



INSTRUMENTS DE CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

New Castle, DE USA

Lindon, UT USA

Saugus, MA USA

Hüllhorst, Germany

Shanghai, China

Beijing, China

Tokyo, Japan

Seoul, South Korea

Taipei, Taiwan

Bangalore, India

Sydney, Australia

Guangzhou, China

Eschborn, Germany

Wetzlar, Germany

Brussels, Belgium

Etten-Leur, Netherlands

Paris, France

Elstree, United Kingdom

Barcelona, Spain

Milano, Italy

Warsaw, Poland

Prague, Czech Republic

Sollentuna, Sweden

Copenhagen, Denmark

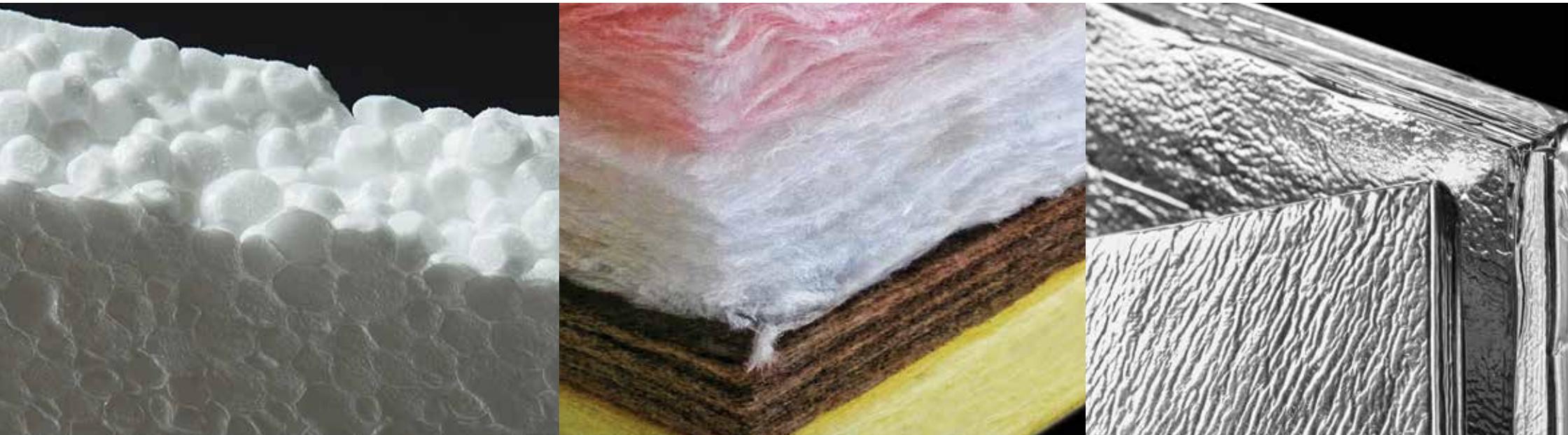
Chicago, IL USA

São Paulo, Brazil

Mexico City, Mexico

Montreal, Canada





Conductivité thermique de LaserComp

La conductivité thermique mesure la capacité d'un matériau à transférer la chaleur. Les mesures précises de cette propriété sont essentielles pour comprendre et optimiser l'efficacité énergétique et prédire la performance thermique des matériaux dans un large éventail d'industries, y compris la construction, l'électronique, l'espace, l'automobile, etc.

TA Instruments est fière de présenter une gamme d'instruments de pointe pour la mesure directe des flux thermiques de matériaux de basse à moyenne conductivité : la gamme FOX de LaserComp de fluxmètres thermiques et de plaque chaude gardée. La gamme FOX offre aux utilisateurs des caractéristiques uniques et la plage la plus étendue possible de configurations pour répondre à tous les besoins de mesure.

Permettez-nous de vous montrer pourquoi, depuis plus de 50 ans, les scientifiques et les ingénieurs ont fait confiance aux systèmes de TA Instruments pour les appareils de mesure les plus avancés, les plus fiables et les plus sensibles des propriétés thermiques.

Fluxmètre Thermique

FLUXMÈTRES THERMIQUES DE LASERCOMP

Les instruments FOX utilisent une technique de régime permanent pour la détermination de la conductivité thermique. La méthode du fluxmètre thermique, conçue spécifiquement pour les matériaux d'isolation, est définie par les normes internationales ASTM C518, ISO 8301 et DIN EN 12667. Cette méthode économique et pratique est largement reconnue et préférée dans le monde entier par les professionnels du secteur grâce à sa vitesse, sa simplicité et sa précision.

Dans un fluxmètre thermique, un échantillon est placé entre deux plaques dont la température est contrôlée. Ces plaques établissent un différentiel de température (ΔT) défini par l'utilisateur à travers l'échantillon. L'épaisseur de l'échantillon (L) est définie pour correspondre à l'épaisseur cible des échantillons compressibles, ou à la dimension réelle de l'échantillon. L'épaisseur précise de l'échantillon est critique. Seule la gamme FOX comporte quatre encodeurs optiques, un à chaque coin, pour assurer la plus grande précision. Le flux thermique résultant (Q/A) du transfert thermique en régime permanent à travers l'échantillon est mesuré par deux transducteurs propriétaires de flux thermique à couche mince recouvrant une grande superficie des faces supérieures et inférieures de l'échantillon. Cette technologie unique, à la différence des autres instruments disponibles, assure la mesure la plus sensible et la plus précise du flux thermique.

Le flux thermique moyen est utilisé pour calculer la conductivité thermique (λ) et la résistance thermique (R), selon la loi de Fourier.

