

SolarPaq

MANUEL DE
L'UTILISATEUR

à utiliser avec

insight
software

Edition I



A Fluke Company

SolarPaq

Manuel de l'utilisateur

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 et Asie

Datapaq Ltd.
Lothbury House, Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
Royaume-Uni
Tél. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
Email sales@datapaq.co.uk
www.datapaq.com

Amériques du Nord et du Sud

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit I
Derry
NH 03038
USA
Tél. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
Email sales@datapaq.com
www.datapaq.com

CONSIGNES DE SECURITE

Pour une utilisation sans danger d'un équipement Datapaq, respectez toujours les consignes suivantes :

- Suivez attentivement les instructions qui l'accompagnent.
- Respectez les avertissements figurant sur l'équipement.



Danger potentiel

Sur un équipement Datapaq, ce symbole signale une température élevée. Consultez le manuel pour toutes informations supplémentaires.



Températures élevées

Ce symbole indique que la surface de l'équipement risque d'être excessivement chaude (ou excessivement froide) et de causer des brûlures cutanées.

© Datapaq Ltd., Cambridge, Royaume-Uni 2010

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 du présent document.

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 que ce soit de telles révisions ou modifications.

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

Défini en 10 pt Gill Sans.

Les manuels de l'utilisateur sont disponibles dans d'autres langues.
Pour plus de détails, contactez Datapaq.

TABLE DES MATIERES

7 Introduction

9 Présentation et utilisation du matériel de base

9 Composants du système

9 Boucliers thermiques

10 Sondes thermocouples

17 Réalisation d'un profil de température

17 Présentation

18 Préparation de l'enregistreur

18 Installation de l'enregistreur dans le bouclier thermique

19 Mise en place du système dans le four

19 Retrait de l'enregistreur du four et transfert des données

20 Préparation des données pour l'analyse

21 Utilisation de la télémesure câblée

22 Dépannage

25 Couche antireflet (pulvérisation)

25 Bouclier thermique

26 Thermocouples

28 Réalisation d'un profil de température

29 Chauffe par contact (métallisation)

29 Boucliers thermiques

30 Thermocouples

32 Réalisation d'un profil de température

33 Feuilletage de module

33 Bouclier thermique et cadre de transport

34 Thermocouples

34 Réalisation d'un profil de température

Introduction

SolarPaq de Datapaq®, qui inclut logiciel Insight™ Solar Tracker®, est système complet pour le contrôle et l'analyse de profils de température de produits dans un vaste éventail de processus de traitement thermique utilisés pour la fabrication de cellules photovoltaïques. La puissance et la flexibilité de SolarPaq en font l'outil idéal pour le contrôle des températures de traitement, de la mise en service au dépannage en passant par l'optimisation du traitement, ce qui garantit une qualité de produit constante et une efficacité maximale.

Les **techniques d'analyse** novatrices du logiciel Insight permettent d'identifier les problèmes, d'améliorer le traitement et de réduire les frais d'exploitation. Grâce aux puissantes fonctions de **rapport**, l'utilisateur peut générer et personnaliser des rapports et décider d'y inclure tout ou une partie des résultats d'analyse ou des données de température brutes.

Les matériaux et procédures détaillés dans ce manuel permettent aux utilisateurs de SolarPaq d'obtenir des profils de température précis et reproductibles. Datapaq a développé des solutions spécifiques pour les traitements de profil les plus communément utilisés dans la fabrication de cellules photovoltaïques cristallines. Ces solutions sont traitées ici en détails. Ce manuel fournit aussi des informations générales sur les mesures à suivre lors de l'utilisation du système SolarPaq dans les industries associées telles que la fabrication de cellules photovoltaïques en couche mince.

Ce manuel contient les sections suivantes :

- **Présentation et utilisation du matériel de base** (page 9) : présentation des boucliers thermiques et des sondes de thermocouples, de leurs spécifications et de leur utilisation.
- **Réalisation d'un profil de température** (page 17) : étapes de réalisation d'un profil de température communes à tous les traitements de fabrication de cellules photovoltaïques, dont l'utilisation de **télémesure câblée** afin de suivre en temps réel le développement du profil de température.
- Aspects d'utilisation du système SolarPaq spécifiques aux différents traitements : **couche antireflet (pulvérisation)** (page 25), **chauffe par contact (métallisation)** (page 29) et **feuilletage de module** (page 33).

Avant toute utilisation, veuillez à consulter le présent manuel ainsi que le manuel fourni avec **l'enregistreur de données**. Il contient des informations sur le fonctionnement de l'enregistreur, notamment pour les opérations suivantes :

- installation du logiciel Insight et configuration de la communication entre l'enregistreur et l'ordinateur ;

- réinitialisation de l'enregistreur et intégration de nouveaux paramètres de collecte de données ;
- transfert des données collectées sur l'ordinateur ;
- télémesure ;
- dépannage de l'enregistreur.

Pour plus d'informations sur l'utilisation du logiciel Insight, consultez le système d'aide en ligne accessible après l'installation du logiciel.

Présentation et utilisation du matériel de base

Pour tenir compte des différents traitements impliqués dans la fabrication de cellules photovoltaïques, les systèmes SolarPaq sont fournis dans différentes configurations, suivant l'application prévue. Les informations contenues dans ce chapitre s'appliquent à tous les systèmes. Dans certains traitements de fabrication de cellule, certains facteurs supplémentaires doivent être pris en compte. Ces facteurs sont traités séparément :

- Traitement de couche antireflet (pulvérisation) (page 25).
- Chauffe par contact (métallisation) (page 29).
- Feuilletage de module (page 33).

*Pour plus d'informations sur l'utilisation de l'**enregistreur de données** et sur tout autre matériel spécialisé, reportez-vous à la documentation correspondante.*

Composants du système

Un système SolarPaq standard comprend :

- Un enregistreur de données, avec câble de communication et chargeur.
- Un manuel d'utilisation de l'enregistreur de données (spécifique au modèle d'enregistreur).
- Un bouclier thermique, pour protéger l'enregistreur durant la phase d'utilisation dans le four.
- Des sondes de thermocouples.
- *Manuel de l'utilisateur SolarPaq.*
- Logiciel Insight Solar Tracker.

Boucliers thermiques

Le bouclier thermique fournit la protection thermique et mécanique nécessaire à la protection de l'enregistreur de données dans l'environnement hostile du four.

Différents boucliers sont disponibles pour les différents types d'enregistreurs et de traitements. Les spécifications et l'utilisation d'une sélection de ces boucliers sont décrites dans les sections correspondantes de ce manuel.

La protection thermique principale est assurée par isolation céramique micro-poreuse et par un tissu en fibre céramique, permettant au système de fonctionner à haute température pendant de longues périodes.

