

# Kiln Tracker<sup>®</sup>

MANUEL GENERAL  
DE L'UTILISATEUR  
DU SYSTEME

*à utiliser avec*

**insight**  
software

Edition I





A Fluke Company

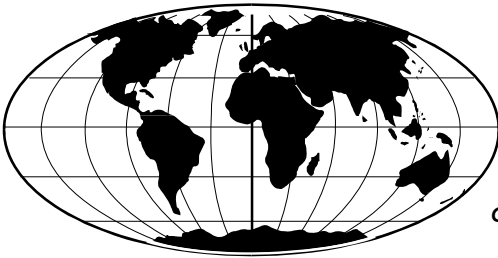
# Kiln Tracker®

## Manuel général de l'utilisateur du système

à utiliser avec

**insight**  
software

Edition I



*Datapaq est le premier fabricant au monde d'instruments de contrôle des températures de traitement. Notre société maintient sa position de leader grâce au développement continu de ses systèmes Tracker, évolués et faciles à utiliser.*

### **Europe & Asia**

Datapaq Ltd.,  
Lothbury House, Cambridge  
Technopark, Newmarket Road,  
Cambridge CB5 8PB, UK  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
E-mail [sales@datapaq.co.uk](mailto:sales@datapaq.co.uk)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

### **North & South America**

Datapaq, Inc.,  
3 Corporate Park Dr., Unit I,  
Derry,  
NH 03038, USA  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
E-mail [sales@datapaq.com](mailto:sales@datapaq.com)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

© Datapaq Ltd., Cambridge, Royaume-Uni 2004

Tous droits réservés

Datapaq Limited n'émet aucune assertion ou garantie de quelque sorte que ce soit sur le contenu de ce document, et rejette particulièrement toute responsabilité implicite de qualité loyale et marchande ou d'aptitude pour un but quelconque. Datapaq n'est pas responsable des éventuelles erreurs ou omissions contenues dans ce document ou de tout dommage fortuit ou consécutif résultant de la fourniture, des performances ou de l'utilisation du logiciel Datapaq, du matériel associé ou de ce matériel.

Datapaq Limited se réserve le droit de réviser de temps à autre cette publication et d'apporter des modifications au contenu de ce manuel sans obligation d'avertir qui ce soit de telles révisions ou modifications.

Datapaq et le logo Datapaq et Kiln Tracker sont des marques déposées de Datapaq.  
Microsoft et Windows sont des marques déposées de Microsoft Corporation.

Les manuels de l'utilisateur sont disponibles dans d'autres langues. Veuillez contacter Datapaq pour de plus amples informations.

# MESURES DE SECURITE

Pour utiliser les équipements Datapaq en toute sécurité, vous devez toujours :

- Suivre scrupuleusement les instructions.
- Ne négligez aucun des avertissements figurant sur l'équipement.



Indique un **danger potentiel**.

Sur les équipements Datapaq, ce symbole signale généralement une haute température. Nous vous recommandons cependant de consulter le manuel pour obtenir un complément d'information.



Indique une **haute température**.

Ce symbole figure sur les équipements Datapaq lorsque leur surface peut être extrêmement chaude ou extrêmement froide et causer des brûlures corporelles.

# TABLE DES MATIERES

## ***Introduction*** 9

A propos de ce manuel 9

## ***Thermocouples*** 11

Thermocouples pris en charge par les systèmes Datapaq 12

## ***Principes d'utilisation des boucliers thermiques*** 13

Les boucliers thermiques en quelques mots 13

Eléments de base 14

## ***Thermocouples pour four tunnel*** 17

Sélection 17

Isolation 17

Applications standard 18

## ***Boucliers thermiques pour fours tunnels*** 23

Sélection du bouclier thermique 24

Spécifications des boucliers thermiques 26

## ***Traitement au four tunnel*** 29

Sélection de l'emplacement du bouclier 29

Détermination du dégagement sous wagon 30

Montage du bouclier thermique 31

Installation du bouclier thermique 34

Installation des thermocouples 35

Test des thermocouples 38

Les enregistreurs de données en quelques mots 39

Programmation de l'enregistreur de données 39

Installation de l'enregistreur de données 40

Remplissage d'eau du bouclier thermique 42

**Récupération du système dans les fours tunnels 45**

Mesures de sécurité 45

Désassemblage du système 45

Transfert des données 46

**Boucliers thermiques pour fours à rouleaux 47**

Sélection du bouclier thermique 47

Spécifications des boucliers thermiques 48

**Traitement au four à rouleaux 51**

Thermocouples de four à rouleaux 51

Vérification du chargement sur les rouleaux 51

Détermination des restrictions de hauteur 51

Installation des thermocouples 52

Assemblage du système 53

Installation du système dans le four 58

**Récupération du système dans les fours à rouleaux 61**

Désassemblage du système 61

Transfert des données 61

**Entretien et maintenance 63**

Boucliers thermiques 63

Thermocouples 63

Fiches de thermocouple 63

**Dépannage 65**

Matériel 65

**INDEX 67**



# Introduction

Les thermocouples à point fixe d'installation permanente fournissent des indications utiles, bien que limitées à une zone, sur la température des fours. Ils ne reflètent cependant pas les températures auxquelles sont soumises les produits. Le système Kiln Tracker® de Datapaq® apporte une réponse efficace à la tâche difficile, mais essentielle, de profilage du produit et des températures du four au cours d'une opération normale.

Le dispositif matériel du système Kiln Tracker se compose de thermocouples pour mesurer la température, d'un enregistreur de données et d'un bouclier thermique spécial. Cette combinaison donne naissance à un système d'acquisition de données indépendant qui peut circuler dans le four, contrôler le produit et la température ambiante, sans câbles traînants.

Ce logiciel compatible Windows™ se caractérise par sa simplicité d'utilisation, mais aussi par les performances de ses outils d'analyse, à la pointe de la technologie. Il fonctionne comme un outil de contrôle qualité, de diagnostic et d'investigation. Lors du processus de contrôle, le système compare les caractéristiques de température actuelles avec les données de référence stockées et les courbes cibles, afin de détecter les dysfonctionnements. Le processus de diagnostic repose sur des techniques d'analyse novatrices qui permettent d'identifier les problèmes, d'améliorer le traitement et de réduire les frais d'exploitation.

Bien que les systèmes s'appliquent généralement à des traitements en continu, ils peuvent également être utilisés dans le cadre de traitements occasionnels ou périodiques.

## A propos de ce manuel

Ce manuel contient des informations destinées à tous les utilisateurs, débutants ou expérimentés, du système Kiln Tracker de Datapaq. Ces informations s'appliquent généralement à toutes les applications avec four. La pertinence des chapitres dépend de votre connaissance du système et des informations que vous y recherchez.

**Thermocouples** : informations relatives aux types de thermocouples utilisés pour les différentes applications avec four.

**Principes d'utilisation des boucliers thermiques** : décrit le système d'évaporation contrôlée utilisé dans la gamme des boucliers pour fours et les avantages de ce système par rapport à la technologie des boucliers traditionnels.

**Thermocouples pour four tunnel** : décrit les thermocouples propres aux applications avec four tunnel.

**Boucliers pour four tunnel** : informations relatives aux performances des boucliers à évaporation contrôlée utilisés dans les fours tunnels.

**Traitement au four tunnel** : décrit les étapes de configuration et de réalisation d'un test, à savoir :

- mise en place du système et des sondes ;
- mesure des températures sous le wagon ;
- installation du bouclier et de l'enregistreur ;
- installation des thermocouples ;
- remplissage d'eau d'un bouclier ;
- lancement du test.

**Récupération du système dans les fours tunnels** : indique comment retirer le système du four après le test et comment transférer les informations à partir de l'enregistreur de données.

**Boucliers pour four à rouleaux** : donne des informations relatives aux performances des boucliers à évaporation contrôlée utilisés dans les fours à rouleaux.

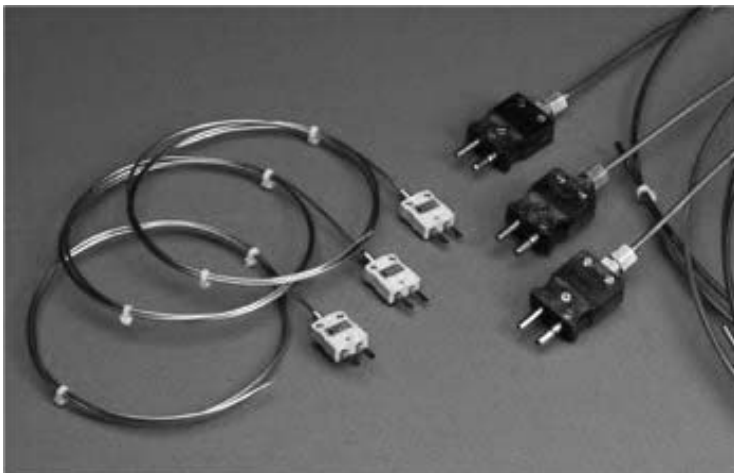
**Traitement au four à rouleaux** : décrit les étapes de configuration et de réalisation d'un test, à savoir :

- sélection des thermocouples ;
- vérification des restrictions de hauteur ;
- installation du bouclier et de l'enregistreur ;
- installation de la couverture externe ;
- installation des thermocouples ;
- lancement du test.

**Récupération du système dans les fours à rouleaux** : indique comment retirer le système du four après le test et comment transférer les informations à partir de l'enregistreur de données.

**Dépannage, Entretien et maintenance** : fournit des conseils pratiques sur la détection des erreurs et la surveillance du système.

# Thermocouples



*Four à rouleaux (à gauche) et four tunnel (à droite) équipés de thermocouples de type K.*

Les thermocouples utilisent l'effet Seebeck, découvert au XIX<sup>ème</sup> siècle, qui se traduit par l'apparition d'une tension proportionnelle à la température relevée au point de contact de deux métaux différents.

La tension réelle mesurée est proportionnelle à l'écart de température entre les bornes de raccordement "chaudes" et "froides" des thermocouples, la borne "chaude" représentant le point de mesure et la borne "froide" le point de contact entre le thermocouple et l'instrument de mesure.



*Vue détaillée des bornes de raccordement chaudes du thermocouple.*

Dans la pratique, la mise en place de thermocouples requiert un dispositif électronique sophistiqué, afin d'éviter tout risque d'erreur de mesure. Ces erreurs potentielles peuvent générer des problèmes de linéarité dans la plage des mesures et des données inexactes dues à des écarts de température au niveau de la borne de raccordement de référence froide. Pour tenir compte de ces erreurs, le dispositif électronique du système de mesure doit simuler une température de zéro degré au niveau de la deuxième borne de raccordement et compenser l'absence de linéarité dans la plage de fonctionnement du thermocouple.

Au cours des années, nous avons développé des thermocouples "standard" à l'aide de matériaux choisis pour leur sensibilité (variation de tension par variation de température), leur linéarité (uniformité de la sensibilité sur la plage de températures utile), leur prix et leur disponibilité. Les standards actuels incluent des thermocouples de types K, N, R, S et B, chaque type étant identifiable par la couleur de son connecteur.