$$\lambda = \frac{Q}{A} \frac{L}{\Delta T}$$

UNITS	(W/mK) (Btu in/h ft²F)
-------	---------------------------

$$R = \frac{1}{\lambda} L$$

UNITS	m²K/W (h-ft²-F/Btu)
-------	------------------------

Fonctionnalités

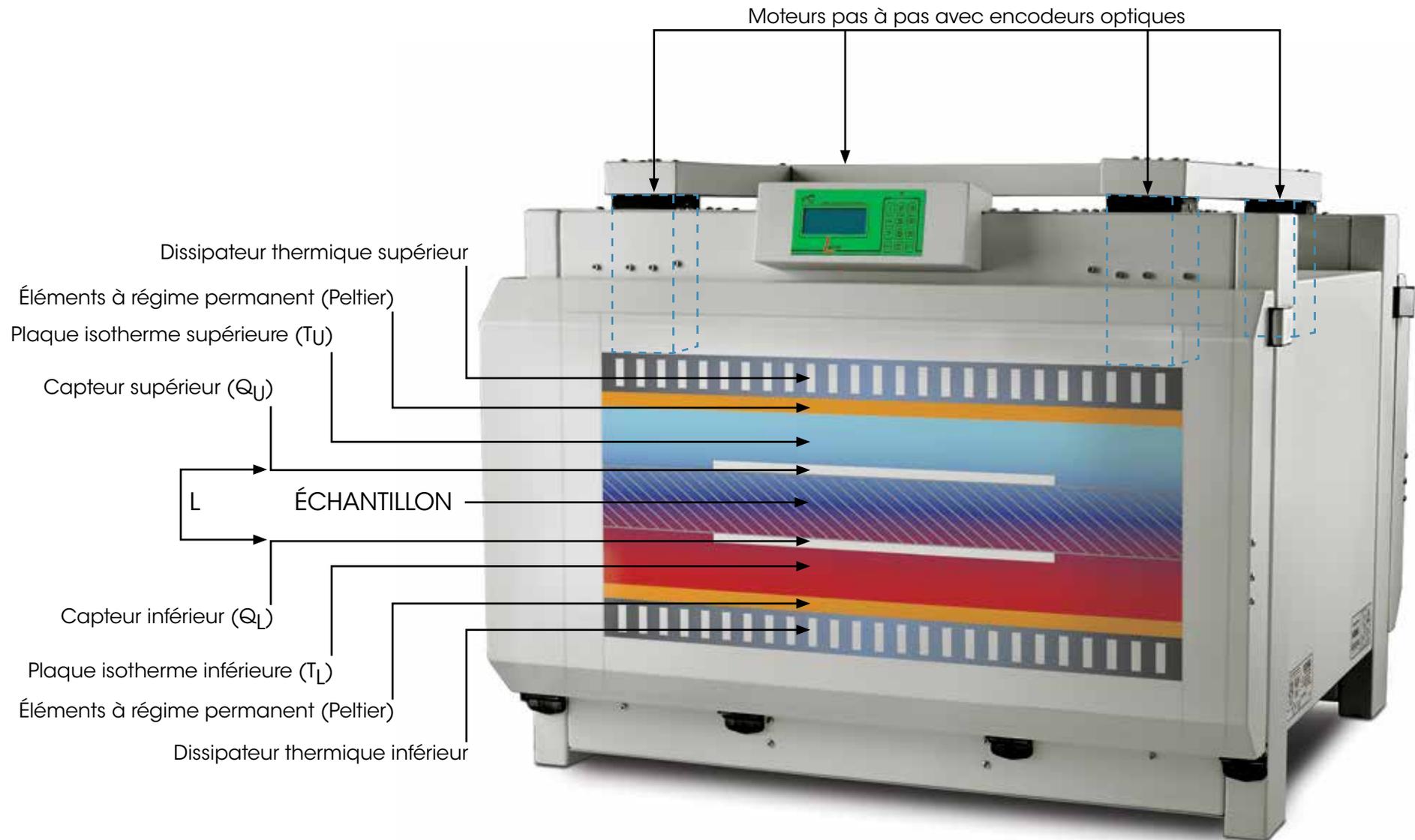
- Chauffage / refroidissement en régime permanent pour un contrôle précis de la température
- Encodeurs optiques pour la mesure numérique la plus précise de l'épaisseur de l'échantillon
- Capteurs exclusifs de flux thermique à couche mince pour la mesure la plus représentative du flux thermique de l'échantillon
- Fonctionnalités d'essais améliorées grâce au puissant logiciel WinTherm
- Passeur automatique des échantillons pour les analyses à haut débit
- Fonctionnement autonome ou sur PC
- Conforme aux méthodes d'essai standards :

Conductivité Thermique

ASTM C518 ISO 8301 DIN EN 12667

Chaleur Spécifique

ASTM C1784



Un appareil pour chaque application

Les mesures de conductivité thermiques les plus significatives sont effectuées sur des échantillons dont les dimensions correspondent à la réalité. Ces dimensions, telles que le rapport épaisseur/largeur de l'échantillon, sont des conditions souvent citées dans les normes internationales. Quatre modèles de fluxmètres thermiques de la gamme FOX offrent le plus large éventail de dimensions des échantillons. Chaque appareil a la capacité d'effectuer les essais des échantillons de plus petites dimensions et les essais d'échantillons surdimensionnés peuvent être effectués dans la configuration porte ouverte sans sacrifier la précision et l'exactitude des mesures.



FOX 200



FOX 314

Épaisseur maximale de l'échantillon	51 mm (2 pouces)	100 mm (4 pouces)
Largeur d'échantillon carré ^[1]	200 mm (8 pouces)	300 mm (12 pouces)
T Plage de températures	-20 °C à 75 °C	-20 °C à 75 °C
Résolution de la température	±0,01 °C	±0,01 °C
Précision	±1%	±1%
Reproductibilité	±0,5%	±0,5%
Plage de conductivité thermique ^[2]	0,005 à 0,35 W/m•K (0,035 à 2,4 BTU in/hr ft ² °F)	0,005 à 0,35 W/m•K (0,035 à 2,4 BTU in/hr ft ² °F)
Configurations disponibles	Passeur automatique des échantillons Kit de thermocouple extérieur Vide	Passeur automatique des échantillons Kit de thermocouple extérieur Garde de gradient linéaire
Largeur des capteurs minces exclusifs	75 mm x 75 mm (3 po)	100 mm x 100 mm (4 po)
Localisation des capteurs de flux thermique	Haut et bas	Haut et bas



	FOX 600	FOX 801
Épaisseur maximale de l'échantillon	200 mm (8 pouces)	300 mm (12 pouces)
Largeur d'échantillon carré ^[1]	610 mm (24 pouces)	762 mm (30 pouces)
Plage de températures	-15 °C à 65 °C	-10 °C à 65 °C
Résolution de la température	±0,01 °C	±0,01 °C
Précision	±1%	±1%
Reproductibilité	±0,5%	±0,5%
Plage de conductivité thermique ^[2]	0,001 à 0,35 W/m·K (0,007 à 2,4 BTU in/hr ft ² °F)	0,001 à 0,35 W/m·K (0,007 à 2,4 BTU in/hr ft ² °F)
Configurations disponibles	Passeur automatique des échantillons Kit de thermocouple extérieur Système rotationnel	Passeur automatique des échantillons Kit de thermocouple extérieur Système rotationnel
Largeur des capteurs minces exclusifs	254 mm x 254 mm (10 po) (ASTM)	254 mm x 254 mm (10 in) (ASTM)
Transducteur de flux thermique	300 mm x 300 mm (12 po) (ISO) Haut et bas	300 mm x 300 mm (12 po) (ISO) Haut et bas

^[1] Des matériaux de garde peuvent être utilisés pour l'essai d'échantillons dont la largeur est inférieure à la largeur nominale

^[2] Le kit de thermocouple extérieur étend la plage de conductivité à 2,5 W/m·K

Les encodeurs optiques linéaires améliorent la précision

La précision d'une mesure de conductivité thermique est directement affectée par la précision de la mesure de l'épaisseur de l'échantillon. À la différence des unités concurrentielles qui se fondent sur une seule mesure analogue de l'épaisseur, avec une précision limitée, les fluxmètres thermiques FOX comportent des encodeurs optiques et des moteurs pas à pas qui permettent d'effectuer un **contrôle de position indépendant et une mesure à chacun des quatre coins de la plaque**. Ceci donne au système la capacité de niveler les plaques pour se conformer aux échantillons à surfaces non parallèles, ce qui améliore le contact thermique et fournit une mesure véritablement représentative de l'épaisseur de l'échantillon à 25 µm près. Les plaques peuvent être placées à une épaisseur définie par l'utilisateur pour les échantillons compressibles mous, ou utiliser la fonction d'épaisseur automatique (Auto-Thickness) pour les échantillons rigides, pour lesquels la plaque se déplace automatiquement afin d'établir un plein contact avec l'échantillon.