*Lorsque le bouclier est utilisé dans des **traitements sous vide** et lorsque celui-ci a été laissé en position verticale pendant un certain temps, la création du vide peut prendre plus de temps en raison du dégazage de l'isolation céramique.*

Sélection d'un bouclier thermique

Avant de réaliser un profil de température d'un traitement donné, l'utilisateur doit s'assurer que le système SolarPaq est adapté.

La durée thermique du bouclier thermique doit dépasser la durée du profil temps/température expérimenté dans ce traitement (reportez-vous aux spécifications de bouclier, dans les autres sections de ce manuel).

L'utilisation d'un bouclier thermique non adapté peut conduire à des dommages irréparables du bouclier et/ou de l'enregistreur.

La **taille physique** du système SolarPaq (principalement celle du bouclier thermique) doit être prise en compte pour s'assurer qu'il puisse être soumis au traitement. Assurez-vous notamment qu'il puisse être inséré et extrait du four en toute sécurité.

En cas de doute concernant le choix du bouclier thermique, contactez Datapaq en vous munissant des informations détaillées sur le traitement.

Sondes thermocouples

Les sondes utilisent l'effet Seebeck, découvert au dix-neuvième siècle et selon lequel une fréquence électromagnétique est produite par tout matériau conducteur qui n'est pas soumis à une température uniforme. La tension réelle mesurée est proportionnelle à l'écart de température entre les bornes de raccordement « chaude » et « froide » du thermocouple (la borne de raccordement chaude étant le point de mesure, et la froide constituant le point de jonction du thermocouple et de l'équipement de mesure).

La mise en place pratique des sondes requiert un dispositif électronique sophistiqué, de façon à supprimer toute erreur potentielle de mesure. Ces erreurs potentielles incluent une mauvaise linéarité de la plage des mesures et

une inexactitude due aux variations de température au niveau de la borne de raccordement froide. Pour prendre toute erreur en compte, le dispositif électronique du système de mesure doit simuler une température de 0 °C sur cette deuxième borne, et compenser pour toute non-linéarité de la plage de fonctionnement de la sonde.

Au cours des années, nous avons développé des thermocouples « standard » à l'aide de matériaux choisis pour leur sensibilité, leur linéarité (uniformité de la sensibilité sur la plage de températures utile), leur prix et leur disponibilité. Les normes actuelles incluent les thermocouples de type K, N, R, S et T, chaque type étant identifiable à la couleur de son connecteur.

Spécifications des thermocouples

Pour la fabrication de cellules photovoltaïques, la sonde thermocouple standard pour les opérations en four est la sonde de **type K**, dont la borne de raccordement chaude associe un alliage nickel-chrome et un alliage nickel-aluminium. Les spécifications internationales du type K définissent une sensibilité et une linéarité sur une plage allant de 0 à 1 250 °C, bien que la plage de fonctionnement soit en principe limitée par l'isolation du câble (voir ci-dessous).

Type de sonde	Plage de températures	Isolation du câble	Précision des sondes fournies par Datapaq
K	Entre -150 °C et 1 370 °C	Minéral, PTFE, céramique	± 1.1 °C (ou $\pm 0.4\%$ si supérieur) entre 0 et 1 250 °C

Les thermocouples de type K fournis par Datapaq sont livrés avec des **connecteurs et des câbles verts**, conformes à la norme de couleur IEC584.

Isolation du câble thermocouple

La température de fonctionnement pratique des thermocouples est limitée par les caractéristiques de température du matériau d'isolation du câble. L'isolation recommandée pour la sonde lors des traitements utilisés pour la fabrication de cellules photovoltaïques est principalement minérale et PTFE.

Isolation	Limite de température maximale
Isolation minérale (MI)	1 250 °C
PTFE	265 °C
Fibre de verre sans liant	1 000 °C

Les sondes à isolation **minérale** ont une borne de raccordement fermée qui offre une meilleure résistance aux interférences électriques, s'avérant ainsi particulièrement utiles dans les traitements de pulvérisation (page 25). Elles

sont moins flexibles que les sondes PTFE, mais conviennent pour une utilisation jusqu'à 1 250 °C.

La fibre de verre sans liant fournit une isolation flexible et très légère, adaptée aux températures élevées. Elle est utilisée dans les traitements tels que l'opération de chauffe par contact.

Les sondes isolées par **PTFE** (polytétrafluoroéthylène) conviennent à tous les usages génériques, à des températures allant jusqu'à 265 °C. Le PTFE est un matériau solide, souple et non collant, à faible masse thermique, offrant par conséquent un temps de réponse rapide.

AVERTISSEMENT

Le PTFE ne supporte pas la combustion, mais se décompose au-delà de 265 °C en produisant de faibles quantités de fumées toxiques.

Les produits dangereux découlant de la décomposition thermique du PTFE sont les suivants.

A des températures supérieures à :	Produit
400 °C	Voir remarque *
430 °C	Tétrafluoroéthylène
440 °C	Hexafluoropropylène
475 °C	Perfluoroisobutylène
500 °C	Fluorure de carbonyle* qui, au contact de l'air humide, se transforme en fluorure d'hydrogène

* Peut également se dégager si l'adhésif PTFE est conservé à 400 °C pendant une durée prolongée.

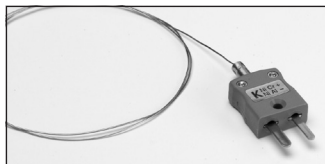
Risques pour la santé

- L'inhalation de produits issus de la décomposition du PTFE risque de provoquer la « fièvre des fumées de polymères », dont les symptômes sont semblables à ceux de la grippe.
- L'ingestion ou le contact avec la peau ne provoquent aucune réaction.
- L'exposition au PTFE n'aggrave pas les conditions médicales existantes.

Procédures d'urgence et de premier secours

- En cas de contact involontaire avec les émanations de PTFE, faites respirer de l'air frais à la personne concernée.
- Vous devez porter des vêtements de protection et un appareil respiratoire isolant lorsque vous tentez d'éteindre un incendie.

Types de thermocouples et accessoires



Thermocouples haute température ultra-fins

Câble à isolation minérale, diamètre 0,5 mm. Conforme à la norme BSEN 60584.2 Classe I. Maximum 1 100 °C pour de courtes durées.

PA1570 0,3 m

PA1571 0,6 m

PA1572 1,0 m



Thermocouple à panneau adhésif

S'attache directement au métal ou plastique de calibrage léger avec un panneau adhésif et/ou du ruban adhésif haute température. Assure un délai de réponse optimal. Idéal aussi pour les traitements en infrarouge. Câble isolé par PTFE. Maximum 265 °C.

PA0061 1,0 m

PA0060 1,5 m

PA0062 3,0 m

Thermocouple en fibre de verre sans liant

Câble à couple plat 1/0.2, borne de raccordement chaude aplatie pour un contact thermique amélioré. Conforme à la norme ANSI MC96.1 limites spéciales d'erreur Maximum 1 000 °C.

PA1144 0,5 m

PA1145 1,0 m

Ruban adhésif Kapton – Adhésif haute température

Pour la sécurisation des thermocouples à borne de raccordement apparente. Adhésif silicone sensible à la pression. Maximum 400 °C.