## Thermocouples pris en charge par les systèmes Datapaq

Type de sonde	Application standard	Couleur de la fiche/prise précédente	Couleur de la fiche/prise CEI
B	Four	Blanc	Gris
K	Tous usages	Jaune	Vert
R/S	Four	Vert	Orange
N	Four	Orange	Rose

# Principes d'utilisation des boucliers thermiques

## Les boucliers thermiques en quelques mots

La sélection d'un bouclier thermique repose sur plusieurs facteurs :

- caractéristiques de temps/température du traitement ;
- type de four (à rouleaux, tunnel, etc.) ;
- contraintes de taille physique.

Le bouclier thermique protège l'enregistreur de données des agressions provoquées par le four, qui constitue un milieu hostile. Dans les fours tunnels, la connexion aux thermocouples s'effectue via une fiche et une prise externes au bouclier. Dans les fours à rouleaux, la connexion est interne.

La technologie de dissipation thermique utilisée par certains boucliers a été délaissée en faveur de la technologie d'évaporation contrôlée par laquelle l'eau devient le support de transformation (changement de phase). Ces boucliers sont plus petits et plus légers. Leur capacité thermique est en outre bien plus élevée que celle des boucliers à dissipateur thermique conventionnels.

Dans un contexte d'évaporation contrôlée, l'enregistreur de données est protégé par de l'eau bouillante : il doit donc être conçu pour supporter une température constante de 100 °C pendant son fonctionnement. Il faut pour cela faire appel à des procédés électroniques pointus et à une technologie de pile. L'eau contenue dans le bouclier est protégée par isolation microporeuse afin que le point d'ébullition ne soit pas atteint trop rapidement et que le taux de transfert thermique au sein du système soit minimisé.

A taille égale, le bouclier à évaporation contrôlée offre une capacité thermique trois fois plus élevée que celle des boucliers conventionnels. Il peut donc être utilisé pour des traitements beaucoup plus longs, dans des conditions de chaleur plus extrêmes. Seul inconvénient de ce type de bouclier thermique : il doit être rempli d'eau froide avant le début du traitement. Bien que cette tâche soit d'une grande simplicité, il est facile de l'oublier. Si vous faites fonctionner le bouclier sans eau, sa capacité thermique se verra considérablement réduite et l'enregistreur risque d'être irrémédiablement endommagé.

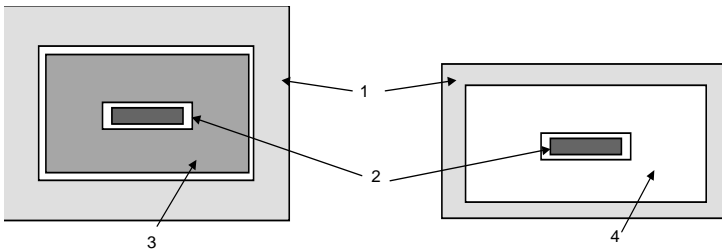
Cette technologie s'applique également aux boucliers thermiques des fours à rouleaux. Une couche supplémentaire d'isolation haute température est cependant nécessaire dans ce cas, afin de protéger le bouclier thermique de la

chaleur directe dégagée par le four. Ces boucliers sont conçus pour fonctionner sur deux niveaux de protection thermique :

1. Premier niveau : des couches constituées d'une couverture en fibre céramique entourent le bouclier.
2. Deuxième niveau : une chemise d'eau en acier inoxydable abrite l'enregistreur de données.

La sélection du type de bouclier dépend principalement du type de four utilisé, de ses dimensions (en raison des restrictions de hauteur et de largeur), du type d'enregistreur de données, de la durée du test, de la température et du temps à température.

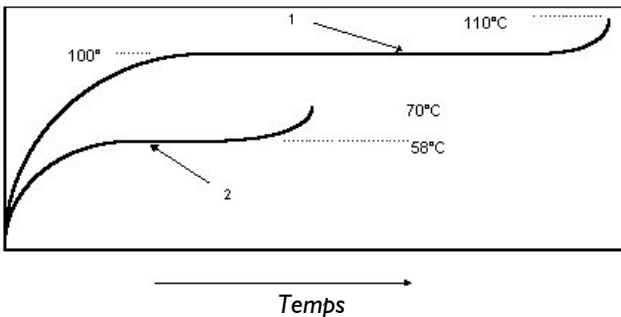
## Eléments de base



A gauche : bouclier à dissipation thermique (modèle obsolète). A droite : bouclier à évaporation contrôlée.

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Isolation primaire    | 2. Enregistreurs de données |
| 3. Dissipateur thermique | 4. Eau                      |

### Comparaison des températures au sein des boucliers thermiques conventionnels et à évaporation contrôlée (vers le point de coupure de l'enregistreur)



1. Caractéristiques de température de la technologie de bouclier à évaporation contrôlée
2. Caractéristiques de température de la technologie de bouclier conventionnelle

## ***Durée du bouclier***

Le graphique ci-dessus illustre un exemple de comparaison approximative des hausses de température relevées dans deux types de boucliers thermiques au cours d'un test en four. Le bouclier à évaporation contrôlée offre une capacité thermique plus élevée que les boucliers conventionnels, car l'eau qu'il contient est maintenue à ébullition pendant toute la durée du traitement et le taux d'ébullition est contrôlé. Dans un bouclier thermique conventionnel, le liquide se trouvant dans le dissipateur thermique est porté au point limite de transformation, puis le processus est inversé.



# Thermocouples pour four tunnel

## Sélection

La sélection d'un thermocouple repose sur plusieurs facteurs :

### *Température*

Sélectionnez la sonde proposant la plage de températures appropriée. Ce choix peut s'avérer nécessaire dans la mesure où les plages de température de certaines sondes peuvent se chevaucher.

### *Type de produit et de traitement*

La sonde sera-t-elle utilisée pour mesurer la température interne du produit ? Si c'est le cas, utilisez une sonde à isolation minérale de type K. Si les produits traités sont des tuiles cuites à une température de 1 150 °C, une sonde de type K avec câble à gaine métallique conviendra parfaitement. Cependant, si vous procédez à une cuisson émaillée de la céramique, cette sonde ne conviendra probablement pas, car la gaine métallique risque d'oxyder et de souiller l'émail.

### *Chargement du produit dans le four*

Le produit est-il chargé automatiquement ? Si c'est le cas, le câble de la sonde doit être suffisamment souple afin d'éviter tout accrochage avec l'appareil de chargement. Les thermocouples de type R avec gaine rigide en céramique ne sont donc pas adaptés.

### *Aspect économique*

Composés de platine, les thermocouples de type R sont très chers par rapport à leurs homologues de type K ; mais leur solidité les rend finalement moins chers à l'usage.

## Isolation

Les sondes isolées par fibre céramique possèdent des conducteurs de calibrage légers fournissant une souplesse maximale. Dans des atmosphères où l'oxygène est rare, le calibrage de la borne de raccordement chaude apparente risque d'être altéré si les températures dépassent 900 °C, par exemple en cas de vaporisation instantanée lors de la cuisson des briques.

Les sondes à isolation minérale disposent d'une borne de raccordement protégée qui offre une protection contre les atmosphères à haute teneur en carbone ou particulièrement agressives, tout en augmentant leur immunité contre les interférences électriques. Les sondes à isolation minérale fournies par Datapaq possèdent une gaine Nicrobell™ qui offre une meilleure protection à haute température et dans des atmosphères corrosives, mais dont les performances sont limitées dans des atmosphères à haute teneur en soufre. Pour toute information, n'hésitez pas à consulter Datapaq.

L'isolation par tube céramique double est disponible pour les thermocouples de types K et N. La protection mécanique est assurée par un tube en céramique externe à embout scellé.

Datapaq dispose également d'un modèle de câble compensateur spécial destiné aux thermocouples de types R, S et B. Ce câble permet de réduire les erreurs de mesure.

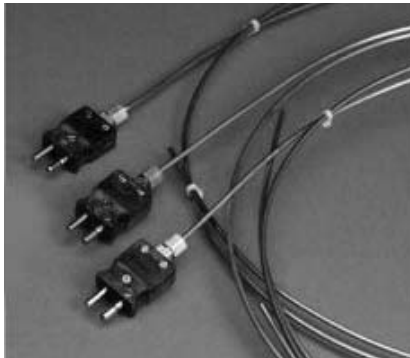
*L'isolation minérale ne doit être utilisée que pour les thermocouples de types K et N.*

## Applications standard

On retrouve généralement des thermocouples de types K et N dans les applications avec fours tunnels standard, mais les thermocouples de types R et S peuvent également être utilisés à des températures plus élevées pour d'autres produits, comme les matériaux réfractaires.

### ***Thermocouples de type K***

La borne de raccordement chaude des sondes de type K associe un alliage nickel-chrome et un alliage nickel-aluminium. Ces sondes sont communément utilisées pour toute opération en four.



*Datapaq propose une gamme complète de thermocouples de type K.*

Les spécifications internationales relatives aux thermocouples de type K définissent une sensibilité et une linéarité dépassant la plage de 0 °C à 1 370 °C. Leur plage de fonctionnement pratique est limitée par les propriétés d'isolation du câble, généralement minérale ou par fibre céramique, et les propriétés de la gaine du câble.

### Spécifications

Type de sonde	Isolation du câble	Précision des sondes fournies par Datapaq
K	Céramique ou minérale	0 à 1 250 °C (variation de +/- 1 °C ou +/- 0,4 % selon la valeur la plus élevée)

### Câbles de thermocouples

La sélection d'un câble de thermocouple repose sur des critères mécaniques et de température.

La température de fonctionnement pratique maximale d'un thermocouple est limitée par le thermocouple lui-même et par les caractéristiques de température du matériau d'isolation du câble.

Isolation	Limite de température maximale pratique
Fibre céramique (type K uniquement)	1 000 °C
Isolation minérale (types K et N)	1 250 °C



*Contrôle des briques par le système Kiln Tracker pendant la cuisson.*

## Applications haute température dans un four tunnel

Les thermocouples utilisés dans le cadre d'opérations haute température dans des fours tunnels sont de types B, R et S. Grâce à leur composition en platine et un alliage platine-rhodium, ils offrent une meilleure résistance aux températures élevées que leurs homologues de types K et N, mais un câble compensateur spécial est nécessaire afin de réduire le coût total.



Sondes de thermocouples de type R adaptées aux opérations en four.

### Spécifications des thermocouples

Type de sonde	Plage de températures	Matériau d'isolation (isolants et tube)	Plage de fonctionnement pratique
B	0 à   820 °C	Alumine recristallisée	400 à   700 °C
R/S	0 à   768 °C	Alumine recristallisée	0 à   600 °C

*Les thermocouples de types R, S et B ne sont disponibles que sur demande spéciale.*

### Câbles de thermocouples

Comme pour les applications avec four standard, la température de fonctionnement pratique maximale d'un thermocouple haute température est limitée par le thermocouple lui-même et par les caractéristiques de température du matériau d'isolation du câble.

Matériau d'isolation	Limite de température maximale pratique
Isolants en porcelaine alumineuse et tube à embout scellé	400 °C
Isolants en alumine recristallisée et tube à embout scellé	650 °C

Les thermocouples de types R, S et B sont dotés d'une isolation par tube en céramique et utilisent des câbles compensateurs spéciaux situés sous les wagons. La protection mécanique et atmosphérique est assurée par un tube en céramique externe à embout scellé.