Moteur pas à pas avec
Encodeur optique



Mesure avancée de flux thermique

Le capteur de flux thermique Fox fournit une mesure **vraie** et sans distorsion du flux thermique total, avec durabilité au cours d'une longue vie de fonctionnement. La conception exclusive de la couche mince du capteur (< 1 mm d'épaisseur) est constituée d'une surface continue de jonctions de détection qui s'intègrent uniformément sur toute l'aire de détection. Un thermocouple de type E est collé au centre de chaque capteur à moins de 0,1 mm de la surface des échantillons, et il est scellé contre l'humidité. La conception offre les mesures les plus représentatives du flux thermique et de la température de l'échantillon, des étalonnages simples et robustes, aucune susceptibilité aux pertes ou aux gains par les parois latérales, et des meilleurs essais pour des matériaux hétérogènes.

Capteur de flux thermique de LaserComp



Contrôle précis de la température

Deux matrices d'éléments Peltier à semi-conducteurs fournissent le chauffage et le refroidissement adaptatifs à chacune des plaques. La faible masse et la haute production des éléments Peltier permettent d'atteindre rapidement les points de consigne, améliorant ainsi la productivité. Le contrôle de la température des plaques est piloté par des thermocouples adaptatifs qui sont en contact étroit avec l'échantillon. Un algorithme avancé de contrôle de la température maintient sans interruption les températures des plaques et amène rapidement le système au plein équilibre thermique.

Une fonctionnalité unique des systèmes Fox est la capacité de chauffer ou refroidir les plaques supérieures et inférieures, ce qui permet d'effectuer les essais avec le flux thermique orienté vers le haut ou le bas.

Les fluxmètres thermiques de FOX utilisent un système de cryostat comme échangeur de chaleur, ce qui permet aux éléments Peltier de fonctionner à la puissance de sortie nécessaire.



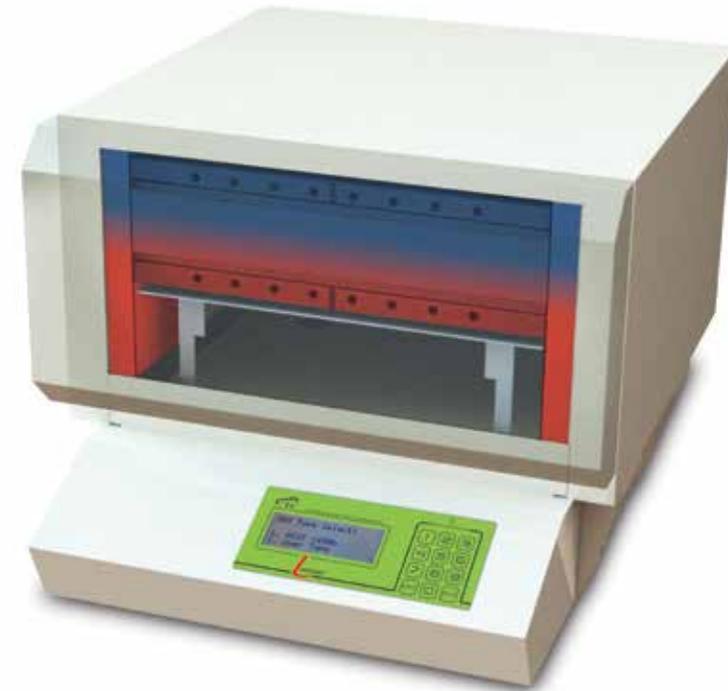
Cryostat

Configurations de Système

FLUXMÈTRE THERMIQUE FOX

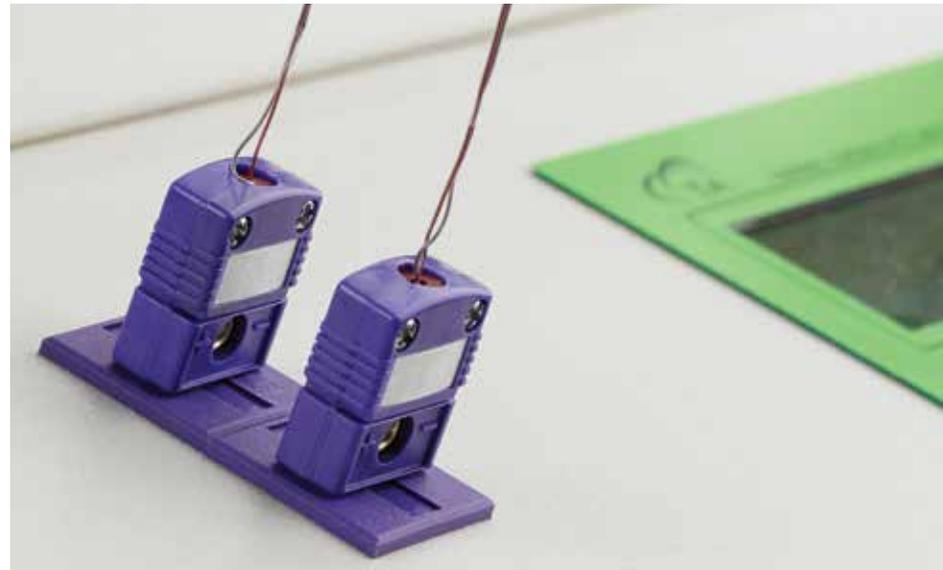
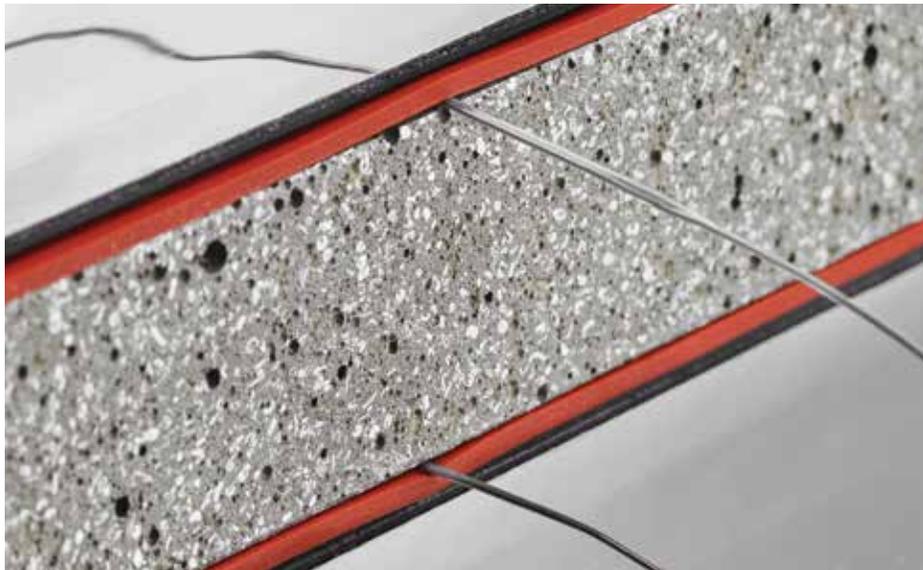
FOX 304 avec protection de gradient linéaire

Le FOX 304 est une configuration spéciale du FOX 314 qui inclut une garde de gradient linéaire. Ceci fournit un système de protection thermique actif de chacun des quatre côtés des plaques, qui exclut l'altération des résultats due à la perte ou au gain de chaleur lors d'essais d'échantillons épais. Ceci réduit au minimum la dépendance du facteur d'étalonnage à l'égard de l'épaisseur, diminue le temps de réalisation de l'équilibre thermique et **améliore la précision des essais d'échantillons très épais**.