HT0090 9 m

Utilisation des sondes thermocouples

Les sondes Datapaq couvrent une large variété d'utilisations possibles. Choisissez les types de sonde adaptés à votre traitement. Pour les emplacements de sondes individuelles, reportez-vous à la liste ci-dessus.

La **température du traitement** peut déterminer le choix du matériau d'isolation des thermocouples. Le PTFE est préférable si la température du traitement est assez basse pour permettre son utilisation ; voir page 11.

La conception mécanique de **l'extrémité du thermocouple** (la borne de raccordement chaude) doit être adaptée au produit auquel l'extrémité sera attachée. Pour mesurer la température de surface d'une cellule cristalline, une extrémité plate très légère est préférable. Lors d'une mesure de la température de panneaux en verre plus épais, une sonde plus lourde peut être utilisée pour plus de solidité.

La **longueur** des thermocouples doit être sélectionnée de manière à garantir une longueur de câble permettant de connecter le produit à l'enregistreur de données. Les thermocouples ne doivent cependant pas être trop longs, sinon l'excédant de câble peut rester coincé lorsque le système est soumis au traitement.

Le **type de thermocouple** (K, N, R, S ou T) doit correspondre à celui de l'enregistreur de données.

Position des sondes

La géométrie du produit et les exigences thermiques du traitement définissent le nombre et la position des thermocouples pour le test. Dans certains cas, il est nécessaire d'installer une rangée de sondes pour couvrir toute la surface du produit. Dans d'autres cas, les thermocouples sont placés pour surveiller une partie du produit.

Fixation des sondes

La fixation des sondes à un produit est une étape clé dans l'obtention de profils de température précis et reproductibles. Il existe différentes options, suivant la nature du produit et les températures auxquelles il est traité :

- **Ruban adhésif.**
- **Ciment adhésif** (époxy haute température ou ciment).
- **Fixation mécanique** à l'aide d'un mécanisme de serrage.

*La **masse thermique** de l'extrémité du thermocouple et du dispositif de fixation choisi doit être inférieure à celle du produit. Les mesures sont ainsi le reflet de la température du produit lors du processus normal de production.*

*L'extrémité de la sonde doit être en **contact mécanique** avec le produit lors du contrôle de la température de surface. Un mauvais contact thermique risque au mieux de ralentir la vitesse à laquelle le produit chauffe la sonde et, dans le pire des cas, d'empêcher la sonde d'atteindre la même température. Vérifiez que les extrémités de la sonde sont propres avant de les fixer.*

*Pour aider la reproductibilité et obtenir un cycle de vie maximal des sondes, il est préférable d'utiliser comme **pièce de test** un échantillon standard du produit auquel les thermocouples seront constamment attachés.*

Test des sondes thermocouples

Bien que les thermocouples soient généralement solides, il arrive qu'ils soient endommagés lors de leur manipulation. Pour vérifier leur fonctionnement après l'installation :

- Configurez le système pour surveiller un cycle de profil utilisant la télémessure câblée (voir page 21 pour plus de détails), et notez les températures enregistrées par les thermocouples comme elles sont affichées dans Insight – *ou*
- Utilisez un thermomètre numérique de type K, en attachant tout à tour chaque thermocouple au connecteur du thermomètre – *ou*
- Avec un jeu complet de thermocouples attachés à l'enregistreur, lui-même connecté au PC, ouvrez la section Diagnostic de la boîte de dialogue Configuration des communications d'Insight. Cela affichera la température actuelle des sondes.

Procédez comme suit.

1. Effectuez dans un premier temps les relevés à température ambiante : les thermocouples n'enregistrant aucune données dans Insight, ou un circuit ouvert avec un thermomètre numérique (*OC* dans la boîte de dialogue Configuration des communications), peuvent être cassés. Des relevés incohérents peuvent indiquer la présence d'un court-circuit intermittent.
2. Si la cote ambiante enregistrée est satisfaisante, appliquez une source de chaleur sur l'extrémité de la sonde à l'aide de vos doigts ou d'une autre source. Une température en augmentation devrait être enregistrée :
3. Si le relevé ne change pas, cela signifie que le thermocouple est court-circuité. Vous devez alors le remplacer :
 - Si la sonde mesure la température de l'air, le câble peut être endommagé, ce qui a créé une nouvelle borne de raccordement chaude.
 - Si le thermomètre indique une baisse, cela signifie que les connexions du thermocouple sont inversées.
4. Vérifiez le fonctionnement à 100 °C en plongeant l'extrémité du thermocouple dans l'eau bouillante.
5. Remplacez les thermocouples dont les câbles sont endommagés.

Réalisation d'un profil de température

Les informations contenues dans ce chapitre s'appliquent à tous les systèmes SolarPaq et doivent être lues conjointement aux détails sur l'utilisation du système spécifique :

- Traitement de couche antireflet (pulvérisation) (page 25).
- Chauffe par contact (métallisation) (page 29).
- Feuilletage de module (page 33).

Les profils de température peuvent être exécutés des deux façons suivantes :

- **Création de profils standards** : après le passage de l'enregistreur et du produit dans le four, les données sont transférées de l'enregistreur vers l'ordinateur pour pouvoir être affichées et analysées dans le logiciel Insight de Datapaq.
- **Utilisation de la télémesure câblée** : au moment de la collecte des données dans le four par l'enregistreur, celles-ci sont transmises directement à l'ordinateur à l'aide d'un câble. Vous pouvez observer la progression du profil de température, c'est-à-dire en temps réel. Voir page 21.

Ce chapitre décrit les étapes basiques du passage d'un produit ou d'une pièce de test dans le four afin d'obtenir un profil de température sans télémesure.

Présentation

Avant de faire passer votre produit et l'enregistreur de données dans le four, utilisez le logiciel Insight pour réinitialiser l'enregistreur, autrement dit pour le préparer à recevoir de nouvelles données. Une fois passé dans le four, récupérez l'enregistreur et utilisez Insight pour transférer les données du profil et les enregistrer sur le disque dur de votre ordinateur. La procédure est la suivante.

- Choisissez l'emplacement des sondes et fixez-les.
- Établissez la communication entre l'enregistreur de données et votre PC (si cela n'a pas déjà été fait pour un profil précédent).
- Réinitialisez l'enregistreur de données pour qu'il soit prêt à recevoir de nouvelles données. Ce faisant, vous pouvez définir l'intervalle de collecte des données et la méthode utilisée pour déclencher cette collecte, et vérifier l'état de la pile de l'enregistreur.

- Placez l'enregistreur dans le bouclier thermique.
- Faites passer la pièce de test ainsi que l'enregistreur et son bouclier dans le four.
- Transférez les données de l'enregistreur vers le logiciel Insight.
- Si nécessaire, réglez la position de début du four sur celle des données.
- Ajoutez toute autre information que vous voulez voir figurer avec les données du profil.

