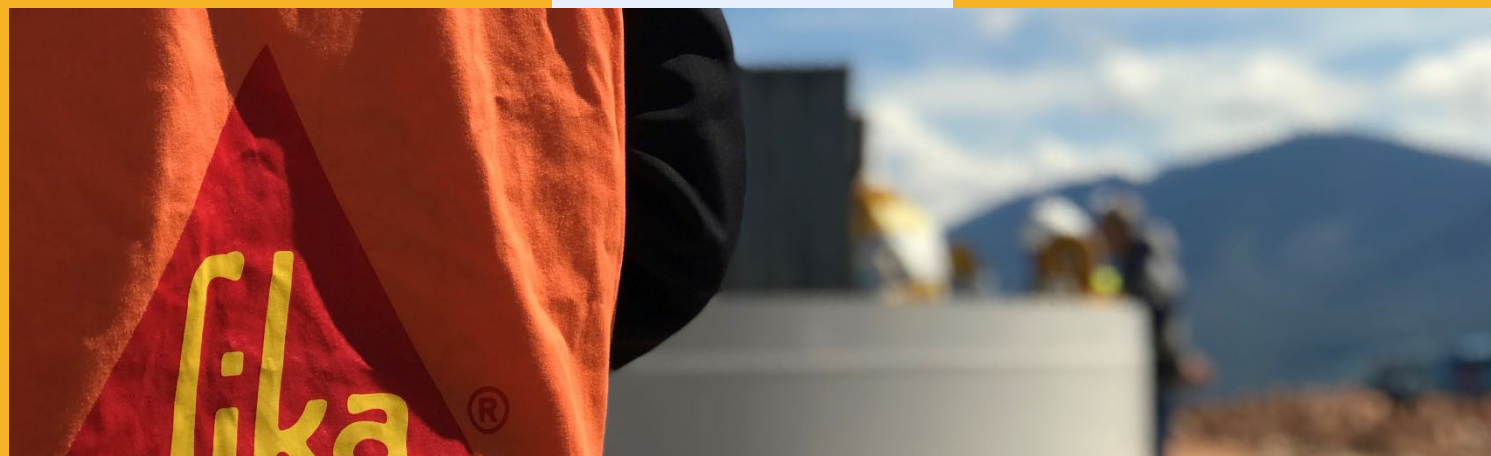




PROCÉDURES D'INSTALLATION

SikaGrout®-9400

FÉVRIER 2024 / V2 / SIKA SERVICES AG / O. OZEREN

TABLE DES MATIÈRES

1	PORTÉE	3
2	DESCRIPTION DU PRODUIT	3
2.1	Restrictions	3
3	ENTREPOSAGE DU PRODUIT	4
3.1	Entreposage des matériaux	4
4	ÉQUIPEMENT	4
4.1	Matériaux	4
4.2	Équipement essentiel	4
4.3	Équipement supplémentaire	5
4.4	Équipement de préparation du substrat	5
4.5	Équipement de malaxage et équipement de pompage	6
5	SANTÉ ET SÉCURITÉ	7
5.1	Connaissances du risque	7
5.2	Équipement de protection personnel	7
5.3	Premiers soins	7
6	ENVIRONNEMENT	7
6.1	Nettoyage de l'équipement / des outils	7
6.2	Gestion de déchets	7
7	PLANIFICATION	8
8	ÉTAPES RECOMMANDÉES POUR LA MISE EN PLACE DU COULIS	8
8.1	Quantité de coulis	8
8.2	Surveillance des conditions météorologiques	9
8.3	Pauses	9
8.4	Plans d'urgence	9
8.5	Approvisionnement en eau et en électricité	11
8.6	Travaux préparatoires	11
9	PRÉPARATION DU SUBSTRAT	12
9.1	Préinspection	12
9.2	Béton	12
9.3	Barres filetées et boulons d'ancrage	13
9.4	Cales et plaques de nivellement	13
9.5	Coffrages	13
9.6	Prémouillage du substrat	14
10	MALAXAGE	14
11	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	14
12	PROCÉDURES DE POMPAGE	17
12.1	Application – mise en place du coulis	17
12.2	Application à températures élevées 28 °C (82 °F)	18
12.3	Application à températures basses 5 °C (41 °F)	19
12.4	Mûrissement	20
13	MENTIONS LÉGALES	21

1 PORTÉE

Ces procédures d'installation constituent seulement un guide pour l'application du Sikagrout®-9400 en tant que transition entre la tour et la fondation de la tour d'éolienne terrestre en acier. Cette procédure n'est pas spécifique à un projet précis et doit être adaptée aux exigences du projet. Les travaux de préparation des boulons, des cales, des plaques de nivellement sont indiqués comme des recommandations, mais doivent suivre toutes les indications du prescripteur. Le séquençage des tours n'entre pas dans ce champ d'application.

2 DESCRIPTION DU PRODUIT

Le SikaGrout®-9400 est un coulis cimentaire à retrait compensé permettant d'obtenir un coulis homogène, à haute maniabilité et pompable une fois mélangé à de l'eau. Il offre des résistances initiales et finales élevées exceptionnelles et un module élevé. Le produit présente une résistance à la fatigue accrue. Les modèles les plus récents de conditionnement des liants et la nanotechnologie appliquée permettent de produire un coulis aux performances techniques supérieures, aux propriétés rhéologiques exceptionnelles et, de manière unique, au temps ouvert prolongé.

Domaines d'utilisation

SikaGrout®-9400 a été spécialement conçu pour les applications suivantes :

- Scellement et calage d'éoliennes installées à l'aide de techniques de précontraintes, tel que l'injection de la plaque de base des éoliennes terrestres
- Installations où une excellente résistance à la fatigue est nécessaire
- Éoliennes terrestres où des résistances finales ultra-hautes sont nécessaires
- Injection de coulis à une vaste plage de température
- Ancrage de boulons des tours d'éoliennes
- Remplissage de vides allant de 25 mm à 600 mm (1 à 24 po) (particulièrement sous les brides des tours) où une haute résistance, un module d'élasticité élevé et une ductilité élevée sont des facteurs importants

Caractéristiques / avantages

- Ultra-haute résistance à la compression : supérieure à la classe la plus élevée de la norme EN206, soit > C100/115
- Ultra-haut module pour des propriétés de raidissement exceptionnelles
- Excellente résistance à la fatigue
- Remise en service et retrait des supports temporaires rapides grâce au développement rapide de la résistance initiale : $\geq 70 \text{ MPa}$ ($10 \text{ } 150 \text{ lb/po}^2$) à 24 heures à 20 °C (68 °F).
- Aucune ségrégation ou aucun ressuage afin de garantir une performance physique finale uniforme et pour prévenir le blocage des pompes
- Temps d'utilisation prolongé de ≥ 2 heures
- Peut être pompé dans des zones complexes ou inaccessibles aux méthodes d'injection conventionnelles
- Matériau à faible dégagement de poussière pour une manipulation plus simple
- À base de ciment
- Faible teneur en chromate