*Nous déconseillons l'utilisation de thermocouples de types R, S ou B sans une protection par un tube en céramique à embout scellé dans des fours où l'atmosphère serait "métallique" ou à teneur réduite en oxygène.*

## ***Câble compensateur à utiliser avec des thermocouples de types R, S et B***

Ce câble est placé sous le wagon pour relier le bouclier thermique à la boîte de raccordement. Sachant que la borne de raccordement entre le thermocouple et le câble compensateur est soumise à des températures ambiantes extrêmement élevées, l'utilisation d'un câble inadapté pourrait entraîner des erreurs et affecter la fiabilité générale du système.

Datapaq a choisi d'équiper ses thermocouples d'un câble compensateur afin de minimiser le risque d'erreurs. Pour plus d'informations, veuillez contacter Datapaq.



# Boucliers thermiques pour fours tunnels



*Gamme de boucliers thermiques TB6100, TB6200 et TB6400.*

Dans les fours tunnels où le bouclier thermique circule sous le wagon à des températures relativement basses, le système de bouclier à évaporation contrôlée est suffisant pour éviter toute surchauffe de l'enregistreur de données.

Avant utilisation, ces boucliers doivent faire l'objet d'une préparation simple, inutile pour les boucliers thermiques conventionnels. Les boucliers thermiques nécessitent également un enregistreur de données spécial, développé par Datapaq, qui fonctionne à des températures ambiantes élevées (110 °C maximum).

Pour éviter toute surchauffe de l'enregistreur de données, la plage d'évaporation contrôlée des boucliers thermiques applique le principe simple de l'évaporation d'eau.

Le taux d'évaporation est contrôlé de la façon suivante : il est découpé en plusieurs étapes ou "phases" qui en réduisent la valeur et maximisent ainsi le temps d'action de l'enregistreur de données lors du traitement ou en cas de

température élevée. Le contrôle des phases d'évaporation est obtenu grâce aux couches isolantes placées autour et à l'intérieur du bouclier thermique.

Dans la chambre intérieure de ces boucliers, où sont logés les enregistreurs de données, la température augmente et est maintenue à 100 °C pendant le traitement. L'enregistreur de données doit pouvoir fonctionner normalement à cette température que l'enregistreur Tpaq21, résistant à des températures de fonctionnement élevées, est capable de supporter.

Vous ne pouvez pas utiliser l'enregistreur Tpaq21 conçu pour des températures de fonctionnement normales avec ces boucliers thermiques, car les dispositifs électroniques et les piles ne sont pas conçus pour supporter des températures aussi élevées.

## Sélection du bouclier thermique

Pour sélectionner le bouclier thermique, vous devez définir une température sous wagon et l'utiliser pour calculer la température moyenne sous wagon.

En plus du système Tracker, Datapaq peut vous fournir un appareil de contrôle thermique comprenant une plaque carrée de 5 cm sur laquelle sont fixées 4 bandes thermosensibles. Chaque bande est constituée de 33 segments ; la plage de températures, qui s'échelonne entre 71 et 260 °C, est divisée en bandes de 6 °C environ. La couleur de chaque segment passe du clair au foncé à mesure que la température augmente, indiquant la température maximale détectée par la plaque. Ce changement de couleur étant irréversible, la plaque est à usage unique.

### **Calcul de la température moyenne à l'aide d'une plaque de contrôle thermique**

À l'aide d'un fil, fixez la plaque de contrôle thermique à l'emplacement choisi pour les boucliers, sous le wagon du four. Lancez ensuite le wagon et démarrez le cycle four/séchage. Une fois le cycle terminé, récupérez la plaque et analysez les informations recueillies afin de déterminer la température relevée. Vous obtiendrez ainsi une indication de la température maximale atteinte. Pour calculer la température moyenne d'un cycle entier de cuisson, multipliez la température maximale par 0,7.

#### **Exemple :**

Température maximale atteinte = 210 °C

Température moyenne = 150 °C

Reportez-vous au schéma Caractéristiques de température/temps des boucliers thermiques TB6000 de type K, page 25.

Si la température dépasse le maximum figurant sur la bande E, passez à la section Calcul de la température moyenne à l'aide d'un thermocouple arrière, page 25.

## Calcul de la température moyenne à l'aide d'un thermocouple arrière

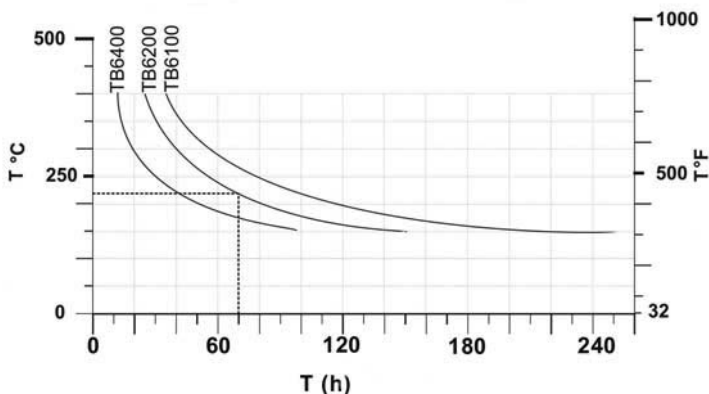
Si la plage de températures de toutes les bandes du thermomètre a été dépassée, il convient de définir la température à l'aide d'un thermocouple arrière. Montez le thermocouple à l'emplacement choisi pour le bouclier et connectez-le à l'enregistreur de données placé à l'extérieur du four. Lancez ensuite le wagon et démarrez le cycle four/séchage.

*Assurez-vous qu'aucun travail sur acier risquant de provoquer une surchauffe de la température de l'air ambiant n'est en cours sous le wagon, et ce, afin de protéger la borne de raccordement chaude du thermocouple.*

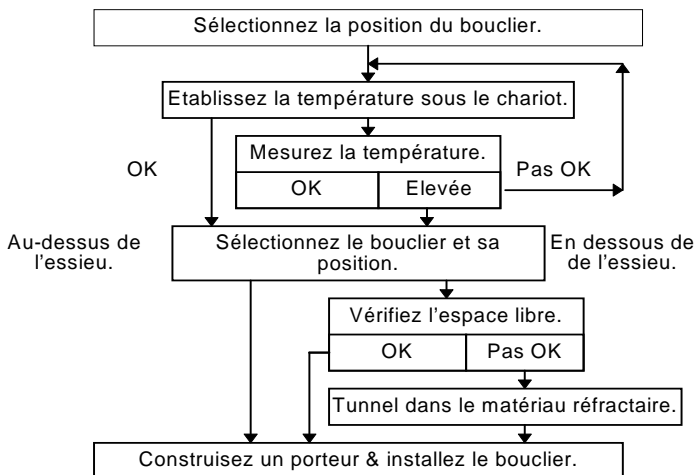
Transférez les données à partir du thermocouple principal arrière pour les transmettre au logiciel du système Kiln Tracker. Pour plus d'informations, reportez-vous au manuel d'utilisation de votre enregistreur de données et à l'aide en ligne du logiciel.

Pour sélectionner le bouclier adéquat, repérez la température moyenne calculée sur le graphique de temps/température ci-dessous. En cas de besoin, vous pouvez vous aider des spécifications de bouclier de la page 26. Dessinez une ligne perpendiculaire pour déterminer la durée thermique et choisissez le bouclier qui présente les caractéristiques appropriées.

### Caractéristiques de température/temps des boucliers thermiques TB6000 de type K



Vous observerez sur ce graphique que le point d'intersection entre la température et le temps indique que le bouclier TB6200 est opérationnel à une température moyenne de 220 °C, pendant une durée de 70 heures.



La température moyenne sous wagon étant maintenant définie, vous pouvez sélectionner le bouclier approprié. Le diagramme ci-dessous décrit les étapes à suivre.

## Spécifications des boucliers thermiques

Les boucliers thermiques à évaporation contrôlée sont disponibles en 3 tailles. Le modèle le plus grand (TB6100) est destiné aux applications de longue durée ou de températures sous wagon élevées, comme c'est le cas dans l'industrie de la céramique lourde (combinaison de tunnel de séchage et de four tunnel, par exemple) ou pour la cuisson réfractaire. Le bouclier thermique de taille moyenne (TB6200) est utilisé dans le cadre d'applications nécessitant une température sous wagon normale et des temps de cuisson d'un ou deux jours. Le plus petit modèle de la gamme (TB6400) est utilisé dans le cadre d'applications où l'espace sous wagon est réduit, par exemple pour les faïences à pâte blanche ou la cuisson d'équipements sanitaires.

Pour plus d'informations sur la durée des boucliers à évaporation contrôlée, reportez-vous aux tableaux ci-dessous.

### TB6100

Température	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	400 °C
Durée (en heures)	250	115	75	60	35
Dimensions	Hauteur : 180 mm	Largeur : 350 mm	Longueur : 480 mm		
Canaux de thermocouples disponibles	8, 10, 16, 20				

## TB6200

Température	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	400 °C
Durée (en heures)	150	78	56	40	25
Dimensions	Hauteur : 155 mm	Largeur : 280 mm	Longueur : 430 mm		
Canaux de thermocouples disponibles	8, 10, 16, 20				

## TB6400

Température	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	400 °C
Durée (en heures)	98	48	30	20	12
Dimensions	Hauteur : 120 mm	Largeur : 200 mm	Longueur : 370 mm		
Canaux de thermocouples disponibles	8 ou 10				

## TB6500

Température	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	400 °C
Durée (en heures)	188	101	67	50	12
Dimensions	Hauteur : 250 mm	Largeur : 250 mm	Longueur : 450 mm		
Canaux de thermocouples disponibles	8 ou 10				



*Bouclier thermique TB6500.*

Tous les boucliers répertoriés dans les tableaux fonctionnent avec des thermocouples de types K, R, S, N ou B. Pour différencier le type de thermocouple du nombre de thermocouples, le numéro du bouclier est suivi du suffixe : -x-n, où :

- x = type de thermocouple et
- n = nombre de canaux de thermocouples.

Le plus grand bouclier thermique qui comporte des thermocouples de type S et 16 canaux de thermocouples, par exemple, porterait le numéro de pièce TB6100-S-16.

# Traitement au four tunnel

Pour réaliser votre premier test, vous devez :

1. sélectionner l'emplacement du bouclier thermique avant de l'installer ;
2. sélectionner et installer les sondes des thermocouples.

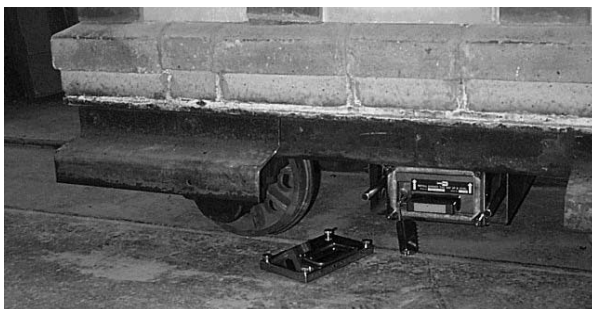
Vous devez également saisir les caractéristiques du four via le logiciel Kiln Tracker afin de garantir que toutes les exigences sont satisfaites en termes d'acquisition des données du test. Veuillez vous reporter à l'aide en ligne du logiciel Insight.

Ces exigences sont abordées dans les sections suivantes.