Option de thermocouple extérieur

Des thermocouples sont attachés directement aux surfaces de l'échantillon ; ceci élimine l'impact de la résistance de l'interface et améliore la précision des mesures pour les échantillons à haute conductivité thermique (jusqu'à $2,5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). Les thermocouples extérieurs sont placés en contact avec l'échantillon ou placés dans des gorges qui sont usinées dans les échantillons rigides. Les instruments configurés pour cette option comportent des sorties auxiliaires pour les thermocouples extérieurs.





Mesures effectuées sous vide

Certaines applications telles que la conception des panneaux d'isolation de vide et l'évaluation d'agents gonflants requièrent d'opérer sous vide ou en atmosphère contrôlée. Le FOX 200 Vacuum comporte une électronique scellée, des conduits d'eau, et des arbres moteurs pour opération dans une chambre étanche. La chambre d'essai peut également être remplie de gaz de purge. Le FOX 200 Vacuum permet d'évacuer l'environnement d'essai tandis que les plaques restent ouvertes. Les plaques peuvent alors être fermées selon un espace ou un protocole d'épaisseur automatique définis par l'utilisateur. Appareillé avec une pompe turbomoléculaire, un vide aussi élevé que 10⁻¹⁰ atmosphères est possible.



Option de système rotatif

Les fluxmètres thermiques FOX 600 et FOX 801 peuvent être configurés avec le nouveau et innovateur système rotatif. Cet accessoire unique permet de mesurer la conductivité thermique dans des conditions qui correspondent à l'orientation de l'installation. Le moteur robuste du système peut être pivoté à des angles compris entre 0° et 90°.

Mesures cryogéniques - FOX 200LT

Le FOX 200LT incorpore un refroidissement à l'azote liquide pour essais à des températures inférieures à la température ambiante. L'azote gazeux circule à travers les plaques pour fournir un contrôle précis de la température de -175 °C à 50 °C. Le contrôle du positionnement des plaques assure que ces dernières restent en contact avec l'échantillon, pour prendre en compte les changements dus à la dilatation ou à la contraction thermique.

Configurations de système

FLUXMÈTRE THERMIQUE FOX

Automatisation

Améliorer la productivité avec le passeur automatique d'échantillons (ASF) qui est disponible sur tous les modèles. L'ASF est monté à l'arrière de l'appareil et il est contrôlé directement par le logiciel WinTherm de contrôle d'instrument. L'ASF charge et décharge automatiquement jusqu'à 20 échantillons de taille standard (pile de 500 mm de hauteur). D'autres échantillons peuvent être ajoutés pendant qu'un essai est en cours.

Matériaux d'étalonnage

Des matériaux standards peuvent être achetés pour essai de vérification et reprise de l'étalonnage de tous les fluxmètres thermiques de la gamme FOX. Des échantillons en polystyrène expansé qui ont été essayés et vérifiés par le laboratoire de LaserComp sont disponibles pour les essais courants de vérification. Des matériaux de référence en fibre de verre certifiés par le National Institute of Standards and Technology (NIST) ou l'Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM) sont également disponibles.

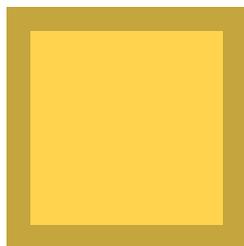
La stabilité à long terme des systèmes FOX signifie que des étalonnages et des corrections ne sont souvent pas requis pendant plusieurs années.





Échantillons surdimensionnés

La chambre d'essai des FOX 600, FOX 800 et FOX 1000 est munie de portes à l'avant et à l'arrière de l'instrument. Les échantillons longs tels que les assemblages de fenêtres ou les panneaux d'isolation de vide peut être essayés avec l'excès dépassant de l'avant et de l'arrière de l'instrument ; ceci permet d'effectuer les essais des échantillons exactement tels que construits. Le FOX 1000 est fait pour les échantillons extrêmement grands, particulièrement pour les panneaux d'isolation de vide de grand format. La taille de la plaque est 1041 mm x 762 mm (41" x 30"). La chambre d'essai accepte les échantillons de largeur jusqu'à 1050 mm et de longueur illimitée. L'épaisseur de l'échantillon peut être comprise entre 0 mm et 100 mm (0" et 4"). Les deux plaques de l'appareil peuvent fonctionner entre 0 °C et 45 °C avec le flux de chaleur dans l'une ou l'autre direction.



- Testing Zone
- Controlled Edge

Double zone de contrôle de la température

Les très grands échantillons ayant une superficie de bord significative sont plus enclins aux erreurs liées aux gradients de température et pertes de chaleur latéraux. Les FOX 600, FOX 801 et FOX 1000 comportent une conception innovatrice de plaque à double-zone qui contrôle séparément la température à l'intérieur et à la périphérie de la surface de la plaque. Ceci assure l'uniformité de la température sur toute la largeur de l'échantillon aux deux surfaces de plaque et un flux thermique purement linéaire, ayant pour résultat la mesure de conductivité thermique la plus précise, indépendamment de l'épaisseur de l'échantillon ou de la température ambiante.



Le fluxmètre thermique FOX 50 est un appareil précis et facile à utiliser pour mesurer la conductivité thermique selon les normes **ASTM C518** et **ISO 8301**. Le FOX 50 fournit des **résultats rapides dans une enceinte compacte**. L'appareil est configuré avec les mêmes fonctionnalités de haute performance et technologies exclusives des plus grands systèmes FOX, y compris les capteurs de flux thermique à couche mince, les mesures numériques de l'épaisseur, le contrôle adaptatif de la température, plus une correction intégrée de la résistance de contact. Couvrant un large éventail de températures, le FOX 50 est un choix idéal pour les mesures de matériaux de moyenne conductivité tels que les plastiques, les céramiques, les verres, les composés, le béton et autres.

Fonctionnalités

- Système à faible encombrement et économique pour les mesures de conductivité thermique
- Chauffage / refroidissement en régime permanent pour un contrôle précis de la température
- Encodeur optique pour la mesure numérique la plus précise de l'épaisseur de l'échantillon
- Capteurs exclusifs de flux thermique à couche mince pour la mesure la plus représentative du flux thermique de l'échantillon
- Cellule liquide en option pour les essais sur des fluides.
- Puissant logiciel WinTherm-50 pour une fonctionnalité d'essai améliorée, y compris la capacité thermique.
- Logiciel en option pour des mesures particulières de la chaleur de solides et de liquides.
- Correction pour la résistance interfaciale (méthode des deux-épaisseurs).
- Normes de référence Pyrex pour l'étalonnage et la vérification. Des résultats précis peuvent être obtenus pendant des années entre les étalonnages.
- Passeur automatique des échantillons pour les analyses à haut débit
- Conforme aux normes ASTM C518 et ISO 8301