2.1 Restrictions

- SikaGrout®-9400 doit être malaxé avec de l'eau propre seulement
- Ne pas ajouter de ciment Portland ou de granulats supplémentaires
- Ne pas dépasser la quantité d'eau recommandée
- Appliquer seulement sur un substrat propre et sain adéquatement préparé
- Les produits doivent être appliqués conformément à l'usage auquel ils sont destinés
- Tous les travaux doivent être exécutés selon les instructions d'un superviseur ou d'un ingénieur qualifié
- Les fiches techniques du produit (PDS) et les fiches de données de sécurité (SDS) locales les plus récentes et les plus pertinentes s'appliquent
- Pour des informations spécifiques à la construction, se référer aux détails, dessins, spécifications et évaluations des risques du fabricant d'équipement d'origine, de l'ingénieur ou du spécialiste
- Ces procédures d'installation doivent servir de guide seulement et doivent être adaptées au coulis, aux normes, aux réglementations et autres exigences locales

3 ENTREPOSAGE DU PRODUIT

SikaGrout®-9400

Coulis cimentaire à retrait compensé permettant d'obtenir un coulis homogène, à haute maniabilité et pompable une fois mélangé à de l'eau. Il offre des résistances initiales et finales élevées exceptionnelles ainsi qu'un module élevé. Le produit présente une résistance à la fatigue accrue. Les modèles les plus récents de conditionnement des liants et la nanotechnologie appliquée permettent de produire un coulis aux performances techniques supérieures, aux propriétés rhéologiques exceptionnelles et, de manière unique, au temps ouvert prolongé.

3.1 Entreposage des matériaux



Le produit doit être entreposé dans un endroit frais et sec. La durée de vie du produit est de 12 mois lorsqu'il est entreposé correctement dans le conditionnement d'origine.

4 ÉQUIPEMENT

4.1 Matériaux

Quantité suffisante de matériaux Sika®	Se référer à la section 12
Une quantité suffisante d'eau propre	Pour le malaxage du produit monocomposant, le prémouillage du substrat et le nettoyage
Une quantité suffisante d'agent de lubrification pour la pompe	Pour faciliter le pompage, éviter les blocages et réduire l'usure de l'équipement (ex. : une barbotine de ciment + eau)
Mastic de protection pour barres d'armature filetées	Pour décoller le coulis des barres filetées (ex. : Sikaflex®) lors de l'utilisation du coulis dans les ancrages de fondation.
Agent de décoffrage	Pour faciliter le démoulage des coffrages sans endommager la zone réparée (ex. : Sika® Separol®)
Mousse expansive pour le scellement des coffrages	Pour éviter les fuites pendant le pompage (ex. : Sika Boom®)
Ancrage chimique	Pour fixer le coffrage au béton afin d'éviter les mouvements durant le pompage du coulis (ex. : Sika® AnchorFix)

4.2 Équipement essentiel

Outils à main	Truelle, spatule, outils pour l'entretien de l'équipement mécanique et pour fixer les coffrages
Préparation du substrat de béton	Équipement mécanique approprié pour éliminer la laitance du béton et pour obtenir la bonne rugosité
Thermomètre	Pour noter les conditions ambiantes
Thermomètre pour matériau	Pour noter les températures du substrat, de l'eau, de la poudre et du coulis fraîchement malaxé

Éponge, air comprimé (sans huile) ou aspirateur	Essuyer, souffler ou aspirer le surplus d'eau sur la surface du substrat
Équipement de malaxage et de pompage	Se référer à la section 4.5
Réservoir ou contenant GRV	Pour contenir une quantité suffisante d'eau propre
Balances de précision (étalonnées)	Pour une mesure précise de l'eau de gâchage
Seaux ou contenants	Pour l'eau de gâchage, malaxer ou verser
Minuterie	Pour contrôler les temps de malaxage du coulis
Appareils de contrôle de la qualité	Se référer à la section Contrôle de la qualité
Membranes de mûrissement	Pour protéger le coulis frais
Cordes, fixations, poids	Pour fixer les membranes de mûrissement
Nettoyage	Brosse, jet d'eau basse pression
Gestion des déchets	Pour les conditionnements et les surplus de coulis

4.3 Équipement supplémentaire

Coffrage	Pour retenir le coulis (des coffrages non absorbants doivent être utilisés. Les coffrages de bois ou d'aluminium ne doivent pas être utilisés).
Couvertures isolantes ou de protection	Pour protéger les surfaces de coulis exposées de la chaleur
Couvertures de mûrissement chauffantes	Pour protéger les surfaces de coulis exposées du froid
Système de tête de pression	Pour conserver une bonne pression de pompage du coulis / un meilleur écoulement
Glace concassée ou refroidisseur d'eau	Pour réduire la température de l'eau en cas de température élevée
Tamis	Pour retirer la glace de l'eau de gâchage
Élément chauffant	Pour réchauffer la température de l'eau lors de températures froides
Abri / tente	Pour protéger l'équipement des rayons directs du soleil, des températures froides ou de la pluie
Chaufferette à air	Pour dégeler les substrats / réchauffer l'intérieur de la tour
Éclairage	Lorsque des travaux de nuit sont requis
Génératrice	Pour alimenter la machinerie et l'éclairage

4.4 Équipement de préparation du substrat

En général, la méthode de préparation du béton la plus appropriée est la scarification (moyens mécaniques ou jet d'eau à haute pression). Si cette méthode ne permet pas de préparer correctement le substrat, une méthode plus abrasive peut être utilisée. Toutes les poussières et particules friables générées par la préparation doivent être éliminées avant de commencer le pompage du coulis (par exemple avec de l'eau ou de l'air).

Toutes les barres filetées doivent être protégées par un ruban pour conduite avant de mettre le coulis en place (par exemple un ruban adhésif en toile) et scellées à l'extrémité avec le mastic Sikaflex®. Après la préparation du substrat, une inspection des manchons doit être effectuée. Tout manchon de boulon endommagé ou cassé doit être retiré et réparé avant de commencer les travaux de coulis.

4.5 Équipement de malaxage et équipement de pompage

Utiliser un équipement professionnel pour le malaxage du SikaGrout®-9400. Comme un rendement élevé est nécessaire, il est recommandé d'utiliser un mélangeur à action forcée de grande capacité (par exemple un mélangeur à cuve de grande capacité (>300 L) et d'une puissance minimale de 9 kW, par exemple DZ 300V 9 kW, 400 v, 50 Hz du producteur Inhera) et une pompe à piston / vis sans fin (par exemple Putzmeister P715 TD/ Putzmeister S5 EV).