## Sélection de l'emplacement du bouclier

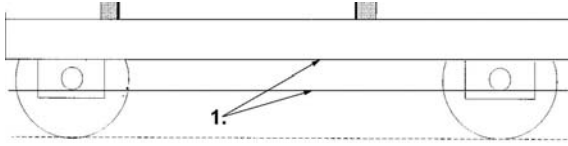
La sélection de l'emplacement du bouclier est importante pour plusieurs raisons :

- Le bouclier doit être maintenu à bonne distance des joints d'étanchéité avant et arrière.
- Le dégagement entre la partie inférieure du wagon et la partie supérieure du bouclier doit être de 25 mm minimum.
- Il ne doit se trouver à proximité d'aucun élément d'engrenage.
- Le dégagement de la partie avant doit être suffisant, afin de relâcher les vis et de retirer l'enregistreur de données, voire le bouclier, en cas de besoin.
- Son emplacement doit éviter toute entrée en contact avec un barrage en béton.



*Bouclier thermique placé sous le wagon : une partie de la "jupe" a été retirée pour gagner de l'espace.*

Pour commencer et faciliter l'installation, choisissez un emplacement adéquat sous le wagon.



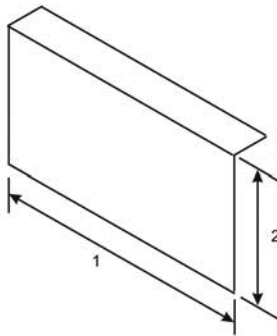
Si le bouclier thermique peut être monté au-dessus de la partie inférieure de l'essieu (voir élément 1 ci-dessus), le dégagement ne pose pas de problème. Dans ce cas, passez à la section Montage du bouclier thermique, page 31. Dans le cas contraire, passez à la section Détermination du dégagement sous wagon, page 30.

## Détermination du dégagement sous wagon

Si le bouclier ne peut pas être placé au-dessus de la partie inférieure de l'essieu, il se peut que le dégagement sous wagon soit gêné par des barrages, des grilles d'aération, des roues menantes, des gravats, etc. Pour vérifier le dégagement, procédez comme suit.

Dans une feuille d'aluminium d'une épaisseur de 1 mm, découpez un modèle aux dimensions de la structure de support et de montage du bouclier (voir diagramme ci-dessous). Fixez-le à l'aide d'un boulon sous le wagon du four, à l'endroit choisi pour placer le bouclier, et lancez le traitement de chargement/déchargement du four/séchoir.

A la fin de chaque étape du traitement, vérifiez que le modèle n'a subi aucune distorsion à la suite d'une obstruction. Recherchez l'origine du problème et, si possible, retirez l'élément gênant si le modèle a été déformé.

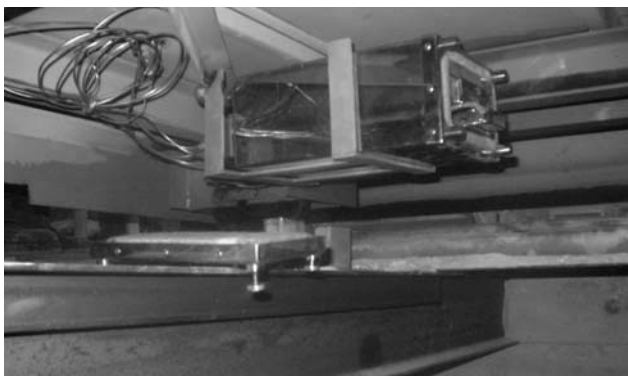


*Modèle élaboré à partir d'une feuille d'aluminium fine.*

1. Largeur du bouclier thermique plus 25 mm      2. Hauteur du bouclier thermique plus 25 mm

Si vous ne parvenez pas à retirer l'élément gênant, essayez de déplacer le modèle et de refaire le test.

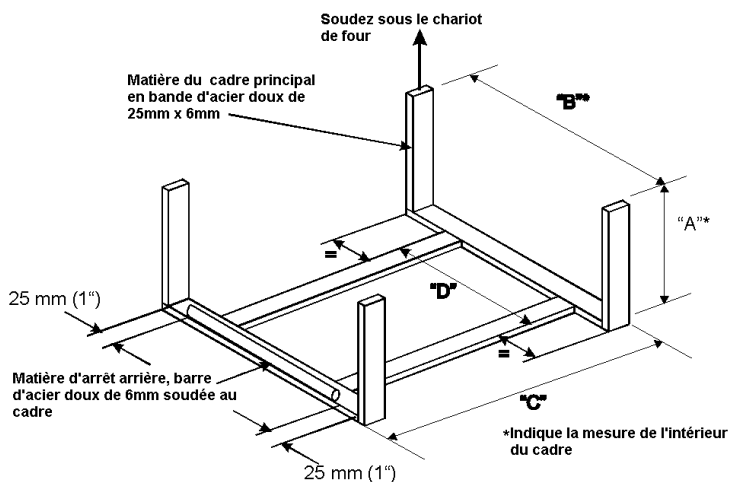
## Montage du bouclier thermique



*Bouclier positionné.*

Le bouclier thermique doit être fixé sous le wagon du four par un cadre réservé à cet usage. Le cadre et ses points de fixation doivent être conçus pour minimiser le transfert thermique à partir de la base du wagon.

*Pour minimiser les effets de transfert thermique et de rétention, choisissez des matériaux de calibrage légers pour construire le cadre, par exemple une bande en acier doux de 25 x 6 mm. Evitez de fixer le cadre du bouclier à des éléments de la structure du wagon susceptibles de percer la base du wagon.*



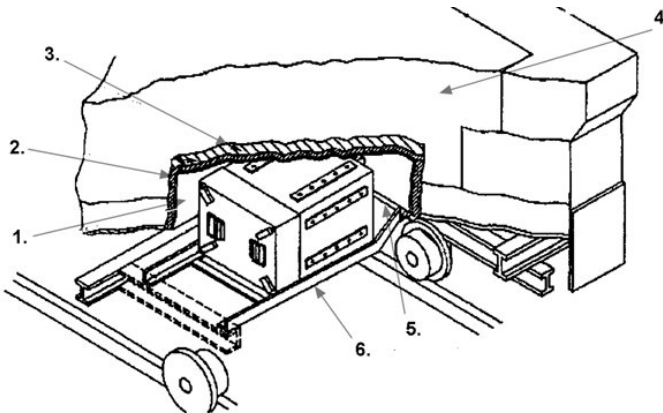
Dimensions en millimètres

Bouclier	A	B	C	D
TB6100	200	375	325	275
TB6200	175	305	275	205
TB6400	135	225	225	150

## Montage du bouclier thermique et garnissage réfractaire

La méthode d'installation choisie est fonction de plusieurs conditions individuelles. Des facteurs tels que l'épaisseur de la base réfractaire ou le dégagement sous wagon diffèrent d'un site à l'autre. L'accessibilité, la durée et le coût sont aussi des éléments déterminants à prendre en compte lors du choix de l'emplacement et de la méthode d'installation.

*En cas de retrait des matériaux réfractaires, vous devrez compenser cette perte en utilisant un matériau hautement isolant comme Microtherm, dont la conductivité thermique est de 0,03 W/(m.K) / 0,21 Btu in/(ft<sup>2</sup>hr F), ou tout autre matériau plus isolant.*



1. Coffrage en acier
2. Isolation par Microtherm, épaisseur de 25 à 50 mm
3. Panneau en fibre isolant, épaisseur de 25 à 50 mm
4. Réfractaire
5. Articulation du cadre du bouclier
6. Abaissement ou retrait des articulations pour permettre l'accès au bouclier thermique

Les images ci-dessous illustrent un exemple d'installation autorisant l'accès grâce à un panneau amovible encasté dans la "jupe latérale" du wagon.



Tous les matériaux réfractaires ont été retirés. Le châssis a été renforcé par coupage et modifié afin d'accepter un transporteur articulé qui consolidera et abritera le bouclier thermique.



Afin de renforcer le châssis et de protéger le bouclier, le châssis du wagon est recouvert d'un revêtement en acier de calibre lourd portant.



Les panneaux en Microtherm doivent avoir une épaisseur de 50 mm minimum et être placés sur tous les côtés du revêtement en acier afin d'assurer une isolation hermétique. La première couche de base du mélange réfractaire plastique est alors appliquée.



Les supports réfractaires sont remplacés et ceux placés sur le panneau Microtherm coupés aux dimensions requises. Toutes les autres couches réfractaires sont élaborées selon la procédure habituelle.



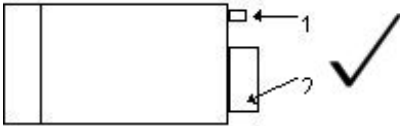
Cadre articulé prêt à recevoir le bouclier. Vue depuis la face avant du wagon.



Une fois le bouclier en place et le cadre soulevé et fixé dans sa position, la "jupe latérale" est vissée.

# Installation du bouclier thermique

Dans la mesure du possible, installez le bouclier thermique sous le wagon avant de le remplir d'eau. Il sera ainsi plus facile et léger à manipuler lors de son positionnement. Le remplissage du bouclier est la dernière étape du processus d'installation. Le bouclier thermique doit toujours être installé de telle sorte que les orifices d'alimentation et de trop-plein sont placés en haut. Les prises d'entrée du thermocouple doivent être situées vers le bas (voir diagramme ci-dessous). Si vous omettez ces consignes, le bouclier ne se remplira pas complètement d'eau et l'enregistreur sera sérieusement endommagé.



Correct

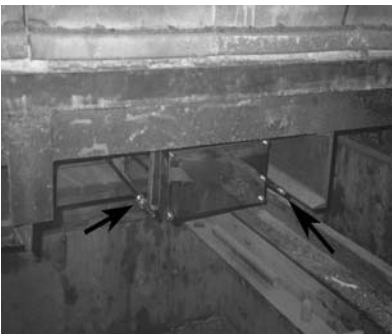
1. Orifices d'alimentation et de trop-plein placés en haut
2. Prises du thermocouple placées en bas



Incorrect

Veillez à ce que le bouclier thermique soit installé sur une surface plane afin d'éviter la formation de poches d'air lors de son remplissage.

Les tuyaux d'alimentation et de trop-plein sont conçus pour recevoir des raccords standard en cuivre de 15 mm. Les raccords de tuyauterie de compression (coudes et connecteurs à 90 °) et les longueurs des tuyaux en cuivre sont fournis avec le bouclier thermique pour permettre un positionnement adéquat des points d'alimentation et de trop-plein sur les parties avant ou latérales du wagon. Si vous avez besoin de raccords supplémentaires, veillez à utiliser des raccords de compression, car les raccords de soudure pourraient ne pas résister à la chaleur sous wagon et se rompre.

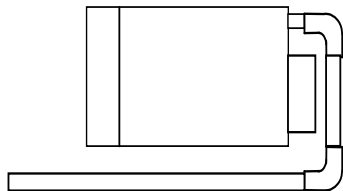


Bouclier thermique équipé d'un tuyau en cuivre

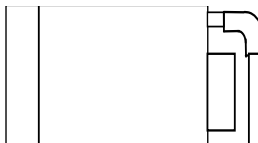


Points d'alimentation et de trop-plein raccordés à la partie avant du wagon du four

Si vous ne pouvez pas monter les tuyaux sur les faces avant ou latérales du wagon (en raison de barrages, par exemple), positionnez toujours au moins la plus petite longueur du tuyau pour que l'eau en ébullition puisse s'évaporer des prises du thermocouple, comme illustré ci-dessous :



Tuyaux d'alimentation et de trop-plein fixés à l'avant du wagon.