Vous pouvez ensuite utiliser le logiciel Insight pour analyser les données du profil.

Préparation de l'enregistreur

Lorsque vous connectez l'enregistreur de données à un PC pour la première fois, il est nécessaire de permettre la communication entre les deux dispositifs. L'enregistreur doit aussi être réinitialisé (à l'aide du logiciel Insight) avant un cycle de profil afin d'établir ses paramètres de collecte des données. Reportez-vous au manuel d'utilisation dédié à votre enregistreur, ou au système d'aide d'Insight.

*Notez que l'**intervalle d'échantillonnage** recommandé pour l'enregistreur (sélectionné durant le processus de réinitialisation) diffère du traitement surveillé. Reportez-vous à la section correspondante de ce manuel.*

Vérifiez également que la batterie de l'enregistreur est suffisamment chargée pour tenir toute la durée de la réalisation du profil.

Pour les procédures à suivre, reportez-vous à la documentation de votre enregistreur ou à l'aide du logiciel Insight. Vous devez laisser refroidir l'enregistreur à une température inférieure à 35 °C après sa dernière utilisation (afin de pouvoir le tenir confortablement sans gants).

Installation de l'enregistreur dans le bouclier thermique

Vérifiez que le bouclier thermique a suffisamment refroidi depuis sa dernière utilisation.

1. Branchez les thermocouples sur les prises numérotées de l'enregistreur. Si vous utilisez un fichier Traitement, vérifiez que les numéros de sonde et de prise de l'enregistreur correspondent aux numéros utilisés pour les sondes et leurs emplacements dans le fichier (consultez le logiciel Insight pour plus

- d'informations sur les fichiers Traitement : appuyez sur la touche de fonction F1, ou sélectionnez Aide > Sommaire dans la barre de menus, puis cliquez sur la section Fichiers Traitement : Four, Recette, Produit).
2. Vérifiez que les joints d'étanchéité du bouclier thermique sont propres et intacts. L'enregistreur doit être protégé par un joint de qualité entre le bouclier thermique et les câbles thermocouples. Assurez-vous que les câbles du thermocouple ne se croisent pas à la sortie du bouclier, ce qui assurera la meilleure étanchéité possible lorsque le bouclier est fermé.
 3. Si le mode de déclenchement est le bouton Start, maintenez ce bouton enfoncé pendant environ 1 seconde, jusqu'à ce que le témoin vert commence à clignoter.
 4. Fermez le bouclier thermique en vous assurant que le couvercle est correctement attaché.

Mise en place du système dans le four

La vitesse de ligne dans le four peut être très haute. Prenez donc soin de tout préparer avant de charger une partie du système dans le traitement. Il arrive souvent que l'espace d'accès et le temps d'accès à l'entrée du traitement soient limités, vous devez donc planifier l'installation du système.

1. Placez la pièce de test instrumentée sur la bande transporteuse ou le mécanisme de chargement du four avec les câbles thermocouples vers l'arrière, en vous assurant la position de l'ensemble permettra de traverser le four sans heurter les éléments de ce dernier. Dans la plupart des applications, les meilleurs résultats sont obtenus si la pièce de test entre dans le traitement avant le bouclier thermique, assurant le minimum de troubles thermiques lors de la mesure de la température du produit.
2. Si le système va être traité pendant une longue période, notez l'heure à laquelle il entre afin de pouvoir calculer l'heure de sortie prévue.

Retrait de l'enregistreur du four et transfert des données

AVERTISSEMENT

*Le bouclier thermique (et probablement l'enregistreur) seront **chauds**. Utilisez des gants de protection.*

Récupérez le système dès sa sortie du four (ou dès que l'accès au système est possible et sûr). Un espace suffisant doit être aménagé prêt du four pour permettre les procédures de manipulation appropriées.

Ouvrez le bouclier thermique et **retirez l'enregistreur**.

Si vous ne retirez pas l'enregistreur du bouclier thermique chaud, vous risquez de l'endommager.

Ouvrez complètement le bouclier thermique et placez-le sur une surface froide pour accélérer son refroidissement.

Si la configuration le permet, les sondes thermocouples peuvent être laissées en place pour les cycles de profil suivants. Le maintien des thermocouples en place permettra de limiter l'usure et la tension sur les câbles et permettra d'allonger leur durée de vie.

Si la **collecte des données doit être interrompue manuellement**, maintenez enfoncé le bouton d'arrêt rouge de l'enregistreur jusqu'à ce que les témoins d'état rouge et vert s'allument simultanément. Un témoin d'état rouge qui clignote toutes les cinq secondes signale que des données stockées dans l'enregistreur n'ont pas encore été transférées vers l'ordinateur.

Téléchargez les données de l'enregistreur vers le PC à l'aide du logiciel Insight. Pour obtenir une description de cette procédure, reportez-vous au manuel de l'enregistreur de données ou au système d'aide du logiciel Insight (accessible via la commande Sommaire du menu Aide).

Préparation des données pour l'analyse

Pour plus d'informations sur le potentiel des capacités d'analyse d'Insight, consultez le système d'aide en ligne : dans la barre de menu d'Insight, sélectionnez Aide > Sommaire > Analyse des données. Avant de commencer l'analyse complète des données téléchargées, il est recommandé d'effectuer la procédure suivante :

- Appliquez un **fichier Traitement** (consultez le logiciel Insight pour une présentation des fichiers Traitement : appuyez sur la touche de fonction F1, ou sélectionnez Aide > Sommaire dans la barre de menus, puis cliquez sur la section Fichiers Traitement : Four, Recette, Produit').
- Indiquez la **position de début du four** dans les données (voir ci-dessous).
- Appliquez les **facteurs de correction des thermocouples** aux données (voir ci-dessous).
- Enregistrez toutes les **notes** spécifiques au cycle de profil (voir ci-dessous).

Spécification du début du four

Si vous n'avez appliqué aucun fichier Traitement aux données durant le téléchargement (voir ci-dessus) ou que le fichier Traitement que vous avez

appliqué ne spécifiait pas que la **position du début de four** devait être réglée, vous pouvez régler le début du four maintenant : dans la barre de menus, sélectionnez Traitement > Régler le début du four, ou utilisez le menu contextuel à l'aide de la souris.

Ce réglage peut s'avérer très utile, car il permet de comparer les différents fichiers-paq entre eux, c'est-à-dire les données provenant de différents cycles de profil. Si vous ne souhaitez pas régler la position de début du four maintenant, vous pourrez le faire ultérieurement, à votre convenance.

Pour en savoir plus sur le début du four et sur la façon de régler sa position, cliquez sur Aide dans la boîte de dialogue Régler le début du four.