Mélangeur à action forcée :

Capacité de ~300 L



~500 kg

Capacité de ~500 L



~880 kg

Pompes à piston et à vis sans fin :



S5 EV : pompe à vis sans fin 2L6*

Rendement de 7—40 L/min

Pression de 25 bar

Poids : 190 kg

2,29L x 0,68W x 0,65H



P715 TD : pompe à piston hydraulique diesel

Rendement de 4 – 17,4 m³/h

Pression de 68 bar

Poids : 1850 kg

4,2L x 1,5W x 1,6H

* Lors de l'utilisation de pompe à vis sans fin, les mesures particulières pour l'application à haute température doivent être suivies afin de réduire la chaleur excessive dans le mélange. Se référer à la section 12.2.

IMPORTANT – Ne pas utiliser d'équipement de malaxage continu ou d'équipement pour béton conventionnel pour malaxer le SikaGrout®-9400. Communiquer avec votre représentant technique Sika local pour obtenir des conseils.

5 SANTÉ ET SÉCURITÉ

5.1 Connaissances du risque



Les risques pour la santé et la sécurité liés au chantier de construction doivent être évalués et communiqués de manière adéquate. Se référer aux réglementations, lois et législations locales.

5.2 Équipement de protection personnel



Travailler de façon sécuritaire !

La manipulation ou le traitement de produits à base de ciment peut générer des poussières susceptibles de provoquer une irritation mécanique des yeux, de la peau, du nez et de la gorge.

Une protection oculaire appropriée doit être portée en tout temps lors de la manipulation et du malaxage des produits.

Des masques à poussière homologués doivent être portés pour protéger le nez et la gorge de la poussière.

Des chaussures de sécurité, des gants et d'autres protections cutanées appropriées doivent être portés en permanence.

Il faut toujours se laver les mains avec un savon approprié après avoir manipulé des produits et avant de consommer des aliments.

POUR DES INFORMATIONS DÉTAILLÉES, CONSULTER LA FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ RELATIVE AU PRODUIT.

5.3 Premiers soins



Consulter immédiatement un médecin en cas d'inhalation, d'ingestion ou de contact avec les yeux provoquant une irritation. Ne pas faire vomir sauf indication contraire du personnel médical.

Rincer abondamment les yeux à l'eau claire en soulevant occasionnellement les paupières supérieures et inférieures. Retirer immédiatement les lentilles de contact. Continuer à rincer les yeux pendant 10 minutes, puis consulter un médecin.

Rincer abondamment la peau à l'eau claire. Retirer les vêtements contaminés et poursuivre le rinçage pour dix (10) minutes, puis consulter un médecin.

POUR DES INFORMATIONS DÉTAILLÉES, CONSULTER LA FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ RELATIVE AU PRODUIT.

6 ENVIRONNEMENT

6.1 Nettoyage de l'équipement / des outils

Nettoyer tous les outils et l'équipement d'application avec de l'eau immédiatement après l'usage. Le matériau durci ne peut être retiré que par des moyens mécaniques.

6.2 Gestion de déchets



Éliminer les matériaux non désirés de manière responsable par l'intermédiaire d'une entreprise d'élimination des déchets agréée, conformément à la législation locale et/ou aux exigences des autorités régionales.

POUR DES INFORMATIONS DÉTAILLÉES, CONSULTER LA FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ RELATIVE AU PRODUIT.

7 PLANIFICATION

Il est essentiel de planifier les travaux afin de minimiser les imprévus pendant les opérations d'injection. C'est pourquoi, avant de commencer l'application du coulis, une rencontre doit être effectuée afin de coordonner les tâches de chaque membre de l'équipe et vérifier que tous les matériaux et équipements sont disponibles sur le chantier.

8 ÉTAPES RECOMMANDÉES POUR LA MISE EN PLACE DU COULIS

Les étapes d'application sont les suivantes :

1. Calculer la quantité de coulis requise. Effectuer une commande de matériaux.
2. Vérifier les prévisions météorologiques afin de planifier les mesures nécessaires à prendre pour l'application.
3. Organisation du temps et des pauses
4. Plans d'urgence
5. Approvisionnement en eau et en électricité
6. Préinspection du substrat. Méthodes de réparation
7. Travaux antérieurs. Préparation de l'équipement
8. Mise en place du coulis
9. Contrôle de la qualité
10. Méthode de mûrissement
11. Nettoyage des outils
12. Élimination des déchets
13. Inspection finale

8.1 Quantité de coulis

Le rendement du produit peut être déterminé avec la formule suivante (en supposant qu'il n'y ait aucune perte).

Calcul : rendement (L=litres) =
$$\frac{(\text{poids en poudre (kg)} + \text{poids en eau (kg)})}{\text{Densité du mélange (kg/L)}}$$

Considérant que : poids en eau 1 L = ~1 kg

Exemple :

Calculer la consommation d'un sac de 25 kg mélangé à un 1,95 L d'eau, lorsque la densité du matériau frais est de 2,4 g/cm³.

Rendement pour un (1) sac de 25 kg :
$$\frac{(25 + 1,95)}{2,4} = \sim 11,22 \text{ litres de mortier}$$

Par conséquent, le nombre de sacs requis pour 1 m³ de mortier est de :

Nombre de sacs par 1 m³ =
$$\frac{(1/\text{rendement}) \times 1000}{(1/11,22) \times 1000} = \sim 90 \text{ sacs} = 2250 \text{ kg}$$

Un supplément de 10 % doit être pris en compte pour le calcul de la quantité de coulis.

8.2 Surveillance des conditions météorologiques

Les températures et les conditions météorologiques jouent un rôle majeur dans l'application des matériaux à base de ciment, tels que :

- Temps de début et de fin
- Préparation du substrat
- Dosage en eau (durée de vie en pot, temps de manipulation)
- Temps de prise et développement de la résistance (développement plus lent lors de températures plus froides)
- Précautions particulières (par exemple : ajuster la température de l'eau lors de températures basses ou élevées, couvertures de mûrissement chauffantes, etc.) Se référer aux sections sur l'application à basse température ou haute température
- Protection de la zone d'application et de l'équipement
- Techniques de mûrissement

Pendant l'application, la température du support et la température ambiante doivent être enregistrées et contrôlées. L'humidité ambiante et la vitesse du vent doivent également être enregistrées et prises en considération pour le rapport en eau et les méthodes de mûrissement.

8.3 Pauses

Les pauses doivent être planifiées afin qu'il n'y ait pas d'interruption lors du malaxage, de maintenir un processus de coulée continu par fondation et d'éviter les arrêts pendant l'application.