Tuyaux d'alimentation et de trop-plein servant à protéger les prises du thermocouple.

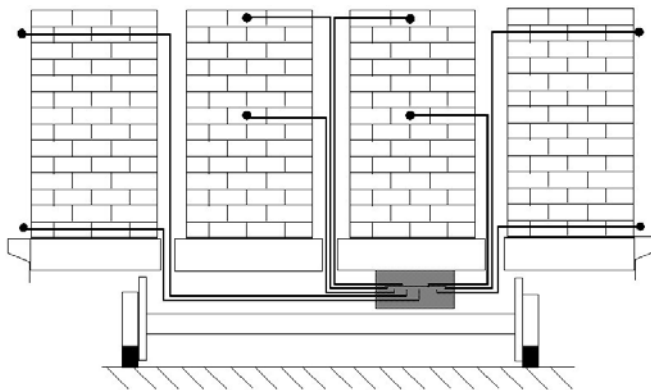
*Les tuyaux d'alimentation et de trop-plein ne doivent pas être bloqués ou obstrués. Il peut par ailleurs être une accumulation de pression qui pourrait causer de graves dommages.*

## Installation des thermocouples

L'installation des thermocouples peut se faire de deux manières différentes, à savoir :

- sondes à câbles souples : sondes de type K avec câble à isolation minérale ;
- sondes entourées d'une gaine rigide : sondes de type R avec isolants en alumine recristallisée et tube à embout scellé.

### Sondes à câbles souples



Sondes de type K réparties sur 4 piles de briques.

## Emplacement des sondes

Les thermocouples doivent passer à travers un orifice aménagé au niveau de la base du wagon du four pour être reliés aux connecteurs placés sous le wagon, éventuellement à l'aide d'une rallonge. Cet orifice doit être placé de telle façon que :

- Les thermocouples n'interagissent pas avec la céramique lors du chargement sur le wagon.
- Les sondes ne sortent pas de la base du wagon à proximité des joints de sable.
- Les câbles des thermocouples ne sont pas trop longs.

## Installation de la sonde

Percez un trou sur la base du wagon du four, faites passer les câbles des thermocouples et scellez le trou à l'aide d'une couverture en fibre céramique pour éviter toute perte de chaleur au niveau de la partie inférieure du wagon.

*En fonction de la longueur du wagon, vous pouvez choisir de réduire la longueur des thermocouples à l'aide d'une rallonge placée sous le wagon, ce qui se traduirait par une réduction du coût total de l'installation des thermocouples.*

## Sondes entourées d'une gaine rigide

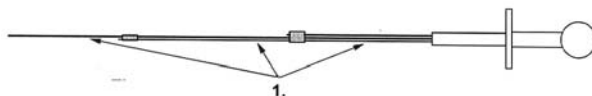


## Emplacement des sondes

Reportez-vous à la section sur les sondes à câbles souples décrites à la page 36.

*Un tube à embout scellé peut contenir une ou plusieurs sondes de types R, S ou B permettant de mesurer la température à différentes hauteurs.*

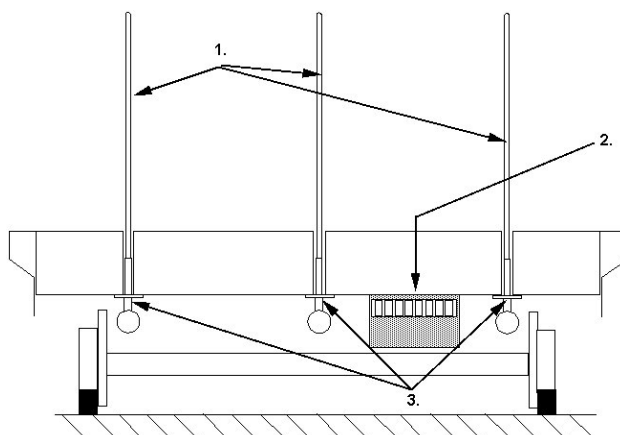
## Installation de la sonde



*Trois sondes de type R attachées ensemble (1.) avant insertion dans un tube à embout scellé*

Assemblez le nombre requis de thermocouples. Avant de les installer, attachez-les ensemble dans le tube de protection en alumine recristallisée à embout scellé.

Percez un trou au niveau de la base du wagon du four et faites glisser l'assemblage de thermocouples en partant du dessous. Soudez le rebord sur la partie inférieure du wagon et scellez le trou à l'aide d'une couverture en fibre céramique pour éviter toute perte de chaleur au niveau de la partie inférieure du wagon.



*Sondes haute température installées sur un wagon de four*

- 1. Tubes à embout scellé contenant des thermocouples R, S ou B*
- 2. Bouclier thermique avec connecteur de thermocouple*
- 3. Rebords soudés sous le wagon*

A l'aide d'un câble compensateur de thermocouple, établissez la connexion entre la sonde et les prises de thermocouple du bouclier.

*La précision des résultats obtenus dépendra en grande partie du type de câble compensateur utilisé. Datapaq a testé et sélectionné pour vous les câbles compensateurs les mieux adaptés, afin de réduire ces imprécisions.*



*Equipements sanitaires chargés sur un wagon prêt à partir*

## Test des thermocouples



Bien que les thermocouples soient généralement résistants, il arrive qu'ils soient endommagés lors de leur manipulation. Avant d'engager le système dans un cycle, utilisez le thermomètre numérique Datapaq approprié pour vérifier leur fonctionnement après installation.

1. Fixez le thermocouple numéro 1 au connecteur du thermomètre.
2. Allumez le compteur qui doit indiquer la température ambiante. Si le câble du thermocouple est rompu, le compteur indiquera un circuit ouvert.
3. Si la cote ambiante enregistrée est satisfaisante, appliquez une source de chaleur sur l'extrémité du thermocouple en vous servant d'un pistolet à air chaud par exemple. Le thermomètre devrait enregistrer une hausse.
4. Si la cote du thermomètre ne bouge pas, cela signifie que le thermocouple est court-circuité. Vous devez alors le remplacer.
5. Si le thermomètre indique une baisse, cela signifie que les connexions du thermocouple sont inversées.

Répétez les étapes 1 à 3 pour tous les autres thermocouples, en remplaçant ceux qui sont endommagés.

## Les enregistreurs de données en quelques mots

Parmi les enregistreurs de données adaptés aux opérations en four, on compte des variantes de Tpaq21 disponibles avec des thermocouples de types B, K, R et S. Tpaq21 est venu remplacer les enregistreurs de données Tpaq100 et Datapaq11 utilisés précédemment dans les applications avec four.

La sélection d'un enregistreur de données repose sur plusieurs facteurs :

- caractéristiques du traitement ;
- nombre et type de thermocouples requis ;
- intervalle d'échantillonnage requis ;
- précision et résolution requises.

Pour plus d'informations, reportez-vous au manuel d'utilisation de votre enregistreur de données.

## Programmation de l'enregistreur de données

Pour préparer votre enregistreur de données, reportez-vous à son manuel d'utilisation et à l'aide en ligne du logiciel Insight.

# Installation de l'enregistreur de données



*Installation d'un enregistreur de données dans un bouclier thermique*

Dans la gamme de boucliers thermiques à évaporation contrôlée, les plus gros boucliers peuvent contenir 20 thermocouples, alors que les boucliers thermiques Kiln Tracker conventionnels sont limités à 8 thermocouples. Les boucliers thermiques TB6100 et TB6200 peuvent contenir des enregistreurs de données à 2 x 10 canaux. Dans un système complet à 20 canaux, les enregistreurs de données individuels sont connectés aux prises situées à l'arrière du bouclier par deux faisceaux de câbles. Sur les câbles, les assemblages de fiches internes sont identifiés par les noms "Logger 1" (enregistreur 1) et "Logger 2" (enregistreur 2), ce qui correspond aux prises de thermocouples situées à l'arrière du bouclier thermique.

*Avec des systèmes à 16 ou 20 canaux, veillez tout particulièrement à connecter les enregistreurs de données aux bonnes prises de thermocouples. Assurez-vous que les thermocouples des prises marquées "Logger 1" sont connectés à l'enregistreur de données via l'assemblage de fiches "Logger 1" qui se trouve à l'intérieur du bouclier. En cas de doute, testez les thermocouples depuis l'intérieur du bouclier thermique, comme indiqué dans la section Test des thermocouples, page 38.*

Le modèle TB6400 n'accepte qu'un seul enregistreur de données à 10 canaux pour assurer le contrôle.

*Si deux enregistreurs de données sont utilisés dans le bouclier thermique (c'est-à-dire dans le cadre d'un système à 16 ou 20 canaux), il est important de noter le numéro de série de l'enregistreur dénommé "Logger 1". Vous pourrez ainsi identifier correctement les thermocouples lors de l'analyse des informations (voir les figures 1 et 2 ci-dessous).*

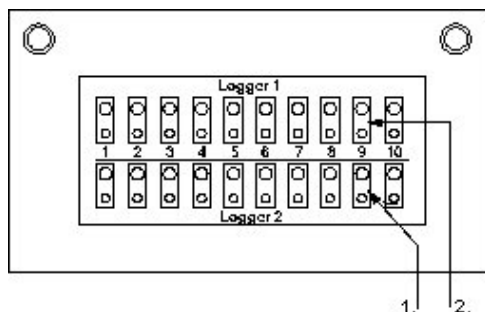


Figure 1 : vue arrière

1. Prises du thermocouple pour l'enregistreur 1 (Logger 1)

2. Prises du thermocouple pour l'enregistreur 2 (Logger 2)

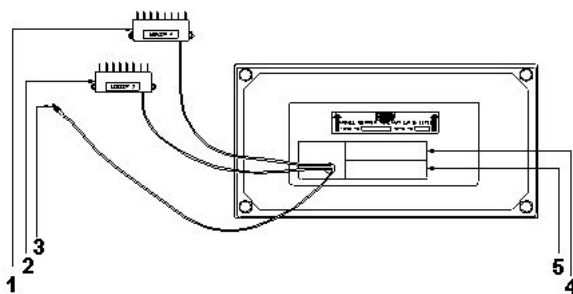


Figure 2 : vue avant du bouclier, après retrait du couvercle

1. Fiches de thermocouple pour l'enregistreur 1

2. Fiches de thermocouple pour l'enregistreur 2

3. Antenne de télémesure

4 et 5. Enregistreurs de données

Placez l'enregistreur de données dans le bouclier thermique en vérifiant que les prises de l'enregistreur sont correctement positionnées vers le haut afin de

recevoir les fiches du connecteur du thermocouple. Soutenez l'enregistreur de données, poussez le connecteur du thermocouple jusqu'au fond de l'enregistreur et remettez le couvercle du bouclier. Ne serrez pas trop les vis du couvercle du bouclier ; un serrage manuel suffit.