Facteurs de correction des thermocouples

Il est possible d'augmenter la précision en utilisant des données d'étalonnage pour les thermocouples afin d'établir les facteurs de correction. Une fois que les facteurs de correction sont connus pour une plage de valeurs de températures et qu'une relation linéaire est supposée entre les valeurs de températures adjacentes, les corrections appropriées peuvent être appliquées à toutes les données à l'intérieur de la plage de températures étalonnées. Insight stocke ces facteurs de correction dans un « fichier de facteurs de correction » et la correction est obtenue en appliquant ce fichier aux données:

Pour plus d'informations sur la création et l'utilisation de fichiers de facteurs de correction, consultez le sujet 'Facteurs de correction' dans le système d'aide en ligne d'Insight.

Stockage de notes et impression d'un rapport

Pour utiliser Insight pour stocker les **notes ou des photos** que vous souhaitez associer aux données de cycle de profil, sélectionnez Edition > Notes.

Pour sélectionner les options pour **l'impression d'un rapport personnalisé** des données du cycle de profil et des résultats d'analyse, sélectionnez Fichier > Options d'impression.


Utilisation de la télémessure câblée

Outre l'analyse standard hors ligne, le logiciel Insight propose l'analyse en temps réel par câble.

Ainsi, grâce aux thermocouples raccordés au four et reliés à l'enregistreur à l'extérieur du four, les données recueillies par l'enregistreur sont transmises

directement à l'ordinateur par le biais des câbles de communication. Vous pouvez ainsi observer la progression du profil de température en temps réel.

Une fois le cycle terminé, les données reçues peuvent être enregistrées dans un nouveau fichier-paq (les données étant également stockées dans l'enregistreur pendant le cycle, il est également possible de les transférer de l'enregistreur vers l'ordinateur à la fin du cycle et de les enregistrer dans un fichier-paq final).

Cette procédure est réalisée le plus simplement en utilisant l'**Assistant des raccordements principaux arrières** pour vous guider étape par étape à travers cette méthode d'exécution d'un profil. Cliquez sur  dans la barre d'outils Insight ou choisissez Outils > Assistants. Pour plus d'informations, consultez l'aide d'Insight et votre manuel d'utilisation de l'enregistreur.

Dépannage

Contrôle des sondes thermocouples

Les sondes sont généralement fiables, mais des dommages résultant d'une utilisation ou d'une manipulation inappropriée peuvent produire des relevés erronés. Si vous pensez que des données incorrectes se sont peut-être glissées dans le profil de température (fichier-paq), cliquez sur l'onglet Affichage des données dans la fenêtre d'analyse du logiciel Insight pour afficher les données brutes telles que transférées depuis l'enregistreur. Les divers types de données incorrectes pouvant figurer dans un fichier-paq s'affichent dans le quadrillage d'analyse sous la forme suivante :

- *OC* Circuit ouvert.
- *NA* Données non disponibles.
- *LO* La température mesurée est inférieure à la plage déterminée par l'enregistreur.
- *HI* La température mesurée est supérieure à la plage déterminée par l'enregistreur.
- *** Les calculs ne peuvent pas être effectués, mais pas nécessairement parce que les données sont incorrectes. N'apparaît pas en mode d'analyse d'affichage des données.

Les sondes avec un circuit ouvert par intermittence risquent de produire des profils irréguliers. Veuillez noter que les pics brusques sont inévitables si vous déconnectez les sondes de l'enregistreur de données en cours de collecte de données. Les données incorrectes ou tronquées peuvent avoir plusieurs origines:

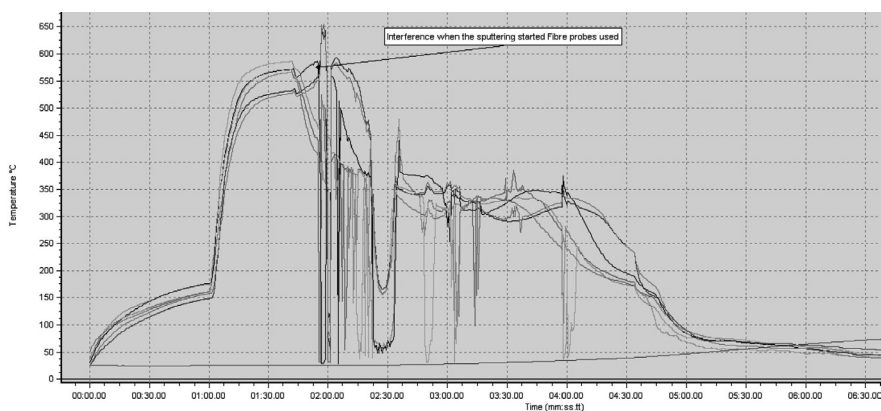
- le thermocouple s'est détaché de l'enregistreur,
- la connexion est défectueuse,

Les relevés incohérents sont peut-être dus à un court-circuit où les fils non isolés se touchent avant le raccordement chaud. On parle alors de « faux raccordement chaud », qui peut même se produire à l'intérieur du bouclier thermique si l'isolation est endommagée.

Dans tous les cas, la sonde concernée doit être remplacée.

Interférence

Des interférences électriques externes excessives risquent de causer des relevés irréguliers. Vous pouvez toutefois éviter ce problème en utilisant le type de thermocouple approprié. Ce problème particulier se produit notamment lors de la surveillance du traitement de pulvérisation utilisé pour placer la couche antireflet sur les cellules photovoltaïques (page 25), pendant lequel le système SolarPaq est exposé au plasma. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser des sondes à isolation minérale à raccordement isolé. L'utilisation de sondes à isolation en fibre de verre ou à isolation céramique à l'intérieur du plasma sous-tension peut causer des relevés irréguliers ou erronés.



*Profil de température d'un traitement de pulvérisation montrant des interférences typiques causées si le profil **n'est pas** réalisé à l'aide de thermocouples à isolation minérale à raccordement isolé.*

Couche antireflet (pulvérisation)

Le matériel et les procédures SolarPaq suivantes sont utilisés pour surveiller la pulvérisation et les autres traitements utilisés pour l'application d'une couche antireflet en nitrure de silicone durant la fabrication de cellules photovoltaïques.

La surveillance minutieuse du traitement de revêtement est la clé de l'optimisation du processus et donc de la qualité finale de la cellule photovoltaïque. Le système SolarPaq permet d'effectuer la totalité du traitement et de mesurer les températures de surface des cellules. Il fournit ainsi des données sur ce qui se passe à chaque étape du traitement.

L'enregistreur et sa protection thermique peuvent simplement être placés dans le cadre de transport de la cellule photovoltaïque lors de la soumission au traitement. La conception du système SolarPaq lui permet d'occuper une des positions de cellule de 156 mm. Aucune modification du transporteur n'est donc nécessaire. Le système est alors soumis à la totalité du traitement avec les champs plasma sous tension, dans des conditions identiques à celles de l'environnement de production.

Les instructions figurant dans ce chapitre concernant l'utilisation du système SolarPaq avec des traitements de couche antireflet (pulvérisation) s'ajoutent aux descriptions générales du matériel et des procédures (page 9 et page 17) et doivent être consultées conjointement.