8.4 Plans d'urgence

Certains imprévus peuvent être anticipés en cas de défaillance mécanique, de sous-estimation du coulis, de fuite du coffrage, etc. Pour certains équipements, il n'est pas possible d'en avoir deux pour chaque projet, cependant il peut s'avérer utile de savoir où se trouve le prochain équipement disponible, et qui contacter en cas d'urgence.

Il est recommandé d'avoir le matériel suivant à proximité afin d'éviter les imprévus et les délais :

- Une quantité supplémentaire de coulis (environ +10 à 20 %) (**IMPORTANT**)
- Un malaxeur de remplacement
- Mastic / mousse
- Une génératrice de remplacement (si possible)
- Des boyaux de remplacement (en cas de blocage). Il est recommandé de prévoir au moins le double de la distance de pompage des boyaux.

Les blocages sont une perte de temps et peuvent endommager l'équipement.

Vous trouverez ci-dessous une liste des causes courantes d'imprévus et des suggestions pour les réduire.

Item	Cause possible de blocage	Action pour réduire le risque
Équipement de malaxage	■ Entretien ■ Rouille et corrosion ■ Matériau durci ■ Assemblage incorrect	■ Effectuer un entretien régulier (se référer aux instructions du fabricant) ■ Inspecter toutes les pièces pour vérifier qu'elles ne sont pas usées et/ou endommagées ■ Retirer tout matériau durci ■ Assembler en conformité avec les instructions ■ Équipement de remplacement à disposition pour éviter les pannes
Équipement de pompage	■ Entretien ■ Rouille et corrosion	■ Entretien régulier (se référer aux instructions du fabricant)

	▪ Contamination ▪ Assemblage incorrect	▪ Inspecter toutes les pièces pour détecter les traces d'usure/dommages ▪ Retirer tout matériau durci ▪ Assembler en respectant les instructions
Alimentation électrique	▪ Garantir l'alimentation	▪ Deuxième source d'alimentation à proximité (génératrice)
Boyaux	▪ Boyaux endommagés ▪ Plis et torsion ▪ Boyau bloqué ▪ Températures extrêmes ▪ Succion ▪ Grains coincés dans la pompe ▪ La vis sans fin est trop petite pour la taille maximale du grain	▪ Conserver une double longueur de boyaux (boyaux de rechange) ▪ Étirer pour redresser ou adoucir les plis ▪ Utiliser des boyaux de courte longueur (lorsque possible) ▪ Nettoyer les boyaux en profondeur après chaque usage ▪ Utiliser un boyau d'un diamètre uniforme, ne pas réduire le diamètre dans les raccords ▪ Protéger les boyaux des conditions extrêmes pour éviter une prise prématurée du matériau ▪ Prémouiller complètement le boyau ▪ Surdosage en eau ▪ Sédimentation du coulis
Mortier prémélangé	▪ Mortier trop sec ▪ Mortier grumeleux ▪ Sédimentation ▪ Caractéristiques différentes	▪ Vérifier la quantité d'eau ▪ Malaxer jusqu'à homogénéité ▪ Vérifier la quantité d'eau ▪ Vérifier le temps de malaxage et les sacs utilisés
Conditions climatiques	▪ Températures extrêmes ▪ Durcissement rapide, faible écoulement ▪ Mortier trop fluide	▪ Abriter l'équipement, travailler la nuit ▪ Utiliser la quantité d'eau maximale, conditionner l'eau, protéger du soleil ▪ Vérifier la vitesse de mélange ▪ Ajuster le dosage de l'eau à basse température
Conditionnement	▪ Contamination ▪ Grumeaux durs	▪ Ouvrir les sacs avec soin ▪ Empêcher l'emballage de pénétrer dans le mélange ▪ Ne pas endommager les sacs, éviter de les mouiller, de les briser ou de les entreposer sans protection
Pauses et interruptions	▪ Durcissement du mortier dans l'équipement et le boyau	▪ Planifier les pauses avant le début des travaux ▪ Ne jamais laisser le mortier malaxé sans surveillance ▪ Maintenir l'agitation du coulis ▪ Maintien d'un flux continu de matériaux ▪ Pas d'interruptions pendant les travaux d'injection
Contamination du mélange	▪ Particules étrangères ▪ Changement de produit ▪ Caractéristiques différentes du mortier	▪ Protéger l'équipement ▪ Nettoyer en profondeur ▪ Ne pas huiler les pièces en contact avec le mortier

8.5 Approvisionnement en eau et en électricité

L'alimentation de l'équipement doit être approuvée pour l'utilisation sur le chantier. Il est important de toujours se conformer aux lois et restrictions locales lors de l'utilisation d'équipements à moteur diesel. Lors de l'utilisation d'un moteur électrique, il importe de vérifier que la tension requise est disponible sur le chantier. Vérifier qu'il y a suffisamment d'eau propre sur le chantier pour remplir les collecteurs ou les conteneurs GRV.

8.6 Travaux préparatoires

- Mise en place de l'équipement de malaxage et de pompage. Le placer aussi près que possible de la base de la tour.
- Vérification du bon fonctionnement de l'équipement, y compris de l'alimentation en électricité et en eau, avant le début des opérations d'injection.
- Vérifier que les quantités de coulis et d'eau suffisantes soient disponibles sur le chantier. Calculer le volume requis de coulis nécessaire à l'application en utilisant les équations de la section 8.1 : Quantité de coulis. Veiller à ce qu'une quantité suffisante de matériau soit disponible sur le chantier pour compléter le projet. Il est important de prévoir au moins 10 % de matériau supplémentaire.
- Vérifier que les dispositifs de contrôle de qualité sont prêts, y compris le nombre approprié de moules pour les échantillons de contrôle de qualité.
- Vérifier la longueur des boyaux, leur disposition et les raccords. Si possible, n'utiliser qu'une longueur de boyau. Il est obligatoire de ne pas avoir une réduction du diamètre au niveau des raccords. Ne pas utiliser de boyaux hydrauliques.



- Préparer les lignes de coulis : Les lubrifier avec un coulis à base de ciment et d'eau. La longueur de boyau recommandée pour éviter de déplacer l'équipement de pompage est au moins deux fois le diamètre du socle (vérifier les spécifications du projet). Le diamètre intérieur minimum recommandé pour les boyaux est de 50 mm (2 po). Des diamètres de boyaux plus importants et/ou des longueurs de boyaux plus courtes peuvent être choisis afin de faciliter l'injection du coulis.
- Vérifier que le substrat est correctement préparé et prémouillé avant de commencer les procédures d'injection du coulis.

9 PRÉPARATION DU SUBSTRAT

9.1 Préinspection

Le substrat en béton de la zone à injecter doit être inspecté à l'avance pour vérifier l'absence de fissures et d'autres défauts. Toute surface endommagée détectée doit être signalée au superviseur.