## Remplissage d'eau du bouclier thermique



*Remplissage du bouclier thermique avant le test.*

Avant le début du test, il est essentiel de remplir le bouclier thermique d'eau afin que le processus d'évaporation puisse avoir lieu lors du passage dans le four. Il vous suffit pour cela de placer un tuyau en plastique court au niveau de l'orifice d'alimentation du bouclier thermique et de le remplir d'eau froide jusqu'à ce que l'eau déborde de l'orifice de trop-plein (voir photo ci-dessus). Cette opération peut être réalisée très simplement si les tuyaux en cuivre ont été fixés de sorte que les orifices d'alimentation et de trop-plein soient accessibles depuis l'avant du wagon (voir Installation du bouclier thermique, page 34).

Le remplissage du bouclier thermique depuis l'avant du wagon présente deux avantages non négligeables :

1. Vous pouvez effectuer un nouveau remplissage du bouclier thermique au cours d'un cycle de longue durée si le wagon est accessible. Lors d'un test impliquant le contrôle d'un tunnel de séchage et d'un four tunnel, par exemple, il est parfois possible de remettre de l'eau dans le bouclier thermique au moment où le wagon sort du tunnel de séchage. Cela a pour effet d'augmenter la capacité thermique du bouclier.
2. Lorsque le wagon sort du four, il est recommandé de remettre de l'eau dans le bouclier thermique si l'enregistreur de données demeure inaccessible pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours. Cela aura également pour

effet d'augmenter la capacité thermique du bouclier et d'éviter tout risque d'endommagement de l'enregistreur.

## Après le test

Si les températures sous wagon sont très élevées ou si des gaz corrosifs sont présents (par exemple, lorsque le traitement produit une atmosphère à haute teneur en soufre), retirez le bouclier thermique du wagon.

*Si vous retirez le bouclier thermique entre deux cycles, prévoyez un temps de refroidissement de l'eau suffisant (de 1 à 2 jours) : celle-ci sera encore très chaude et les risques de brûlure causées par des éclaboussures sont élevés. Si le temps vous est compté, remplissez le bouclier d'eau froide.*

## Retrait de l'enregistreur

Une fois que le wagon est sorti du four, retirez sans attendre le couvercle du bouclier thermique et ôtez-en l'enregistreur de données.



**Avertissement** : tout retard dans le retrait de l'enregistreur de données **endommagera** sérieusement l'appareil.

Lors du retrait du bouclier thermique et de l'enregistreur, portez toujours des gants thermorésistants pour vous protéger de la température élevée se dégageant des appareils. Après avoir retiré l'enregistreur, laissez refroidir le couvercle du bouclier en le maintenant à l'écart. Une fois que le couvercle aura refroidi, remettez-le en place et remplissez de nouveau le bouclier thermique d'eau.

Si le wagon reprend un traitement normal qui ne soit pas une opération de contrôle, nous vous recommandons de retirer le bouclier thermique. Si le retrait du bouclier se révèle peu pratique, vous pouvez le laisser sous le wagon, sans l'enregistreur, mais il **devra être rempli d'eau** avant chaque cycle dans le four.



# Récupération du système dans les fours tunnels

## Mesures de sécurité

Pour discuter de la mise en œuvre de Tracker System, contactez votre responsable Hygiène et Sécurité. De manière générale, portez des vêtements de protection adéquats. N'oubliez pas qu'après le test, les composants Tracker System restent chauds. Équipez-vous convenablement et manipulez-les avec précaution.

## Désassemblage du système

Après passage dans le four, la chaleur emmagasinée dans le wagon et dans la céramique continuera de se propager dans le bouclier thermique, même après sa sortie du four. Il est par conséquent primordial de retirer l'enregistreur de données dès que possible. Notez cependant que l'enregistreur de données sera chaud (100 °C). Pour des raisons de sécurité, vous devrez remplir de nouveau le réservoir du bouclier thermique d'eau froide après son retrait du four.

Les boucliers thermiques TB6200, TB6100 et TB6400 doivent être retirés du wagon.



**Avvertissement** : tout retard dans le retrait de l'enregistreur de données et du dissipateur thermique **endommagera** sérieusement les deux appareils.



**Avvertissement** : si vous posez un bouclier thermique chaud directement sur une surface froide, vous risquez de déformer son enveloppe en raison des différentes vitesses de refroidissement des surfaces. Posez les boucliers thermiques chauds sur des cales d'espacement, une couverture en fibre céramique ou un matériau réfractaire, afin d'assurer un refroidissement uniforme.

## Sondes

Types S, B ou R

Les sondes haute température protégées par des tubes en céramique à embout scellé restent normalement en place.



**Avertissement** : veillez à ne pas endommager les tubes de protection en céramique lors du retrait de la céramique du wagon.

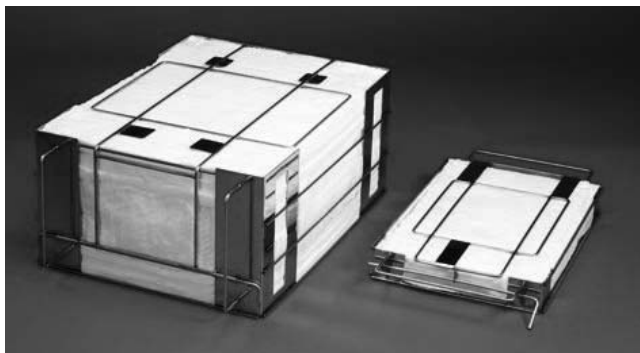
### Type K

Ces sondes sont normalement retirées lorsque le déchargement du wagon est automatisé. Retirez-les soigneusement, enroulez-les après avoir vérifié que le diamètre de la bobine est supérieur à 400 mm et stockez-les dans un endroit sûr.

## Transfert des données

Pour transférer les données de l'enregistreur, reportez-vous à son manuel d'utilisation et à l'aide en ligne du logiciel Insight.

# Boucliers thermiques pour fours à rouleaux



*Boucliers pour fours à rouleaux.*

Dans cette application, le système Tracker circule dans le four avec le produit. Il doit par conséquent supporter les températures élevées de cuisson du four.

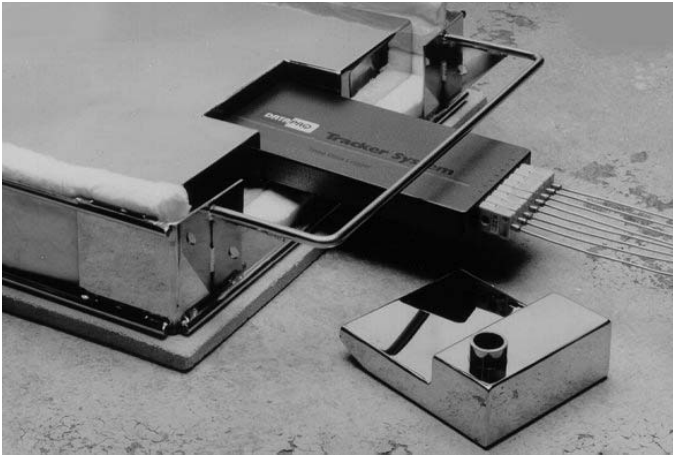
Afin que le système Tracker puisse résister aux températures élevées des fours à rouleaux, les boucliers fournissent deux niveaux de protection thermique. Le premier niveau comprend plusieurs couches de couverture en fibre. Le deuxième comprend une chemise d'eau en acier inoxydable abritant l'enregistreur de données. L'isolation microporeuse à l'intérieur de la chemise d'eau ralentit considérablement la vitesse de transfert de chaleur vers cette chemise. La couverture en fibre isole l'intérieur en le protégeant des températures excessives et fournit une isolation supplémentaire permettant de ralentir l'ébullition.

Le principe de cette opération est le même que pour les fours tunnels dans la mesure où, lorsque l'eau atteint la température d'ébullition (100 °C), la température autour de l'enregistreur de données se stabilise et reste constante jusqu'à évaporation de toute l'eau.

## Sélection du bouclier thermique

La sélection d'un bouclier thermique repose sur plusieurs facteurs :

- caractéristiques de température/temps du four ;
- restrictions de hauteur et de largeur du four.



*Bouclier thermique TB3020 avec enregistreur de données et chargement du réservoir arrière.*

### **Mesures de sécurité : fours à rouleaux**

Les limites d'exposition à la poussière reposent sur la quantité moyenne de poussière accumulée sur une période de 8 heures. Bien que les matériaux d'isolation utilisés dans les boucliers des fours à rouleaux contiennent des fibres artisanales, le risque d'exposition à une quantité importante de poussière est peu probable, car cette exposition est limitée dans le temps.

Sachant qu'il est impossible d'évaluer les niveaux de poussière accumulée dans les différentes applications, nous vous conseillons de porter un masque anti-poussière certifié (équivalent à la norme EN 149 FFP2S), comme le modèle 3M/8810.

## **Spécifications des boucliers thermiques**

### **TB3020**

<b>Durée thermique</b>	1 heure à une température moyenne de 700 °C 30 minutes maximum à une température moyenne de 900 °C			
<b>Température maximale</b>	1 200 °C			
<b>Dimensions et poids</b>	Hauteur : 81 mm	Largeur : 400 mm	Longueur : 638 mm	Poids : 14 kg
<b>Enregistreur approprié</b>	TP0106		TP0109	
<b>Produit standard</b>	Dalle de revêtement mural			

### TB3031

<b>Température moyenne</b>	700 °C		900 °C	
<b>Température maximale</b>	1 200 °C		1 200 °C	
<b>Durée en heures/minutes</b>	5 heures		4 heures	
<b>Dimensions et poids</b>	Hauteur : 150 mm	Largeur : 382 mm	Longueur : 610 mm	Poids : 20 kg
<b>Enregistreur approprié</b>	TP0106			
<b>Produit standard</b>	Tuile			

### TB3036

<b>Température moyenne</b>	700 °C		900 °C	
<b>Température maximale</b>	1 200 °C		1 200 °C	
<b>Durée en heures/minutes</b>	7 heures		5 heures 30	
<b>Dimensions et poids</b>	Hauteur : 200 mm	Largeur : 432 mm	Longueur : 660 mm	Poids : 24 kg
<b>Enregistreur approprié</b>	TP0106			
<b>Produit standard</b>	Vaissellerie			

### TB3038

<b>Température moyenne</b>	700 °C		900 °C	
<b>Température maximale</b>	1 200 °C		1 200 °C	
<b>Durée en heures/minutes</b>	17 heures		12 heures	
<b>Dimensions et poids</b>	Hauteur : 300 mm	Largeur : 512 mm	Longueur : 735 mm	Poids : 36,5 kg
<b>Enregistreur approprié</b>	TP0106			
<b>Produit standard</b>	Equipements sanitaires			



# Traitement au four à rouleaux

## Thermocouples de four à rouleaux

Utilisez un thermocouple de type K/N avec câble à isolation minérale de 1,5 mm de diamètre pour faciliter les manipulations pendant le chargement, le transport dans le four et le déchargement.