Bouclier thermique

Pour obtenir des informations d'ordre général sur l'utilisation et la sélection des boucliers thermiques, voir page 9.

Le bouclier de traitement de couche antireflet est conçu pour être utilisé avec l'enregistreur de données Q18, modèle standard 6 canaux, type K (DQ1863).

A l'aide des blocs d'espacement fournis avec le bouclier thermique, la hauteur au-dessus et au-dessous du cadre de transport peuvent être réglées en fonction des dimensions de la chambre de traitement.

TB7400

Temp. °C	450				
Durée (minutes)	8				
Dimensions	Hauteur 18 mm	Largeur 149 mm*	Longueur 148 mm*	Poids 0,44 kg	

* Des rebords de sécurité d'une largeur de 10 mm soit placés sur trois côtés.



Enregistreur de données Q18 placé dans le bouclier thermique TB7400, pour une utilisation dans les traitements de couche antireflet.

Thermocouples

Pour les traitements de couches antireflets, il est recommandé d'utiliser des thermocouples équipés de bornes de sonde isolées et à isolation minérale. Ces derniers fournissent une protection maximale contre les champs électriques créés dans la chambre plasma des traitements. L'utilisation de tout autre type de thermocouple pourrait engendrer des relevés irréguliers ou erronés (voir page 23).

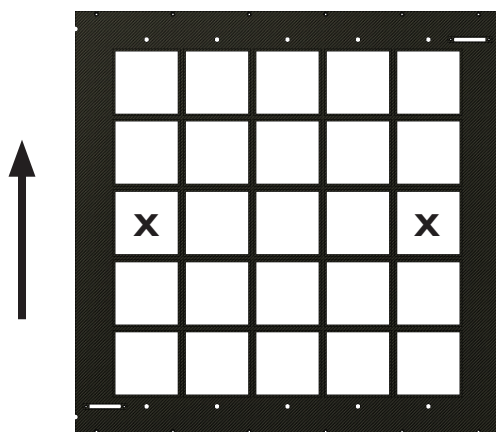
Datapaq recommande des thermocouples haute température ultra-fins (PA1570, page 13).

Position et fixation des sondes

La méthode de fixation des sondes aux cellules photovoltaïques dépendra des températures de traitement. A des températures inférieures, le ruban adhésif Kapton (page 13) peut représenter une solution rapide pour obtenir des résultats satisfaisants ; le ruban adhésif devra certainement être remplacé après chaque cycle du profil. A haute température, les sondes peuvent être maintenues en place soit à l'aide de ruban adhésif haute température soit en pliant le câble du thermocouple en arc de sorte que l'élasticité du câble maintienne le contact avec la cellule.

Le nombre et la position des cellules photovoltaïques à contrôler sont décidés par l'ingénieur de traitement, et dépendent du four et de l'objectif de la création des profils.

Le bouclier thermique doit être placé dans le cadre de transport aussi proche que possible d'un des côtés et en position centrale par rapport à chaque extrémité du cadre. Cela permettra de réduire les risques d'affaissement du cadre sous le poids du système lorsqu'il sera chauffé dans la chambre. Les câbles de thermocouples doivent être reliés ensemble à l'enregistreur et au bouclier thermique de sorte qu'ils puissent minimiser les risques de décrochage dans la chambre de traitement.



Cadre de transport typique pour les cellules photovoltaïques dans le traitement de couches antireflet (pulvérisation). L'assemblage du bouclier thermique doit être placé sur l'un des emplacements marqués par X. Une flèche indique le sens de déplacement dans le four au fur et à mesure du traitement.

Il est généralement préférable d'utiliser un transporteur dédié qui comprend des sondes thermocouples en place pour les cycles du profil suivants. Le maintien des thermocouples en place permettra de limiter l'usure et la tension sur les câbles et permettra d'allonger leur durée de vie.

Réalisation d'un profil de température

Voir page 17 pour la procédure générale.

Préparation de l'enregistreur

Définissez l'**intervalle d'échantillonnage** sur 0,5 s. Cette valeur correspond à la résolution des données adéquate, sachant qu'un intervalle d'échantillonnage plus court pourrait engendrer des interférences électriques se répercutant sur les résultats (voir page 23). Avec un intervalle de 0,5 s ou plus, la configuration des circuits internes de l'enregistreur est optimale pour éviter les interférences.


Installation de l'enregistreur dans le bouclier thermique

Le bouclier thermique doit être installé dans un cadre de transport comme décrit ci-dessus et les thermocouples doivent chacun être placés dans les fentes de sortie de la plaque avant du bouclier.

Installation du système dans la chambre de traitement

Une fois le système SolarPaq installé dans le cadre de transport, chargez le cadre dans la chambre de traitement à l'aide du système automatique de chargement.

Vérification du profil de température

Lors de l'utilisation du logiciel Insight pour analyser les données du profil après leur transfert de l'enregistreur, vérifiez que vous avez sélectionné 'antireflets' en tant que type de four. La meilleure méthode pour ce faire consiste à utiliser un **fichier de traitement** (pour obtenir des détails sur l'utilisation d'un fichier de traitement, appuyez sur la touche F1, ou sélectionnez Aide > Sommaire dans la barre menu, puis cliquez sur la section 'Fichiers Traitement : Four, Recette, Produit'). Sinon, définissez le type de four sous l'onglet Four de la boîte de dialogue Détails du traitement : cliquez sur  dans la barre d'outils Insight ou choisissez Traitement > Détails du traitement dans le menu.

Sélectionnez le **mode d'analyse Antireflet** dédié à partir des onglets situés en bas de la fenêtre Insight. Les données d'analyse des températures de pointe, l'inclinaison montante/descendante et l'inclinaison moyenne entre deux températures définies par l'utilisateur sont particulièrement intéressantes à étudier.

Chauffe par contact (métallisation)

L'obtention de performances minimales d'une cellule photovoltaïque dépend grandement de l'opération de chauffe par contact. Des profils de température incorrects affecteront la résistance au contact ainsi que les facteurs de remplissage et engendreront par conséquent directement une réduction du rendement de la production. A l'aide du système SolarPaq, l'enregistreur se déplace dans le four et enregistre les profils de température d'un maximum de six points entre la partie inférieure et la partie supérieure de la cellule de test, permettant un contrôle de traitement sans aucun impact sur le déroulement normal de la production.

Le matériel SolarPaq et les procédures appropriées lors de l'utilisation des opérations de chauffe par contact sont les suivants.

Les instructions figurant dans ce chapitre concernant l'utilisation du système SolarPaq avec des opérations de chauffe par contact s'ajoutent aux descriptions générales du matériel et des procédures disponibles dans les autres sections (page 9 et page 17) et doivent être consultées conjointement.

Boucliers thermiques

Pour obtenir des informations d'ordre général sur l'utilisation et la sélection des boucliers thermiques, voir page 9.