La distance de dégagement entre la fondation et la plaque de base doit être vérifiée à intervalles réguliers de l'intérieur et de l'extérieur et communiquée au superviseur pour qu'il vérifie à nouveau le taux de consommation de coulis. L'épaisseur d'application doit être comprise entre 25 mm et 600 mm (1 po et 24 po). Ne pas dépasser l'épaisseur maximale de la couche ; contacter votre représentant Sika local pour obtenir des conseils.

Vérifier au moins 12 points opposés (ou selon les instructions du superviseur ou du fabricant) pour vous assurer que la distance entre le coffrage et la section de la bride (bord intérieur et extérieur de la tour) est au moins égale au minimum spécifié dans les plans du projet.

9.2 Béton

Le substrat de béton doit être complètement propre, en bon état, sain et exempt de poussière, matériaux friables, contamination de surface et de matériaux qui pourraient nuire à l'adhérence. Le béton délaminé, friable, endommagé ou détérioré doit être retiré par des moyens mécaniques appropriés (par exemple, scarification douce et jet d'eau à haute pression >200 bar [2900 lb/po²]).

Ne pas vibrer le coulis, ceci pourrait causer une ségrégation et un ressuage. Éliminer les sources de vibration avant de commencer l'application du coulis.

Il est obligatoire de prémouiller le substrat de béton avant l'application du coulis. Se référer à la section 9.6.

Vérifier la température des éléments suivants :

- Température du béton entre les coffrages ($2\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$ [$36\text{ °F} < T \leq 104\text{ °F}$])
- Température des sections et brides d'acier ($2\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$ [$36\text{ °F} < T \leq 104\text{ °F}$])
- Température du béton à l'extérieur du coffrage ($2\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$ [$36\text{ °F} < T \leq 104\text{ °F}$])
- Température du coffrage d'acier ($2\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$ [$36\text{ °F} < T \leq 104\text{ °F}$])
- Température de l'eau environ $18\text{—}22\text{ °C}$ ($65\text{—}72\text{ °F}$) (lors d'application à basse température) et environ $5\text{—}10\text{ °C}$ ($41\text{ °F}\text{—}50\text{ °F}$) (lors d'application à température élevée)
- Température des sacs / poudre $\sim 17\text{--}25\text{ °C}$ ($63\text{ °F}\text{—}77\text{ °F}$)
- Température ambiante / humidité relative ($2\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$ [$36\text{ °F} < T \leq 104\text{ °F}$] / H.R. <90 %)
- Température de malaxage du coulis mesurée dans la trémie de la pompe < 35 °C (95 °F)

La température optimale du substrat est de **$21\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ($70\text{ °F} \pm 41\text{ °F}$)**. Ne pas appliquer le coulis sur un substrat gelé ou à une température de moins **$+2\text{ °C}$ ($+36\text{ °F}$)** ou des surfaces de plus de **$+40\text{ °C}$ ($+104\text{ °F}$)** pendant et après l'application.



Pour plus d'informations, se référer aux sections « applications à températures élevées » et « applications à températures basses ».

9.3 Barres filetées et boulons d'ancrage

Afin d'éviter les fissures lors de la post-tension des ancrages pendant l'érection de la tour, vérifiez que la partie supérieure des barres filetées a été correctement recouverte d'une bande de décollement (~6 mm [1/4 po] d'épaisseur) avant de commencer l'application du coulis. Pour ce faire, des manchons préfabriqués ou du ruban pour conduit peuvent être utilisés. En cas d'utilisation de manchons préfabriqués, ceux-ci doivent être légèrement plus courts que l'épaisseur minimale de coulis prévue (~0,5 – 1,0 cm [13/64 po–25/64 po]) afin de permettre à l'air de s'échapper pendant les opérations d'injection de coulis. Cette dernière section de 0,5 à 1,0 cm (13/64 po–25/64 po) doit être recouverte de ruban adhésif. Sceller les extrémités avec le mastic Sikaflex® approprié.

9.4 Cales et plaques de nivellement

Les recommandations du concepteur et du fabricant doivent toujours être suivies avant toute déclaration figurant dans le présent document.

Utiliser des cales rondes, si possible, pour minimiser l'entraînement d'air et les risques de fissuration.

Utiliser les cales pour garantir l'épaisseur du coulis, définie par la différence de niveau entre le socle et la face supérieure des cales. Vérifier l'horizontalité de tous les points d'appui à l'aide d'un niveau théodolite.

Il est recommandé de marquer l'emplacement des cales de nivellement et de porter une attention particulière lors des opérations de jointoiement afin de minimiser les espaces vides.

9.5 Coffrages

Le coffrage doit être plus haut que le dessous de la plaque de base pour éviter les débordements, permettre un mûrissement à l'eau et, si possible, créer une hauteur de pression typiquement supérieure à 20–30 mm (25/32 po–3/16 po), comme indiqué par le concepteur. Le coffrage ne doit pas absorber l'eau ou l'humidité. Ne pas utiliser de coffrages en aluminium ou en bois. Il est recommandé d'utiliser des raidisseurs métalliques pour assurer la courbure et la position du coffrage tout au long du processus d'injection.

Des agents de décoffrage doivent être appliqués sur le coffrage avant sa mise en place afin de ne pas contaminer le substrat. Les coffrages doivent être étanches à l'eau et conçus de manière à éliminer l'excès d'eau après le prémouillage.

Utiliser la mousse expansive Sika Boom® pour sceller l'espace entre le coffrage et la fondation.

Le substrat exposé doit être protégé pour empêcher la pénétration de débris ou de contaminant jusqu'à ce qu'il soit prêt pour l'application du coulis.

Le coffrage doit être inspecté 24 heures avant la mise en place du coulis afin d'en confirmer l'intégrité, le placement et l'étanchéité. Toutes mesures correctives doivent être complétées avant le début des opérations de coulis. Il est recommandé d'appliquer le coulis à au moins 10 mm (25/64 po) au-dessus du niveau inférieur de la bride, à moins que le projet n'en dispose autrement.

Un ruban isolant peut être collé autour du périmètre de la plaque de base pour permettre une certaine dilatation thermique de la tour contre le coulis - selon les instructions du prescripteur. Veiller à ce que le ruban isolant adhère suffisamment à la surface lors de températures froides ou de conditions à haute humidité. Positionner le ruban isolant au-dessus du niveau inférieur de la bride (dans les côtés extérieurs et intérieurs) de façon à éviter l'emprisonnement d'air. Utiliser le ruban isolant comme indications du niveau de remplissage maximum. Retirer le ruban isolant après la mise en place du coulis, nettoyer soigneusement et remplir l'espace avec un mastic SikaFlex® pour empêcher les infiltrations d'eau.