FOX 50 Spécifications

Épaisseur maximale des échantillons	25 mm (1 pouce)
Plage de température, standard	-10 °C à 110 °C
Plage de température, modèle à dissipateur thermique variable (VHS)	0 °C à 190 °C
Résolution de la température	± 0,01 °C
Plage de conductivité thermique	0,1 à 10 W/(mK) (0,633 à 60,3 BTU in/hr ft ² °F)
Plage de résistance thermique	0,003 à 0,05 m ² K/W
Précision, standard ^[1]	± 3%
Précision, (VHS) ^[1]	± 4%
Reproductibilité	±2%
Diamètre de l'échantillon	50 mm à 62 mm (25 mm en option) ^[2]
Configuration disponible	Passeur automatique des échantillons Vide
Capteurs exclusifs de flux thermique à couche mince	25 mm x 25 mm (diamètre 10 mm en option) ^[2]
Encombrement de l'appareil	Largeur 250 mm, profondeur 170 mm, hauteur 360 mm
Poids de l'appareil	11 kg
Alimentation électrique	115 V ou 220 V, 50/60 Hz

^[1] Spécification de la méthode des deux-épaisseurs

^[2] Commande spéciale, requiert un petit transducteur



FOX 600 GHP

PLAQUE CHAUDE GARDÉE

Le FOX GHP 600 est un système de plaque chaude gardée qui fournit la conductivité thermique absolue des matériaux d'isolation sur une plage étendue de températures selon les méthodes d'essai standards internationales ASTM C177, ISO 8302 et DIN EN 12667.

Dans un système GHP, un différentiel de température (ΔT) est établi à travers un échantillon d'épaisseur connue (L). La conductivité thermique (λ) est calculée à partir de ces valeurs, ainsi que la puissance en régime permanent (W) par aire (A) requise pour maintenir le différentiel de température. La plaque chaude gardée utilise une mesure directe du courant électrique fourni à la plaque chaude. Le FOX GHP 600 de LaserComp est particulièrement bien adapté aux mesures de conductivité thermique à des températures élevées ; il exhibe une stabilité dimensionnelle et thermique incomparable, notamment pour les mesures de 90 °C à 250 °C.

$$\lambda = \frac{W}{A} \frac{L}{\Delta T}$$

UNITS	(W/mK) (Btu in/h ft ² F)
-------	--

$$R = \frac{1}{\lambda} L$$

UNITS	m ² K/W (h-ft ² -F/Btu)
-------	--

Fonctionnalités

- Conception pour échantillon unique
- Stabilité de température exceptionnelle
- Uniformité supérieure de la température, vérifiée par 40 thermocouples appariés
- Encodeurs optiques pour la mesure numérique la plus précise de l'épaisseur de l'échantillon
- **Méthodes d'essai standards internationales**
ASTM C177 ISO 8302 DIN EN 12667

Spécifications du FOX 600 GHP

Plage de température	Ambiante jusqu'à 250 °C
Plage de conductivité thermique	0,0015 W/m·K à 0,35 W/m·K
Conductance	Jusqu'à 12 W/m ² ·°C
Configuration d'essai	Échantillon unique
Résolution de l'épaisseur	0,025 mm
Largeur de l'échantillon	carré de 610 mm
Épaisseur de l'échantillon	0 mm à 75 mm
Stabilité de la température	±0,02 °C
Précision	Moins de 1%
Reproductibilité	±0,5%



Avantages de l'échantillon unique

Le FOX GHP 600 de LaserComp utilise une configuration avancée d'échantillon unique qui améliore considérablement la précision, est facile à utiliser et élimine la nécessité de produire deux échantillons d'essai identiques.

Flux thermique dirigé verticalement - Garanti

Notre conception propriétaire d'échantillon unique garantit un flux thermique uniforme et unidirectionnel. Un bloc d'isolation est placé en dessous de la plaque chaude, avec un appareil de chauffage à température contrôlée en dessous. L'appareil de chauffage auxiliaire utilise une thermopile à haute production pour appairer avec précision la température de la plaque inférieure avec la température de la plaque chaude, créant un différentiel de température nul qui élimine le flux thermique du haut vers le bas. Toute la chaleur de la plaque chaude s'écoule vers le haut à travers l'échantillon.

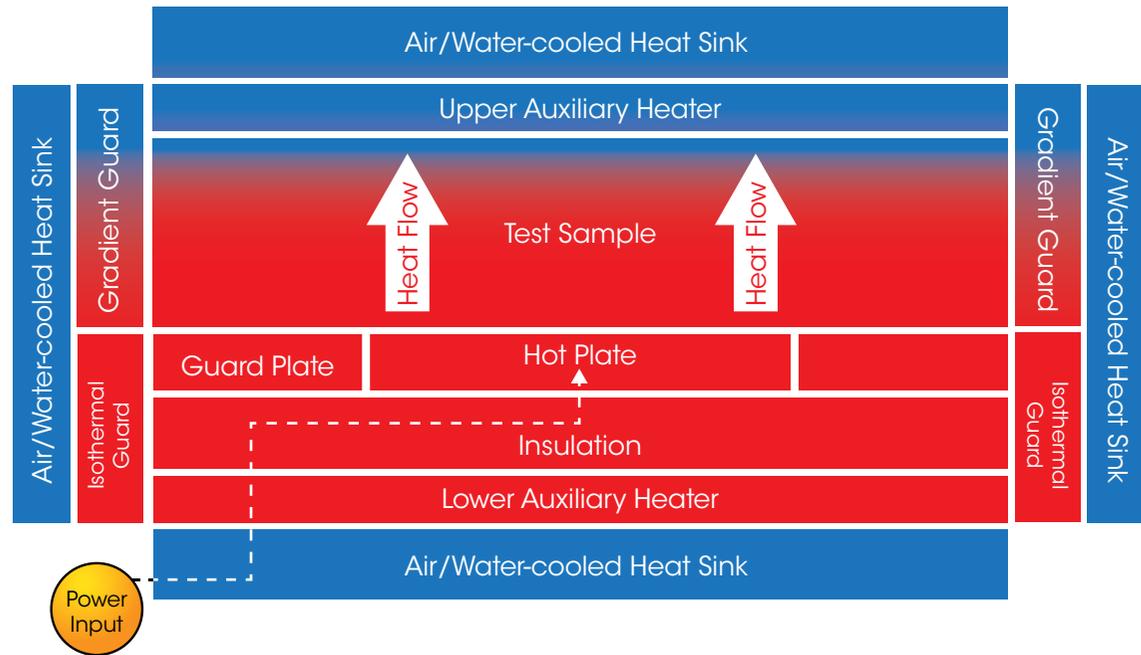
Stabilité supérieure de la température et AUCUN flux thermique latéral

Le flux thermique latéral est éliminé de l'échantillon d'essai et de toutes les trois plaques afin d'obtenir une uniformité thermique absolue et un flux thermique véritablement unidimensionnel. La plaque chaude est découplée de l'environnement par un système de fixation innovateur à faible conductivité thermique.

Les plaques de garde activement chauffées, les gardes de gradient et les dissipateurs thermiques activement refroidis fournissent l'uniformité latérale de la température et la stabilité de la température interne sur une plage étendue de température, en dépit des conditions changeantes du laboratoire.