## Vérification du chargement sur les rouleaux

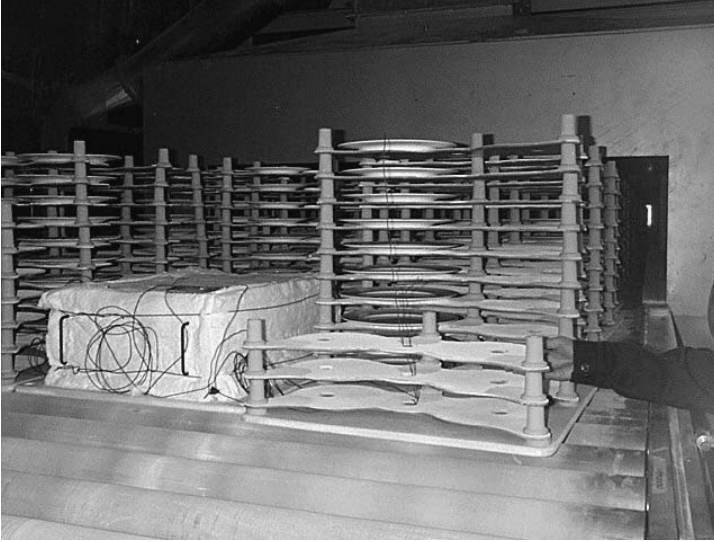
Assurez-vous que le poids du système Kiln Tracker est uniformément réparti au niveau du panneau en fibre céramique, et par conséquent sur chaque rouleau. Vous pouvez estimer la charge placée sur chaque rouleau en divisant le poids total du système Kiln Tracker, auquel vous aurez ajouté le poids de la céramique acheminée sur ces rouleaux, par le nombre de rouleaux supportant cette charge. Pour valider ces chiffres, vous devrez les comparer avec les spécifications du fabricant du four. En cas de doute, contactez le fabricant du four avant d'utiliser le système Kiln Tracker.

## Détermination des restrictions de hauteur

Une fois le bouclier sélectionné, vous devrez confirmer que ses caractéristiques correspondent à l'usage auquel il est destiné en envoyant une charge fictive légèrement supérieure dans le four. Cet aspect revêt une importance particulière dans le cas de fours à tuiles, mais il l'est moins pour les applications en vaissellerie, toiture et équipements sanitaires où le dégagement ne pose normalement pas de problème.

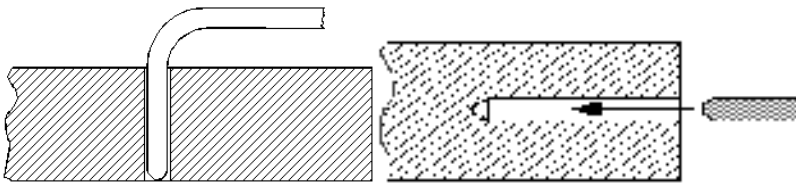
Préparez la charge fictive en découpant des carreaux de faïence non vernis et non cuits de couleur verte en bandes d'environ 50 mm de large, que vous empilerez sur la face visible de la dalle mince afin de constituer une pile qui dépassera légèrement le bouclier thermique. Mettez la charge fictive dans le four en veillant à ce que les capteurs et le système de ventilation soient en hauteur et dégagés. Après le cycle, observez la pile de carreaux : s'ils sont intacts, c'est que le bouclier est adapté. Dans le cas contraire, n'hésitez pas à demander conseil auprès de Datapaq.

# Installation des thermocouples



*Thermocouple relié à des pièces du test avant son démarrage*

Le diamètre des thermocouples est généralement de 1,5 mm. Si vous souhaitez insérer le thermocouple dans les carreaux, prenez le carreau de faïence non cuit vert, percez-y un trou de 1,6 mm de diamètre et 15 mm de profondeur et logez-y la borne de raccordement chaude de la sonde (voir diagramme ci-dessous).



Mesure de la température de base du carreau par un trou percé dans le carreau

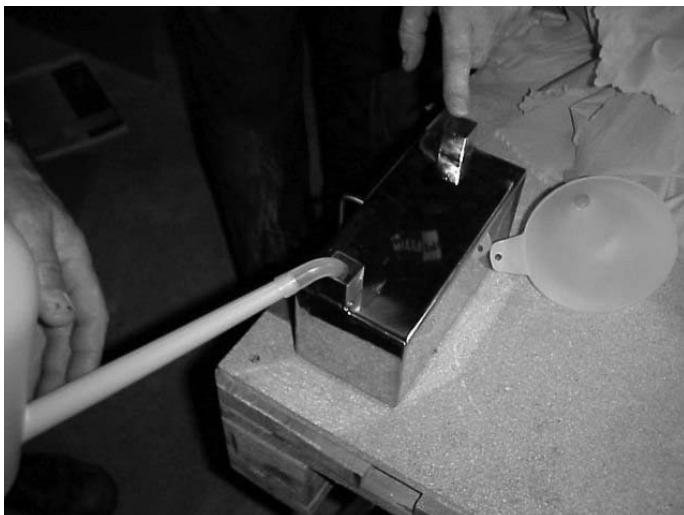
Mesure de la température interne du carreau par un trou percé dans le rebord

Si vous placez des thermocouples dans un élément d'équipement sanitaire, percez un trou de 3 mm de diamètre dans la céramique verte et logez-y la borne de raccordement chaude de la sonde. Maintenez en place le thermocouple en l'entourant de "barbotine" et en laissant sécher le mélange.

*Vous pouvez utiliser des thermocouples de types R ou S dans certaines applications pour fours à rouleaux destinées aux équipements sanitaires.*

# Assemblage du système

## Remplissage d'eau du bouclier thermique



*Remplissage du bouclier thermique avant le test*

Avant le début du test, il est essentiel de remplir le bouclier thermique d'eau afin que le processus d'évaporation puisse avoir lieu lors du passage dans le four. Il vous suffit pour cela de placer un tuyau en plastique court au niveau de l'orifice de remplissage du bouclier thermique et de le remplir d'eau froide, ou de vous servir d'un arrosoir adapté (voir photo ci-dessus). Remplissez le bouclier d'eau froide jusqu'à ce que l'eau déborde de l'orifice de trop-plein.

### **Les enregistreurs de données en quelques mots**

Parmi les enregistreurs de données adaptés aux opérations en four, on compte des variantes de Tpaq21, disponibles avec des thermocouples de types B, K, R et S.

La sélection d'un enregistreur de données repose sur plusieurs facteurs :

- caractéristiques du traitement ;
- nombre et type de thermocouples requis ;
- intervalle d'échantillonnage requis ;
- précision et résolution requises.

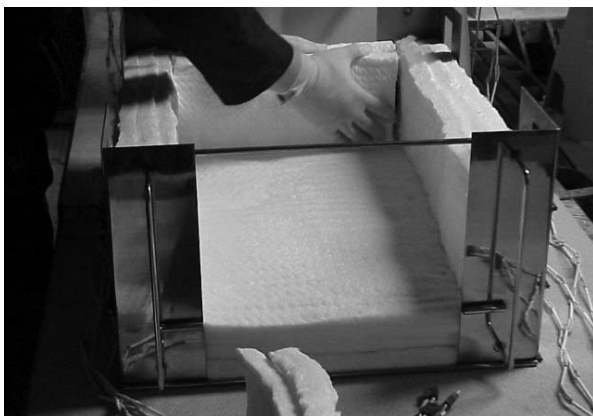
Pour plus d'informations, reportez-vous au manuel d'utilisation de votre enregistreur de données.

## ***Programmation de l'enregistreur de données***

Pour préparer votre enregistreur de données, reportez-vous à son manuel d'utilisation et à l'aide en ligne du logiciel Insight.

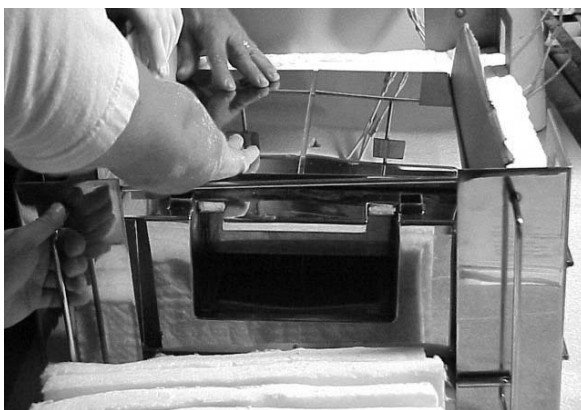
## ***Préparation du bouclier thermique et installation de l'enregistreur de données***

Les photos ci-dessous illustrent les principales étapes de la préparation d'un bouclier thermique.



*Assemblage des couches isolantes.*

La photo ci-dessus illustre un assemblage simple de couches isolantes à l'intérieur de la cage du bouclier. Vous devez porter des gants de protection pour éviter tout contact avec les fibres.



*Installation du bouclier thermique entre les couches isolantes.*

Le bouclier thermique est ensuite placé entre les couches isolantes. Notez que, sur cette photo, du carton a été utilisé pour faciliter les manipulations et positionner le bouclier sans difficulté, tout en protégeant les couches isolantes. Une fois le bouclier en place, retirez simplement le carton.



*Pulvérisation d'un produit de fixation.*

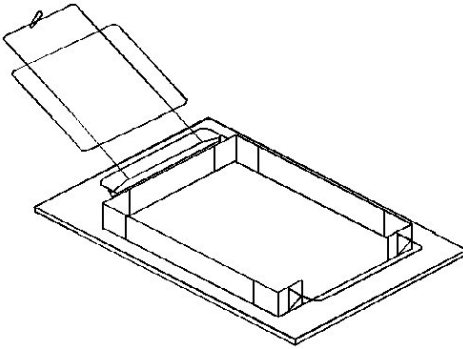
Il se peut que les fibres de la couverture thermique se décollent pendant le traitement et souillent le produit, entraînant des rejets inacceptables. Pour éviter ce genre de détérioration, pulvérisez un produit de fixation qui jouera le rôle de liant entre les couches de la couverture en fibre isolante.



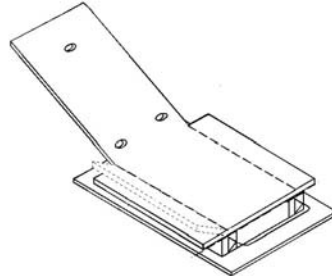
**Avertissement** : les performances des matériaux d'isolation s'amenuisent en raison des températures auxquelles ils sont soumis dans les fours à rouleaux. Après 4 cycles dans un four, ils doivent donc être remplacés.

Deux types de boucliers thermiques sont disponibles pour les applications pour fours à rouleaux : il s'agit des modèles TB3020/TB3031 d'une part, et TB3036/TB3038 d'autre part. Les diagrammes suivants illustrent leurs procédures d'assemblage.

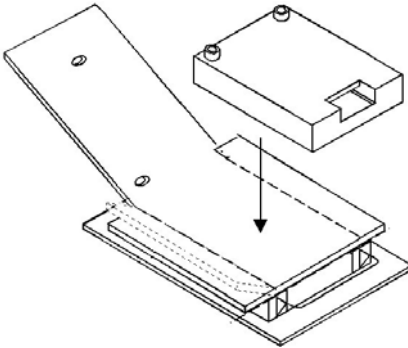
## Bouclier TB3020



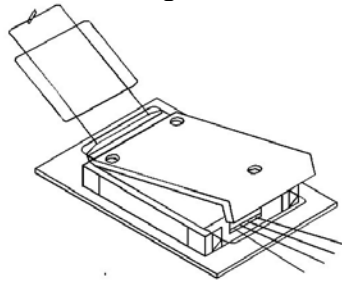
Placez la cage d'isolation sur le panneau en fibre, retirez la tige de verrouillage et soulevez le couvercle.