9.6 Prémouillage du substrat

Les surfaces de béton doivent être saturées avec de l'eau propre jusqu'à l'obtention d'une surface saturée superficiellement sèche (SSS) 24 heures avant l'application du SikaGrout®-9400.

Juste avant l'application, retirer le surplus d'eau, à l'aide d'une éponge propre pour les petites surfaces ou par pression d'air pour les grandes surfaces. Veiller à ce qu'il ne reste aucune eau stagnante sur la surface. La surface doit présenter une apparence foncée et matte, sans aucune brillance, les pores et les creux de surface ne doivent pas contenir d'eau (SSS). Utiliser de l'air sous pression (sans huile) pour évacuer l'excès d'eau dans les zones difficiles d'accès. La surface ne doit pas sécher avant l'application.

10 MALAXAGE

Le malaxage du SikaGrout®-9400 doit être réalisé uniquement avec de l'eau potable propre, sans aucun autre ajout. Le rapport de malaxage du SikaGrout®-9400 est entre 6,8 % et 8,6 %, ce qui représente entre 1,70 L et 2,20 L (0,44 US gal and 0.58 US gal) d'eau par 25 kg (55,1 lb) de poudre. La quantité d'eau requise pour le malaxage du SikaGrout®-9400 dépendra de la température ambiante. Le tableau ci-dessous présente les quantités d'eau requises selon les différentes températures. Ne pas utiliser des quantités d'eau au-delà de ces limites maximales et minimales. Utiliser des techniques précises pour mesurer les quantités d'eau.

Teneur en eau par sac de 25 kg (55 lb)

Unité	2 °C–15 °C (35,6 °F–59 °F)	16 °C–25 °C (60,8 °F–77 °F)	26 °C–30 °C (78,8 °F–86 °F)	31 °C–35 °C (87,8 °F–95 °F)	36 °C–40 °C (96,8 °F–104 °F)
Métrique (L)	1,70	1,75 ± 0,05	1,85 ± 0,05	1,95 ± 0,05	2,15 ± 0,05
Impérial (gal US)	0,44	0,46 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,51 ± 0,01	0,56 ± 0,01

Le malaxage doit toujours être effectué conformément aux recommandations contenues dans la fiche technique du produit (PDS) la plus récente.

Se référer à la section 4.5 de ce guide de procédure pour des informations sur l'équipement de malaxage approprié.

11 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Les recommandations de contrôle de la qualité suivantes doivent être effectuées pendant le processus de mise en place du coulis (avant, pendant et après). Tous les résultats doivent être consignés.

[A] Contrôle de la qualité du substrat – Avant et après la préparation

Caractéristiques	Références	Fréquence	Paramètres
Propreté du béton	Visuelle	Après la préparation et immédiatement avant l'application	Aucune contamination, particules friables ou défauts
Défauts	Visuelle	Après la préparation	Aucun dommage ni fissure dans le béton
Rugosité	Visuelle	Après la préparation	Rugosité minimale de 2 mm, un substrat trop rugueux affectera l'écoulement

Coffrage	Visuelle	Après la préparation	Solide, non absorbant, étanche et sans agent de décoffrage sur la surface
Surface mouillée	Visuelle	Après la préparation	Aucun surplus d'eau ni d'eau stagnante (SSS)

[B] Conditions climatiques – Avant et pendant l'application

Caractéristique	Références	Fréquence	Paramètres
Température (ambiante et substrat)	Consigner	Pendant l'application	Dans les limites de la fiche technique
Humidité ambiante	Consigner	Pendant l'application	Dans les limites de la fiche technique
Précipitation	Consigner	Pendant l'application	Conserver les données et fournir une protection

[C] Contrôle de la qualité du coulis – Pendant le malaxage et l'application

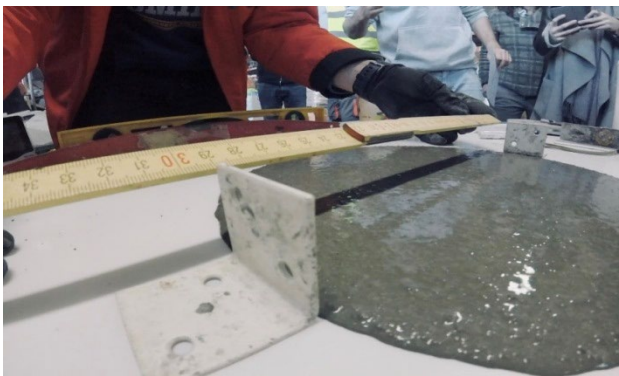
Caractéristique	Références	Fréquence	Paramètres
Conditionnement	Visuelle	Tous les sacs	Aucun dommage
Numéro de lot	Visuelle	Tous les sacs	Conserver les données
Aspect du produit à l'état sec	Visuelle	Tous les sacs	Lâche, sans grumeaux et non compacté
Matériau malaxé	Visuelle	Pendant le malaxage	Homogène, sans grumeaux, aucune poudre sèche non mélangée
Ressuage Ségrégation	Visuelle	Après le malaxage	Aucun ressuage ni ségrégation
Résistance à la compression	ASTM C109/ EN 196	Nombre d'échantillons par essai selon les exigences du concepteur	Intervalle des essais et dimension des échantillons selon les exigences du concepteur ex : 1, 3, 7, 28 jours
Caractéristique d'écoulement : méthode d'écoulement	ASTM C230 EN 13395-1	Tous les mélanges	Diamètre de 300 mm (11,8 po) – Mesurer à la 5 ^e minute après avoir récupéré le matériau dans le boyau

Le contrôle de la qualité du coulis doit être effectué à proximité de la tour. Une surface stable et plane doit être prévue pour vérifier les caractéristiques d'écoulement. La zone doit être couverte et protégée du vent, de la pluie et des rayons directs du soleil.

Les moules à prisme et à cube doivent être préparés à proximité de la tour d'application en prenant des dispositions pour protéger les échantillons jusqu'à ce qu'ils soient transportés pendant après un minimum de 24 heures dans un laboratoire d'essai agréé, par exemple dans un conteneur, une boîte entièrement isolée, etc. Les échantillons ne doivent pas être transportés pendant que le coulis est frais. Au cours de la phase de planification, l'institut d'essai agréé doit envoyer au superviseur un guide de procédures détaillant les modalités de préparation, de stockage et de transport des échantillons du chantier au laboratoire.