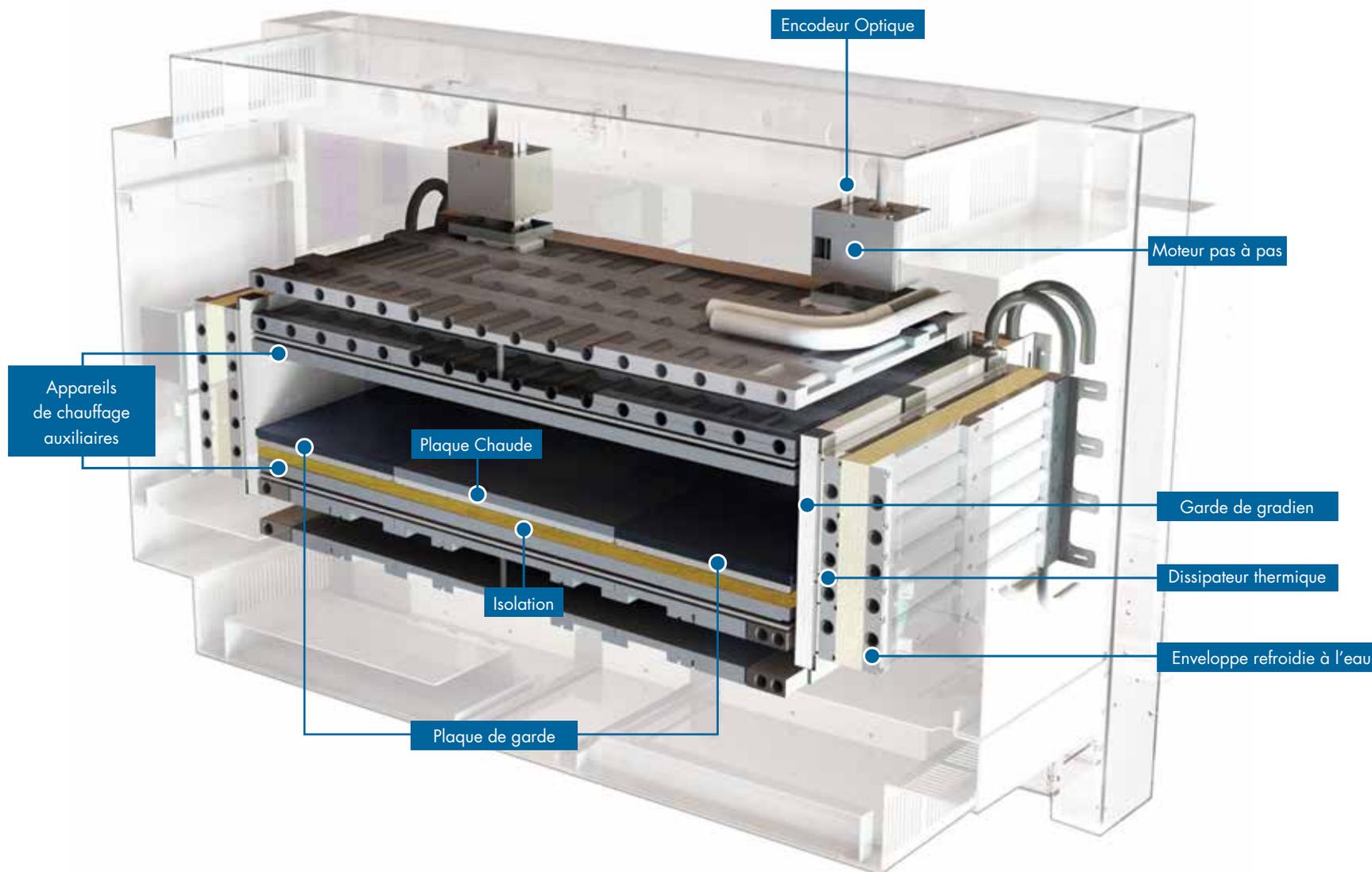
Température uniforme sur les deux surfaces de l'échantillon

Le GHP 600 fournit un contrôle de température stable et uniforme à $\pm 0,02$ °C près grâce à 19 appareils de chauffage indépendamment contrôlés et 42 thermocouples appariés. Les signaux sont évalués une fois par seconde afin d'amener rapidement le système à l'état sélectionné d'équilibre de l'essai.



Les encodeurs optiques fournissent la mesure la plus précise de l'épaisseur de l'échantillon

De façon similaire aux fluxmètres thermiques FOX, le GHP comporte des encodeurs optiques et des moteurs pas à pas pour effectuer un **contrôle indépendant de la position et une mesure à chacun des quatre coins de la plaque**. Ceci donne au système la capacité de niveler les plaques pour se conformer aux échantillons à surfaces non parallèles, ce qui améliore le contact thermique et fournit une mesure véritablement représentative de l'épaisseur de l'échantillon à 25 µm près.



Contrôle logiciel et fonctionnalités avancées

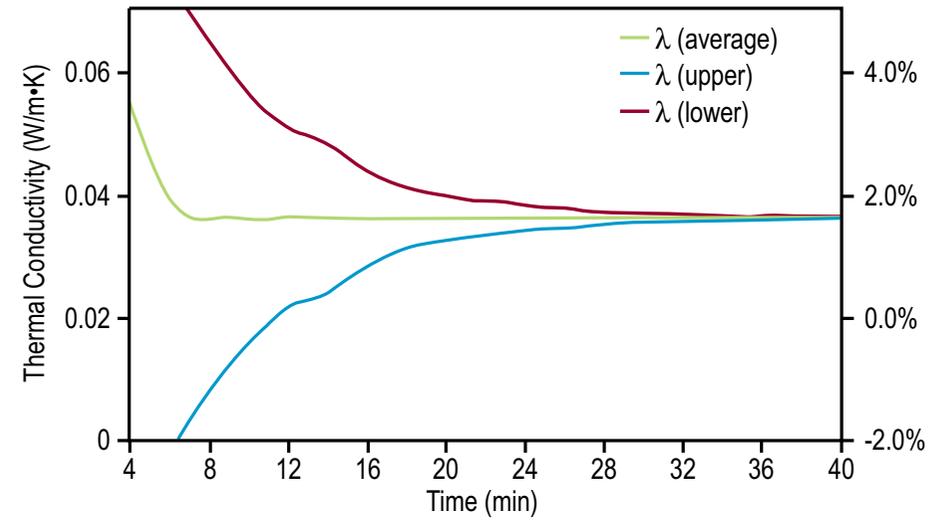
Les systèmes FOX 200, FOX 314, FOX 600 et FOX 801 peuvent fonctionner en mode autonome, ou être connectés à un PC.

Un logiciel puissant offre aux utilisateurs l'extrême flexibilité de :

- Vérifier automatiquement la performance du système et refaire l'étalonnage s'il y a lieu
- Contrôler l'épaisseur de l'échantillon et les températures des plaques
- Voir les données en temps réel
- Rassembler, stocker et analyser les données