Les deux boucliers adaptés aux opérations de chauffe par contact diffèrent du point de vue de leur durée thermique. Ils ont tous deux été conçus pour une utilisation avec l'enregistreur de données Q18, modèle standard 6 canaux, type K (DQ1860).

TB7200

Temp. °C	200	400	600	800	
Durée (minutes)	6,5	2,0	1,5	1,0	
Dimensions	Hauteur 19,5 mm	Largeur 165 mm	Longueur 234 mm	Poids 1,0 kg	



Bouclier thermique TB7200, à utiliser pour les opérations de chauffe par contact (le modèle TB7250 est identique).

TB7250

Temp. °C	200	400	600	800	
Durée (minutes)	19	5,5	4,5	3,5	
Dimensions	Hauteur 23 mm	Largeur 165 mm	Longueur 224 mm	Poids 1,25 kg	

Thermocouples

Datapaq recommande des thermocouples haute température ultrafins (PA1570) ou en fibre de verre sans liant (PA1144) ; voir page 13.

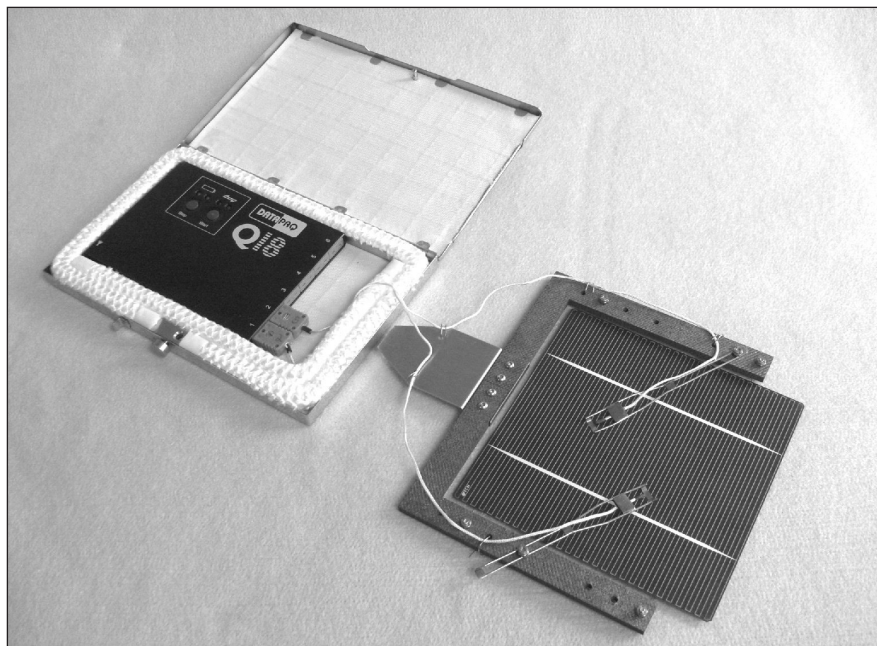
Fixation des sondes

Voir page 14 pour des remarques générales.

Utilisation du support de cellule Datapaq

Le support de cellule PA2070 peut être utilisé pour des cellules photovoltaïques mesurant jusqu'à 156 mm de côté. La cellule est correctement positionnée et les sondes sont maintenues en place sur chaque côté du support par des vis, permettant ainsi à l'utilisateur de glisser simplement les extrémités de la sonde correspondantes à l'emplacement requis sur la surface de la cellule. Le support peut être utilisé avec quatre sondes supérieures et deux sondes inférieures.

Avant toute utilisation, vérifiez que les câbles de soutien des cellules ont été ajustés pour exercer la tension requise : la cellule n'est ainsi pas affectée par un pliage trop important et permet un bon contact thermique. Lors du réglage des sondes, vérifiez que la largeur de l'assemblage ne touche pas les parois du four ou les guides de cellule fixés au four. Les câbles thermocouples doivent regagner ensemble l'enregistreur et le bouclier thermique de sorte qu'ils puissent minimiser les risques de décrochage dans le transporteur du four.



Un système SolarPaq à utiliser dans une opération de chauffe par contact : l'enregistreur est placé dans le bouclier thermique ouvert et le support de cellule soutient deux sondes thermocouples en place sur la partie supérieure de la cellule.

Fixation sans support de cellule

La fixation des sondes à une cellule en couche mince sans support nécessite beaucoup de temps et, à moins d'être effectuée dans le plus grand soin, ne permettra pas la reproductibilité des résultats. La méthode la plus répandue et la plus efficace correspond à l'utilisation de sondes à isolation minérale de 0,5 mm PA1571. Ces dernières doivent alourdir la bande transporteuse du four à proximité de la partie arrière de la cellule. Les derniers 150 mm de câble doivent être pliés en arc de sorte que l'élasticité du câble maintienne le contact avec la cellule.

Datapaq peut fournir du ciment en céramique, très répandu dans l'industrie du verre, pour la fixation des thermocouples au verre plat. Cette solution ne fonctionne cependant pas efficacement avec les cellules photovoltaïques en raison de leur grande fragilité. En outre, la masse thermique additionnelle du ciment affectera les mesures de température.

Réalisation d'un profil de température

Voir page 17 pour la procédure générale.

Préparation de l'enregistreur

Sélectionnez l'**intervalle d'échantillonnage le plus rapide** (0,05 s), pour obtenir la meilleure résolution possible des données pendant les périodes d'augmentation et de refroidissement rapide des températures.

Vérification du profil de température

Lors de l'utilisation du logiciel Insight pour analyser les données du profil après leur transfert de l'enregistreur, vérifiez que vous avez sélectionné 'chauffe par contact' en tant que type de four. La meilleure méthode pour ce faire consiste à utiliser un **fichier de traitement** (pour obtenir des détails sur l'utilisation d'un fichier de traitement, appuyez sur la touche F1, ou sélectionnez Aide > Sommaire dans la barre menu, puis cliquez sur la section 'Fichiers Traitement : Four, Recette, Produit'). Sinon, définissez le type de four sous l'onglet Four de la boîte de dialogue Détails du traitement : cliquez sur dans la barre d'outils Insight ou choisissez Traitement > Détails du traitement dans le menu.

Sélectionnez le **mode d'analyse Chauffe par contact** dédié à partir des onglets situés en bas de la fenêtre Insight. Les autres modes d'analyse possibles sont.

- **Inclinaisons** : taux de chauffe et de refroidissement. Vous pouvez également visualiser la modification de l'inclinaison dans le temps : sélectionnez Edition > Sondes virtuelles, puis sélectionnez 'Première dérivée'.
- **Zone sous la courbe** : permet de mesurer l'énergie absorbée par la cellule photovoltaïque lorsqu'elle est en au-dessus de la température de cuisson.

Feuilletage de module

Le profil de température auquel le module de la cellule photovoltaïque est soumis pendant le feuilletage est crucial pour une cuisson correcte de l'adhésif EVA, et a en tant que tel un impact direct sur la durée de vie du module. Le système SolarPaq est placé dans le feuilletage en même temps que la feuille à contrôler. L'opération peut ainsi être contrôlée sans aucun impact sur le déroulement normal de la production.