Alignez les matériaux d'isolation sur l'arrière de la cage. Repliez les battants pour que l'ensemble entre dans la cage.



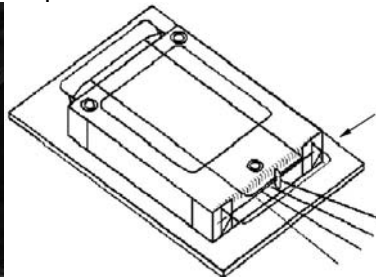
Remplissez la chemise d'eau principale et entourez-la des matériaux isolants.



Placez l'enregistreur de données dans la chemise d'eau et mettez en place la chemise d'eau arrière.



Vérifiez que l'isolation est parfaitement hermétique et remettez le couvercle de la cage.



Remplacez la tige de verrouillage.

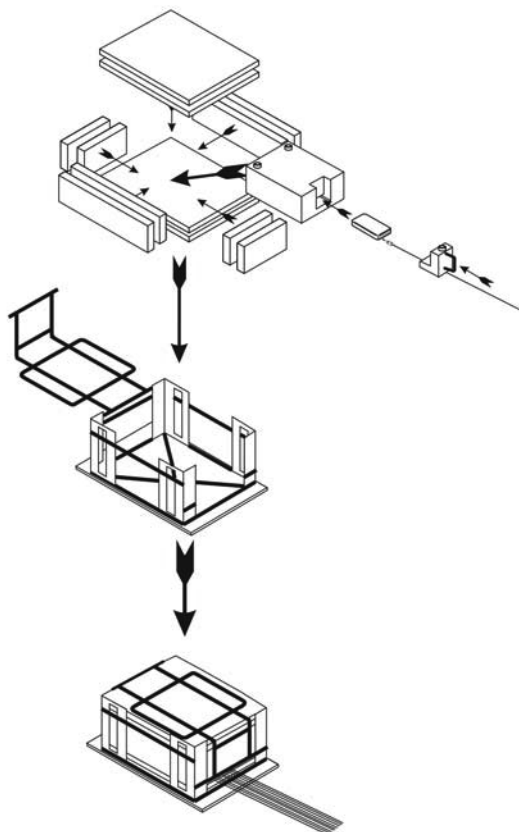
## Boucliers TB3031, TB3036 et TB3038

Ces boucliers utilisent des ensembles d'isolation externes, tels que décrits ci-dessous.

- TB3031 : couche simple (épaisseur de 25 mm)
- TB3036 : couche double (épaisseur de 50 mm)
- TB3038 : couche triple (épaisseur de 75 mm)

**Remarque** : pour des raisons de clarté, le diagramme illustre une installation standard à double couche. Modifiez votre installation en fonction du modèle de bouclier utilisé pour votre application.

Le diagramme suivant illustre les différentes étapes de l'assemblage :



1. Placez la cage d'isolation sur la dalle mince en céramique.
2. Placez les blocs isolants (2 dans cet exemple) dans la cage.
3. Placez les blocs isolants (2 dans cet exemple) sur les côtés et à l'arrière.

4. Programmez l'enregistreur de données et branchez-y les thermocouples.
5. Remplissez le réservoir principal et mettez en place l'isolation.
6. Introduisez l'enregistreur de données.
7. Remplissez le réservoir arrière et introduisez-le dans le réservoir principal.
8. Placez les autres blocs isolants sur le côté et à l'arrière.
9. Placez les panneaux isolants (2 dans cet exemple) sur le dessus, remettez le couvercle de la cage et verrouillez-la.

## Installation du système dans le four



*Introduction du système Tracker dans un four.*

*Dans les applications de fours à tuiles, maintenez le système sur la dalle mince du panneau en fibre fournie par Datapaq avec votre système Tracker. Dans le cadre d'applications pour fours à rouleaux destinées aux équipements sanitaires ou aux faïences à pâte blanche, maintenez le système sur les dalles minces fournies par le client avec la céramique.*

### **Mesures de sécurité**

Nous vous conseillons vivement de discuter de la mise en place de Tracker System avec votre responsable Hygiène et Sécurité.

## Chargement du système

Etant donné que la céramique est généralement chargée manuellement dans les fours à rouleaux, le temps consacré au chargement manuel de chaque élément du système Tracker et le contrôle de la céramique requièrent un temps relativement important pour positionner la céramique sur les rouleaux.

**Conseil :** lors du chargement de carreaux dans le four, la céramique (ou les carreaux) se déplace rapidement et vous disposez de peu de temps pour charger le bouclier et insérer les thermocouples dans les carreaux verts. Si possible, posez le système et les carreaux du test sur la partie supérieure de l'accumulateur afin de permettre la libération du produit par rétrogradation une fois l'ensemble mis en place.



**Avertissement :** si vous omettez de remplir ou ne remplissez que partiellement le réservoir, vous risquez d'endommager sérieusement le système suite à une utilisation en four. Les chemises d'eau principale et arrière doivent être entièrement remplies d'eau afin de les protéger convenablement.



**Avertissement :** pendant le test, l'eau contenue dans le bouclier du four à rouleaux bout de façon excessive et s'évapore. Pour éviter de vous ébouillanter avec la vapeur ou l'eau en ébullition, manipulez le bouclier et les réservoirs avec précaution lors de la récupération du système. Retirez les réservoirs en les maintenant à l'horizontale, et placez-les sur une surface adéquate pour les laisser refroidir.



# Récupération du système dans les fours à rouleaux

## Désassemblage du système

Avec l'aide d'un assistant, soulevez le système et les carreaux (ou tout autre matériau en céramique) des rouleaux en mouvement. Assurez-vous que le système est maintenu à plat afin d'éviter toute éclaboussure d'eau contenue dans les chemises d'eau et posez-le sur le sol. Retirez la dalle mince avec précaution pour éviter toute détérioration.

### **Sondes**

Si les produits traités sont des tuiles, retirez les thermocouples de la céramique. Il se peut que vous deviez casser la tuile en donnant de légers coups de marteau à proximité des thermocouples.

### **Enregistreur de données**

Retirez la tige de verrouillage, puis le couvercle et soulevez l'ensemble d'isolation. Retirez soigneusement le réservoir avant en le maintenant à l'horizontale afin d'éviter toute éclaboussure.

Tout en maintenant les câbles des thermocouples, retirez l'enregistreur de données de la chemise d'eau principale. Déconnectez les thermocouples de l'enregistreur de données, enrroulez-les après avoir vérifié que le diamètre de la bobine est supérieur à 400 mm et stockez-les dans un endroit sûr.

Laissez refroidir les chemises d'eau avant de les vider de leur contenu.

## Transfert des données

Pour transférer des données, reportez-vous au manuel d'utilisation de l'enregistreur et à l'aide en ligne du logiciel Insight.



# Entretien et maintenance

## Boucliers thermiques

### *Refroidissement*

Posez les boucliers thermiques encore chauds sur des cales d'espacement, une couverture en fibre céramique ou un matériau réfractaire, afin d'assurer un refroidissement uniforme. Le placement d'un bouclier thermique chaud directement sur une surface froide risque de déformer son enveloppe sous l'effet des différentes vitesses de refroidissement des surfaces.

La chaleur absorbée par le bouclier thermique continuera d'affecter la température de l'enregistreur de données ; retirez-le du bouclier thermique dès la fin du test. Laissez-le refroidir à l'air libre avant de l'utiliser ou remplissez-le de nouveau d'eau froide si un autre test est requis immédiatement après.

Après deux ou trois cycles, remplacez toujours les panneaux isolants en fibre, car ils sont endommagés par les différentes manipulations, ce qui a pour effet d'affecter la capacité thermique des boucliers.

## Thermocouples

Vérifiez les câbles et remplacez ceux dont l'isolation est endommagée.

Au moment d'enrouler les câbles, assurez-vous que le diamètre de la bobine est d'au moins 400 mm.

## Fiches de thermocouple

Si votre système est doté de fiches de thermocouple reliées à un câblage électrique interne, vous devrez peut-être appliquer une **petite** quantité de lubrifiant pour appareils électriques sur les fiches pour faciliter leur retrait.



# Dépannage

## Matériel

### *Défaillances des thermocouples*

Les thermocouples sont généralement fiables, mais des dommages résultant d'une utilisation ou d'une manipulation inappropriées peuvent produire des relevés erronés. Le logiciel Tracker de Datapaq détecte les sondes à circuit ouvert et joint aux données les concernant un avertissement qui les identifie comme non valides.

<b>Défaillances des sondes</b>	<b>Problème</b>	<b>Action</b>
Circuit ouvert	Les sondes à circuit ouvert permanent sont indiquées par *OC. Les sondes à circuit ouvert intermittent risquent de générer des profils irréguliers. Pour vérifier les mesures, utilisez l'option d'affichage des données.	Vérifiez que les fiches sont correctement connectées.  Vérifiez que les fiches sont correctement connectées.
Court-circuit	Relevé présentant des incohérences avec les autres sondes	Pour plus d'informations sur le test de l'enregistreur de données, reportez-vous à son manuel d'utilisation.

Pour réduire les problèmes liés aux sondes, reportez-vous à la section Entretien et maintenance, Thermocouples à la page 63.



# INDEX

- Bouclier
  - entretien et maintenance, 45, 63
- Bouclier thermique
  - voir Bouclier, 9
- Compensation
  - non-linéarité de la sonde, 12
- Couleur
  - connecteur de sonde, 12
- Dissipateur thermique
  - entretien et maintenance, 63
- Données
  - transfert, 61
- Enregistreur de données
  - entretien et maintenance, 63
- Evaporation contrôlée, 13
  - boucliers thermiques, 13, 26
  - comparaison avec la technologie conventionnelle, 14
- Fibre céramique
  - limite de température, 20
- Isolation
  - céramique, 19
  - fibres de verre, 19
  - limites de température**, 20
  - minérale, 19
- Linéarité
  - thermocouples, 12
- Profil de température
  - cycle, 62
- Sécurité
  - questions de sécurité, 45, 58
- Sonde**
  - attribution de nom et emplacement, 36, 37
  - entretien et maintenance, 63, 65
  - fixation, 35
  - spécifications**, 19, 20
- TB6100, 26, 40
  - spécifications, 26
- TB6200, 26, 40
  - spécifications, 27
- TB6400
  - spécifications, 27
- Test
  - enregistreur de données, 65
  - thermocouples, 38
- Thermocouple
  - couleur du connecteur, 12
  - voir Sondes, 9

## **Europe & Asia**

Datapaq Ltd  
Lothbury House  
Cambridge Technopark  
Newmarket Road  
Cambridge CB5 8PB  
United Kingdom  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
[sales@datapaq.co.uk](mailto:sales@datapaq.co.uk)

## **North & South America**

Datapaq, Inc.  
3 Corporate Park Dr., Unit 1  
Derry, NH 03038  
USA  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
[sales@datapaq.com](mailto:sales@datapaq.com)

## **China**

Datapaq Ltd  
3rd Floor, Lane 280-6  
Linhong Road  
Shanghai 200335  
China  
Tel. +86(0)21-6128-6200  
Fax +86(0)21-6128-6221  
Fax +86(0)21-6128-6222  
[sales@datapaq.com.cn](mailto:sales@datapaq.com.cn)



A Fluke Company

[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)