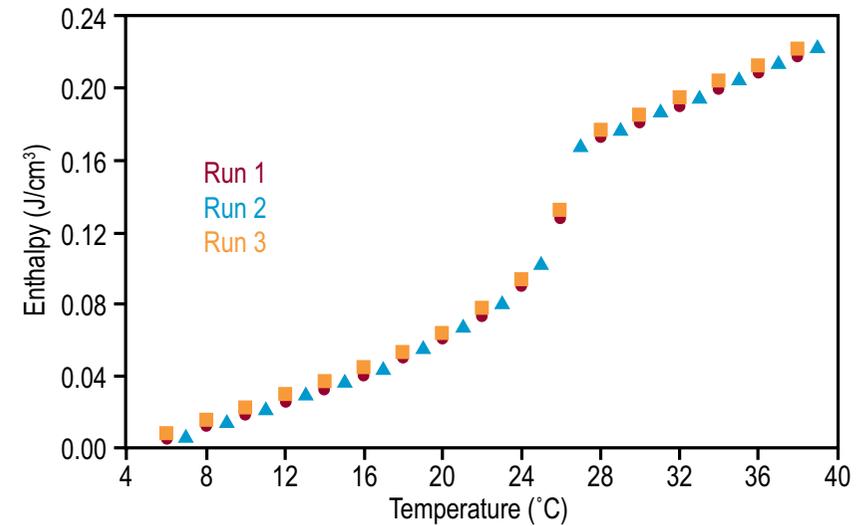
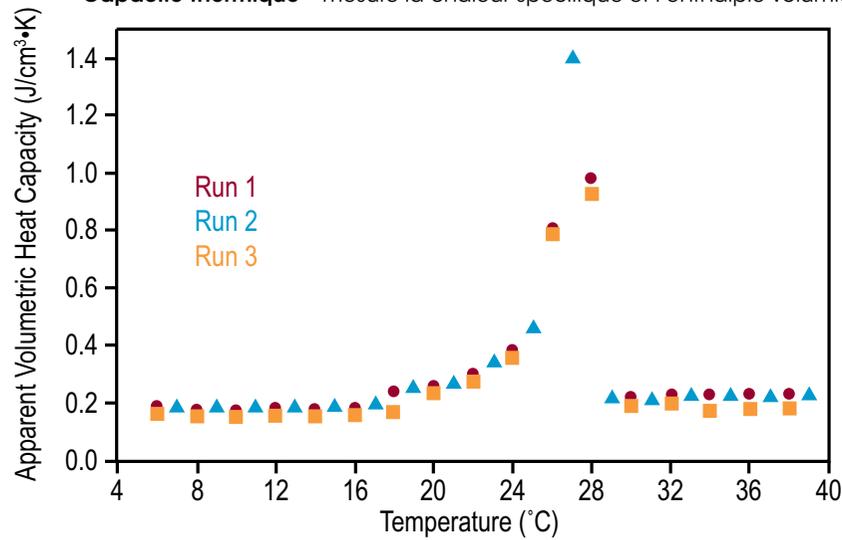


Essai accéléré - le flux thermique moyen des capteurs supérieurs et inférieurs de flux thermique est calculé, et se stabilise beaucoup plus rapidement que les signaux individuels. Des mesures précises (à +/- 0,4% près) peuvent être prises en moins de la moitié du temps, augmentant ainsi la production du laboratoire.



Étalonnages pour la perte de chaleur latérale et la résistance de l'interface. Donne aux utilisateurs la capacité d'effectuer des essais sur des échantillons épais et des matériaux de conductivité thermique plus élevée.

Capacité thermique - mesure la chaleur spécifique et l'enthalpie volumiques, et détecte les changements de phase des matériaux selon ASTM C1784.



Applications

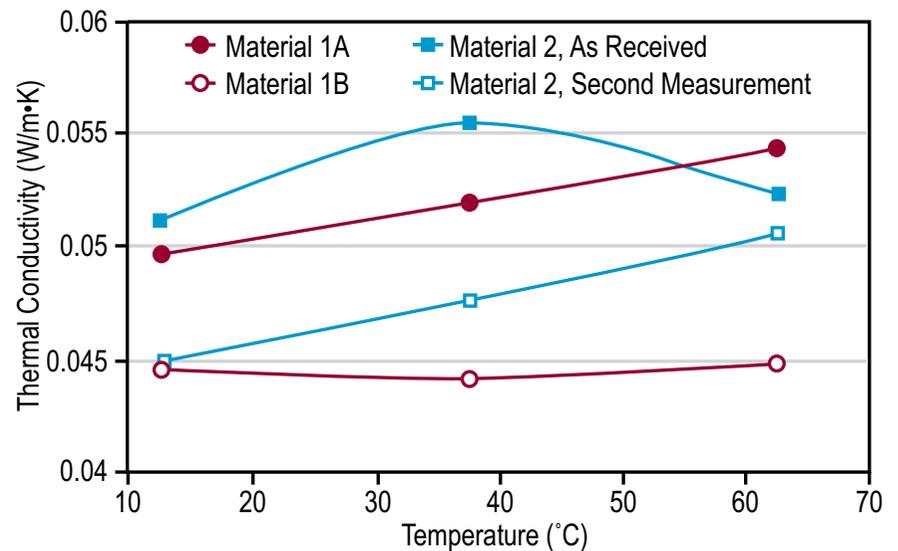
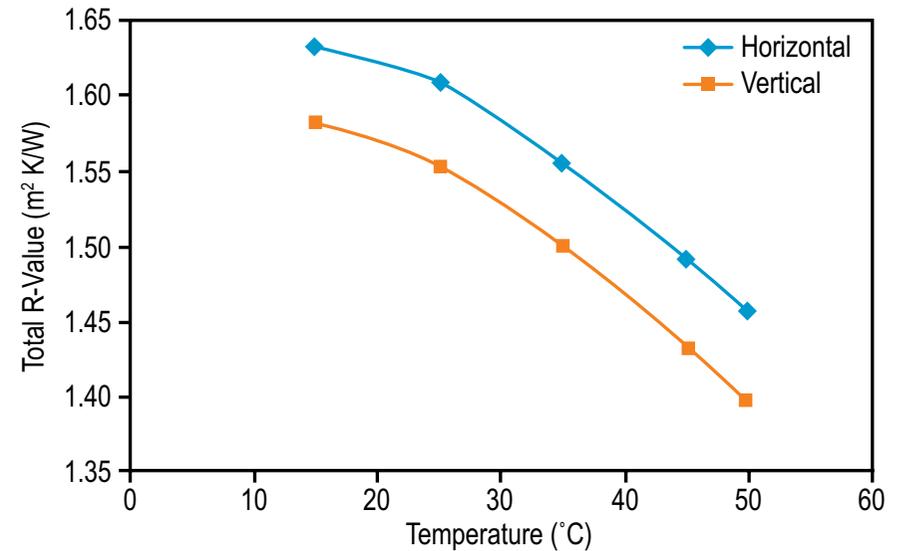
Fluxmètre thermique