Les instructions figurant dans ce chapitre concernant l'utilisation du système SolarPaq pour les opérations de feuilletage s'ajoutent aux descriptions générales du matériel et des procédures disponibles dans les autres sections (page 9 et page 17) et doivent être consultées conjointement.

Bouclier thermique et cadre de transport

Le bouclier thermique et le cadre de transport dans lequel il est placé sont non seulement destinés à protéger l'enregistreur de données de la température et de la pression de l'opération feuilletage, mais permettent également de garantir qu'aucun point de tension supplémentaire n'est créé sur la membrane du système de feuilletage.

Bouclier thermique TB7100

Pour obtenir des informations d'ordre général sur l'utilisation et la sélection des boucliers thermiques, voir page 9.

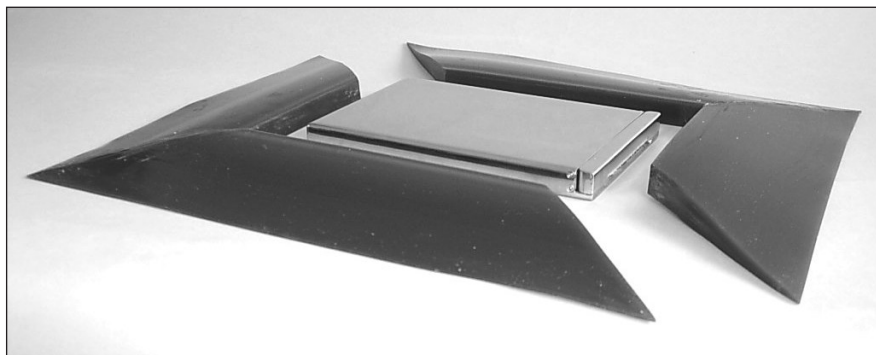
Le bouclier de traitement de feuilletage est conçu pour être utilisé avec l'enregistreur de données Q18, modèle standard 6 canaux, type K (DQ1860).

Dimensions	Hauteur	Largeur	Longueur	Poids
	20 mm	147 mm	219 mm	1,25 kg

Cadre de protection en silicone TB7150

Le cadre comprend deux sections en caoutchouc de silicone.

Dimensions	Hauteur	Largeur	Longueur	Poids
	20 mm	365 mm	443 mm	0,65 kg



Bouclier thermique TB7100, pour une utilisation dans les traitements de feuillette. Les sections composant le cadre de protection sont ajustées entourer le bouclier.

Thermocouples

Le traitement de feuillette est réalisé à des températures largement en-dessous de 250 °C. Des thermocouples souples avec isolation PTFE (par exemple, PA0061) sont par conséquent recommandés (page 13).

Fixation des sondes

Les séries PA0060 de thermocouples disposent de bornes de raccordement aplaties et de bandes auto-adhésives, permettant de simplement les fixer à des surfaces en verre ou des membranes de support du module de cellules photovoltaïques si besoin. L'installation des thermocouples au centre, sur les contours et dans les coins du module permet à l'utilisateur de surveiller la température du module complet, en s'assurant que tous les points correspondent aux spécifications.

Les câbles de thermocouple doivent être disposés de sorte qu'ils ne se croisent pas. Il est recommandé de placer l'assemblage des boucliers thermiques sur une feuille située directement derrière le module de test, avec tous les thermocouples rejoignant ce dernier.

Réalisation d'un profil de température

Voir page 17 pour la procédure générale.

Préparation de l'enregistreur

Définissez l'**intervalle d'échantillonnage** sur 0,5 s. Cette résolution des données est adaptée pour un traitement classique d'une durée de 10 à 20 minutes.

Installation de l'enregistreur dans le bouclier thermique

Placez l'enregistreur dans le bouclier thermique et fermez-le. Vérifiez que les câbles du thermocouple sortent par l'ouverture située à la base de la porte articulée. Le bouclier doit ensuite être placé sur une feuille de carton ou une plaque de verre. Le cadre de protection en silicone doit être placé autour du bouclier. Les câbles du thermocouple doivent passer entre le cadre de protection et la feuille de carton ou la plaque de verre sur laquelle le thermocouple a été positionné.

Installation du système dans le système de feuillette

Beaucoup de systèmes de feuillette disposent de systèmes automatiques de chargement, qui peuvent être annulés pour permettre au système SolarPaq d'être placé dans la zone de charge.


Placez le module instrumenté et l'assemblage bouclier/cadre sur le tapis de charge. Vérifiez que le cadre de protection est en place, afin de protéger la membrane coûteuse qui forme le joint hermétique du système de feuillette.

Si vous ne positionnez pas le cadre de protection correctement, vous risquez d'endommager le système de feuillette.

Retrait du système de feuillette et transfert des données

Après avoir récupéré le système du système de feuillette, le cadre de protection peut être maintenu en place ; seule la section de la face avant du cadre doit être ôtée pour pouvoir retirer l'enregistreur du bouclier.

Vérification du profil de température

Lors de l'utilisation du logiciel Insight pour analyser les données du profil après leur transfert de l'enregistreur, vérifiez que vous avez sélectionné 'système de feuillette' en tant que type de four. La meilleure méthode pour ce faire consiste à utiliser un **fichier de traitement** (pour obtenir des détails sur l'utilisation d'un fichier de traitement, appuyez sur la touche F1, ou sélectionnez Aide > Sommaire dans la barre menu, puis cliquez sur la section 'Fichiers Traitement : Four, Recette, Produit'). Sinon, définissez le type de four sous l'onglet Four de la boîte de dialogue Détails du traitement : cliquez sur  dans

la barre d'outils Insight ou choisissez Traitement > Détails du traitement dans le menu.

Sélectionnez le **mode d'analyse Feuilletage** dédié à partir des onglets situés en bas de la fenêtre Insight. Les données d'analyse des températures de pointe seront particulièrement intéressantes, ainsi que l'indication du temps passé au-dessus des seuils de température prédéfinis. Les spécifications de l'adhésif EVA utilisé contiendront les détails sur la température de réticulation et le temps nécessaire. L'analyse sera configurée pour afficher ces informations et déclencher des alarmes si un profil de sonde ne répond pas aux spécifications.

Europe et Asie

Datapaq Ltd
Lothbury House
Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
Royaume-Uni
Tél. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
sales@datapaq.co.uk

Amériques du Nord et du Sud

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry, NH 03038
Etats-Unis
Tél. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
sales@datapaq.com

Chine

Datapaq Ltd
3rd Floor, Lane 280-6
Linhong Road
Shanghai 200335
Chine
Tél. +86(0)21-6128-6200
Fax +86(0)21-6128-6221
Fax +86(0)21-6128-6222
sales@datapaq.com.cn



A Fluke Company

www.datapaq.com