[D] Contrôle de la qualité du coulis – Après l’application

Caractéristique	Références	Fréquence	Paramètres
Défauts	Visuelle	28 jours après l’application	Aucun défaut
Remplissage sous la plaque de base	Visuelle	Après avoir retiré le mûrissement	Aucun vide



12 PROCÉDURES DE POMPAGE

12.1 Application – mise en place du coulis

- Le coulis doit être mis en place le plus rapidement possible après avoir été correctement mélangé et déchargé. Utiliser le coulis environ 5 à 15 minutes après le malaxage afin de profiter des propriétés d'écoulement. Le coulis est placé dans la trémie de la machine et est pompé par un boyau jusqu'au point de placement. La mise en place du coulis doit être terminée pendant la durée de vie en pot du premier mélange (jusqu'à 180 minutes à +20 °C [+68 °F]).
- Introduire le coulis dans le boyau de bas en haut pour chasser l'air et maintenir l'élan. Le point de décharge peut être déplacé lentement le long du côté de la plaque et déplacé à la même vitesse que la face du coulis se déplace le long de la plaque sur le côté opposé.
- Commencer le processus de pompage contre le coffrage temporaire installé sous la bride en T et radiale dans la tranchée pour empêcher le coulis de s'écouler dans deux directions. Il permettra de contrôler le joint entre le coulis frais et le coulis mis en place, en s'assurant qu'il est vertical. Une fois que la quasi-totalité du coulis nécessaire a été coulée, ce coffrage temporaire doit être retiré avec précaution afin de pouvoir terminer la mise en place du coulis. Le nombre de coffrages temporaires doit être défini en fonction des exigences du projet et des conditions du chantier.
- Ne pas tenter de modifier la direction du coulis, car le pompage à partir de différentes positions risque d'emprisonner de l'air.
- Assurer un pompage continu pour éviter l'emprisonnement d'air et prévenir l'arrêt de l'écoulement du coulis. Continuer à pomper jusqu'à ce que le niveau du coulis soit au-dessus de la plaque de base inférieure, comme indiqué précédemment dans ce guide de procédure d'installation.
- Vérifier constamment les angles internes et externes du coulis pour assurer un remplissage complet.
- Ne pas utiliser de chaînes, celles-ci pourraient emprisonner l'air.
- Ne pas vibrer le coffrage ou le coulis, ceci pourrait causer un ressuage ou une ségrégation du coulis. Veiller à éliminer ou éteindre toute source de vibration avant la mise en place du coulis.
- Couvrir la zone à injecter avec de la toile de jute, un géotextile, etc., sur tous les côtés de façon à empêcher le séchage prématuré de la surface en raison du vent sous la plaque de base.



Séchage prématuré de la surface en raison du vent



Protection de la zone contre les rayons directs du soleil et le vent

- La coulée en phase est possible en divisant les grands volumes ou les longues distances en sections gérables (un maximum de 3 sections dans des circonstances critiques). Lors de conditions climatiques chaudes, il est recommandé de le faire sans l'utilisation de coffrages temporaires, en une coulée, afin de réduire les joints de reprise. Dans ce cas, le boyau de pompage sera déplacé derrière la langue de coulis, en gardant une distance d'au moins un (1) mètre. La décision de diviser les sections doit être déterminée lors de la planification et doit être approuvée par le superviseur. Lors de la détermination du nombre de phases, il est important de considérer les éléments suivants :

- Conditions de température
- Rugosité du substrat
- Distance entre la plaque de base et la fondation
- Obstacles
- Fluidité du coulis
- Charge de pression



12.2 Application à températures élevées 28 °C (82 °F)

La plage de température pour l'application du SikaGrout®-9400 varie entre +2 °C et +40 °C (+36 °F et +104 °F), +20 °C (68 °F) étant la température optimale. Éviter si possible, mais lorsqu'il est prévu que la température maximale de la journée soit >+35 °C (+95 °F), couvrir la zone d'application générale pendant deux ou trois (2-3) jours avec des membranes blanches et la protéger des rayons directs du soleil. Certains projets peuvent ne pas autoriser l'injection de coulis pendant la journée à des températures supérieures à +35 °C (+95 °F). Vérifier les exigences avec le superviseur avant de commencer les travaux.

Prémouiller la surface avec de l'eau froide (< 20 °C [68 °F]) 24 heures avant la mise en place du coulis, maintenir la surface saturée et couverte. La température du substrat au moment de l'application doit être optimale, entre <+21 °C et 27 °C (70 °F et 81 °F). Protéger la zone de travail de la lumière directe du soleil à l'aide d'abris temporaires ou d'auvents. Ne pas mélanger ou exposer l'équipement, les matériaux ou l'application aux rayons directs du soleil.

Entreposer le SikaGrout®-9400, l'eau et l'équipement dans des entrepôt climatisés (<15 °C [59 °F]), si la température ambiante est de plus de 35 °C [95 °F]). La température du coulis au moment de l'application doit être optimale, entre <+21 °C et 27 °C (70 °F et 81 °F), plus frais si possible. Appliquer le coulis lorsque les températures sont en baisse. Utiliser de l'eau froide (refroidie avec un refroidisseur d'eau) pour le malaxage. Si le chantier ne dispose pas d'un refroidisseur d'eau, ajouter de la glace dans l'eau de gâchage et attendre que la glace soit fondue avant de l'utiliser. Ne pas ajouter de glace ou de glace sèche dans le coulis. Afin de réduire la température rapidement, de la glace pilée peut être utilisée. Dans ce cas, l'eau doit être filtrée et tamisée avant d'être versée dans le malaxeur. La température de l'eau doit être supérieure à 2 °C (37 °F).

Si le malaxeur est chaud, le refroidir en le chargeant d'eau froide ou glacée. Ceci évitera de réchauffer le coulis. Le pompage avec une conduite de pompe chaude dans un boyau chaud peut provoquer des blocages. Pour éviter cela, le boyau et l'équipement de pompage doivent être protégés des rayons directs du soleil. La pompe peut être refroidie en la remplissant d'eau froide ou d'une boue de ciment réfrigérée avant l'application. Le matériau de lubrification réfrigéré doit être complètement déchargé et jeté avant de pomper le coulis. De plus, le boyau peut être peint en blanc ou recouvert d'un matériau isolant réfléchissant.

Placer des membranes blanches ou un matériau semblable sur les boyaux pour les garder au frais et réfléchir les rayons du soleil, et si possible, ne pas utiliser de boyaux noirs, car ils augmentent la température du mélange. Si la température à l'intérieur de la tour est de plus de 30 °C (86 °F), l'intérieur de la tour doit être climatisé pendant au moins 6 heures avant et 24 heures après la mise en place du coulis.

Une fois le coulis prêt, effectuer un mûrissement en immersion à l'eau. Conserver la méthode de mûrissement pendant au moins trois (3) jours après l'application.

Toutes les mesures sont données à titre indicatif et doivent être approuvées par le superviseur lors de la phase de planification, ces mesures doivent être consignées dans le guide de procédures d'installation.