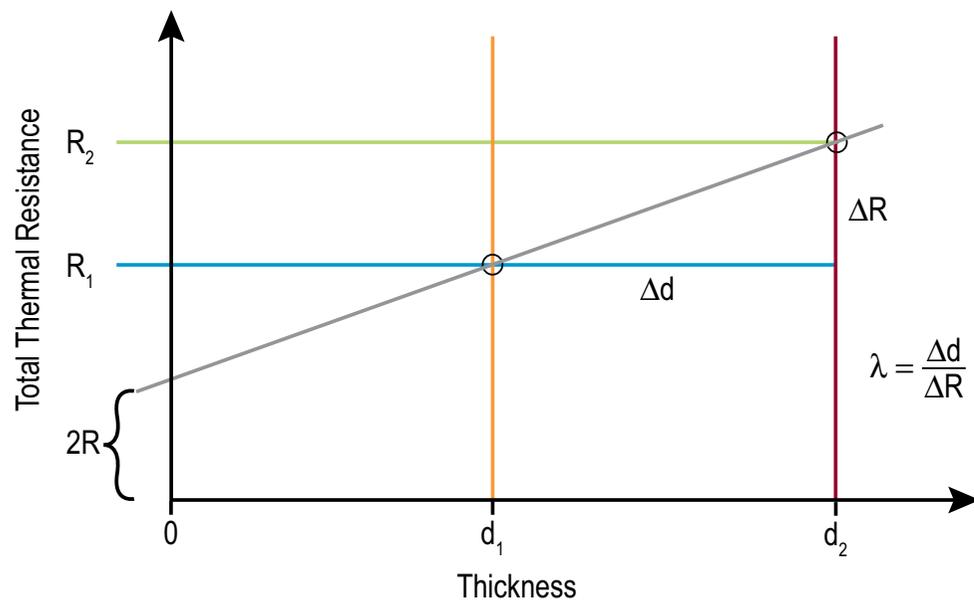
Essai de rotation

La résistance thermique efficace totale pour un composant de forme ouverte inclut les contributions de la conduction thermique et de la convection naturelle. La convection est une fonction de l'orientation de l'installation. Un échantillon composé de deux strates de panneaux de lamelles orientées séparés par deux cavités d'air et une feuille réfléchissante a été soumis à l'essai dans les orientations horizontale (0°) et verticale (90°). Les deux orientations exhibent une dépendance similaire à la température : une résistance thermique décroissante avec l'augmentation de la température. L'orientation horizontale de l'installation fournit une résistance thermique de 3% à 5% plus élevée que l'orientation verticale.

Remplissage en vrac

La conductivité thermique dépend de la composition du matériau, et notamment du traitement ou de la préparation de ce matériau. Dans cet exemple, deux formulations différentes d'une poudre fine ont été soumises à l'essai pour la conductivité thermique au moyen du fluxmètre thermique FOX 200. Le matériau 1 a été préparé avec la même composition, mais en suivant deux méthodes de fabrication différentes, qui ont eu comme conséquence une différence de 20% dans la conductivité thermique. Le matériau 2 a été soumis deux fois à l'essai. La deuxième expérience montre une conductivité thermique nettement inférieure à la première, indiquant que la poudre a été imbibée d'eau une fois reçue et soumise à l'essai initial. Le matériau a séché pendant le premier cycle de chauffage, ce qui a entraîné une conductivité thermique inférieure lors de la mesure suivante.



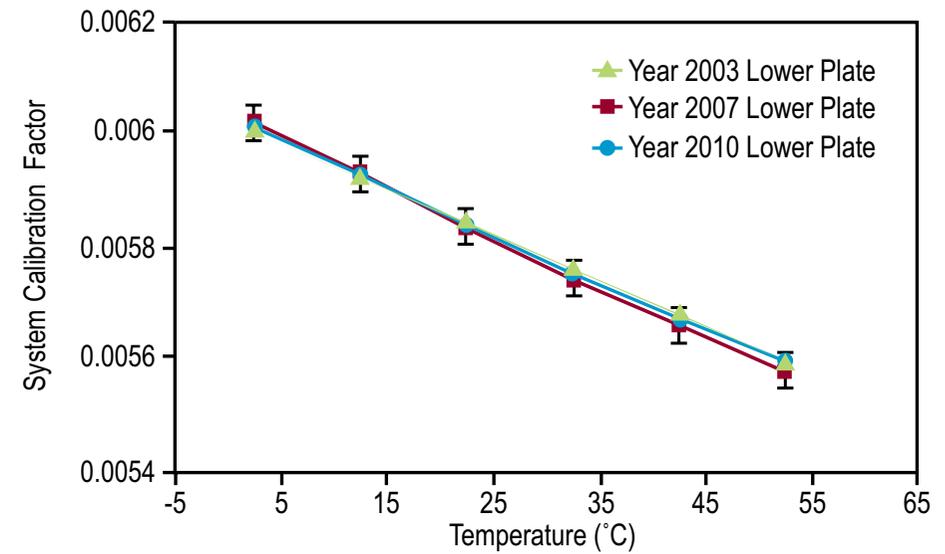


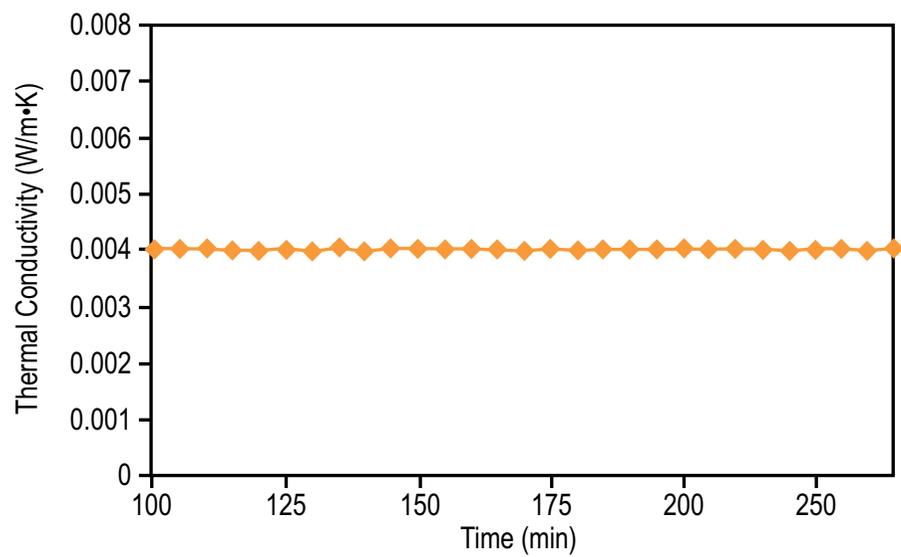
La méthode des deux épaisseurs

La méthode des deux épaisseurs pour les mesures de conductivité thermique est une technique puissante pour les matériaux qui sont rigides et ont des valeurs de conductivité thermique plus élevées. En mesurant deux échantillons du même matériau, mais de différentes épaisseurs, les résistances thermiques $2R$, qui se produisent aux deux interfaces plaque / échantillon peuvent être calculées et exclues.

Stabilité à long terme du système

En plus de la précision et de la sensibilité exceptionnelles des mesures, la conception du capteur de flux thermique de LaserComp fournit une stabilité inégalée du système. Dans cet exemple, les facteurs d'étalonnage pour le FOX 600 sont affichés pendant plus de 7 ans. Les barres d'erreur sont indiquées à $\pm 0,5\%$. On peut voir que le facteur d'étalonnage - et donc les valeurs mesurées - dévient de beaucoup moins de 0,5% sur toute la plage de température pendant cette période très longue. Cette stabilité mène à une plus grande confiance dans les données et à beaucoup moins de temps passé à étalonner par rapport aux conceptions concurrentielles.





Stabilité des mesures

Les fluxmètres thermiques de la gamme FOX exhibent une sensibilité exceptionnelle aux petits flux thermiques, et une stabilité fiable au cours de la mesure, exempte de bruit ou de perturbations extérieures. Les données de cet exemple se réfèrent à un panneau d'isolation de vide de très basse conductivité, à l'essai à une température moyenne de 15 °C. La mesure est continuée pendant plus de deux heures pour démontrer sa stabilité. Le signal varie de moins de 0,2% au cours de la mesure, même pour ce matériau dont la conductivité est extrêmement basse.



lasercomp.com