12.3 Application à températures basses 5 °C (41 °F)

Éviter si possible, mais lorsqu'il est prévu que la température minimale de la journée soit entre 0 °C et +5 °C (32 °F et 41 °F), couvrir la zone d'application générale pendant deux ou trois (2-3) jours. Utiliser un système de protection thermique et des chaufferettes approuvées pour le chantier afin de réchauffer sous les couvertures et à l'intérieur de la tour (au besoin) pendant au moins un à deux (1 à 2) jours avant la mise en place du coulis.

Prémouiller la surface avec de l'eau chaude (+25 °C [77 °F]) 24 heures avant la mise en place du coulis, maintenir la surface saturée et couverte. Ne pas laisser la surface geler. Retirer le surplus d'eau avant la mise en place du coulis.

La température du substrat au moment de l'application doit être de >+2 °C (37 °F). Si la surface de béton a un rebord, il est possible de la remplir avec de l'eau et d'utiliser un élément chauffant pour conserver la chaleur de l'eau stagnante.

Entreposer le SikaGrout®-9400, l'eau et l'équipement à environ 21 °C (70 °F), dans un entrepôt à température contrôlée. La température du coulis au moment de l'application doit être optimale, entre +15 °C et 21 °C (15 °F et 70 °F).

Mettre en place le coulis lorsque les températures augmentent et ne pas effectuer l'application la nuit. Après la mise en place, utiliser des couvertures de mûrissement isolantes ou des couvertures chauffantes pendant deux (2) jours pour protéger le coulis frais des températures froides et du gel.

Utiliser un système de tente chauffée lorsque la température d'application est de <0 °C (32 °F) et maintenir la tente à une température de ~+21 °C (70 °F) pendant deux (2) jours avant et un (1) jour après la mise en place du coulis.

Toutes les mesures sont données à titre indicatif et doivent être approuvées par le superviseur lors de la phase de planification, ces mesures doivent être consignées dans le guide de procédures d'installation.

12.4 Mûrissement

Le mûrissement est essentiel pour éviter un séchage prématuré qui pourrait causer des fissures et des problèmes de décollement. La procédure de mûrissement doit être approuvée par le superviseur en respectant les instructions du fabricant de l'éolienne.

Protéger le coulis frais d'un séchage prématuré immédiatement après l'application. Utiliser les techniques suivantes pour protéger le coulis frais :

- Un agent de mûrissement approprié, tel que Sikafloor® WB-18
- Mûrissement en immersion pour au moins trois (3) jours ou tel qu'indiqué dans les spécifications du projet

Des méthodes de mûrissement supplémentaires peuvent être utilisées, notamment :

- Jute, toile de jute ou tissu semblable, mouillé
- Mûrissement en immersion
- Géotextiles
- Feuilles de plastiques blanches (réfléchissant le soleil)
- Feuilles de plastiques noires (températures froides)
- Autres membranes appropriées

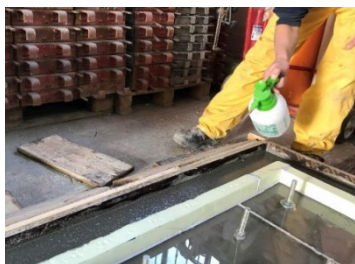
L'application doit être protégée du vent, de la pluie, du gel et des rayons directs du soleil. La période de mûrissement dépend des conditions ambiantes. En cas de températures chaudes et de faible humidité, l'application doit être maintenue humide afin d'éviter un séchage prématuré. Veiller à toujours respecter les spécifications du fabricant.

Une fois le coulis prêt, appliquer un agent de mûrissement sur la surface du coulis, tel que décrit dans la fiche technique de l'agent de mûrissement. Pour un mûrissement en immersion, lorsque le coulis est prêt, le faire mûrir sous une couche d'eau. La méthode de mûrissement doit être maintenue pendant au moins trois (3) jours. Veiller à respecter la procédure du fabricant.

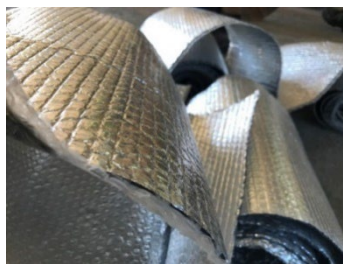
Des méthodes supplémentaires peuvent être utilisées pour éviter l'évaporation d'eau ou le changement de température de l'eau. Ces méthodes sont les suivantes :

- Tissus, jute ou géotextiles propres et humides
- Feuilles de plastique (polyéthylène) ou autres membranes appropriées
- Protection au moyen de plaque de polystyrène extrudé
- Tapis d'isolation ou tapis thermiques, couvertures de mûrissement isolantes ou couvertures chauffantes, feuille d'aluminium à bulles, en cas de températures froides, pour maintenir l'eau de mûrissement à environ 10 °C (50 °F) ou à environ 22 °C (72 °F) en cas de température chaude
- Appliquer des feuilles de plastique blanches (réfléchissant les rayons du soleil lors de conditions chaudes) ou des feuilles de plastique noires (lors de températures froides)

Conserver la méthode de mûrissement jusqu'à la prise finale du coulis, sauf si indiqué autrement. La prise finale peut être observée lorsque la pointe d'une truelle ne peut plus pénétrer le coulis. Retirer la méthode de mûrissement lorsque la résistance à la compression est de ≥ 40 MPa (5800 lb/po²) ou **telle qu'indiquée**.



METHOD STATEMENT
SikaGrout-9400
February, 2024, V2



EN/Corporate/Translation template
For local translation



13 MENTIONS LÉGALES

Les informations contenues dans le présent document et tout autre conseil sont donnés de bonne foi sur la base des connaissances et de l'expérience actuelles de Sika concernant les produits lorsqu'ils sont correctement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales conformément aux recommandations de Sika. Les informations s'appliquent uniquement aux applications et aux produits expressément mentionnés dans le présent document et sont basées sur des tests de laboratoire qui ne remplacent pas les tests pratiques. En cas de modification des paramètres de l'application, tels que les changements de substrats, etc., ou en cas d'application différente, consultez le service technique de Sika avant d'utiliser les produits Sika. Les informations contenues dans le présent document ne dispensent pas l'utilisateur des produits de les tester pour l'application et l'usage prévus. Toutes les commandes sont acceptées sous réserve de nos conditions de vente et de livraison en vigueur. Les utilisateurs doivent toujours se référer à la version la plus récente de la fiche technique locale du produit concerné, dont des copies seront fournies sur demande ou en consultant notre site Internet à www.sika.ca.

SIKA SERVICES AG
Target Market
REFURBISHMENT
601, Avenue Delmar
Pointe-Claire, QC H9R 4A9
Canada
www.sika.ca

Version fournie par
Ozgun Ozeren
Mail : ozeren.ozgun@de.sika.com