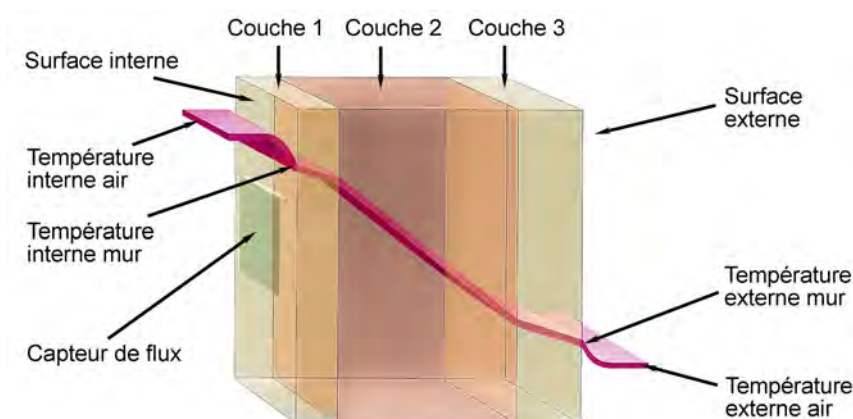


# PHYSIQUE DU BÂTIMENT

## Mesure de valeur U, mesure de flux thermique

Le transfert thermique d'un composant dépend des conductivités thermiques des matériaux employés, de leurs épaisseurs de couche et de la géométrie du composant (mur plat, paroi de tube cylindrique courbe etc.) ainsi que des conditions de transmission sur les surfaces du composant.

### Représentation de l'évolution de la température



Le coefficient de transmission thermique U (également valeur thermique, coefficient U, anciennement valeur k) décrit la quantité de chaleur s'écoulant en une seconde à travers une surface de 1 m<sup>2</sup> de matériau mono ou multicouche, lorsque les températures de l'air appliquées des deux côtés diffèrent de 1 K en régime stationnaire. Sur le coefficient de transmission thermique U, les coefficients de transition, c.-à-d. les intensités de la transition thermique aux surfaces de jonction interne et externe, sont ainsi également pris en compte. Le coefficient de transmission thermique U est d'unité physique W/m<sup>2</sup>K. Il est défini dans la norme internationale ISO 6946.

Le coefficient de transmission thermique U est l'inverse du coefficient d'isolation thermique, lequel est constitué de la somme des résistances thermiques de chacune des couches successives jointives du matériau ainsi que des résistances de transition vers les couches environnantes (air etc.) des deux côtés :

Coefficient d'isolation thermique = résistances thermiques + résistances de transition thermique.

Le coefficient de transmission thermique U est une grandeur essentielle en bâtiment, puisqu'il sert à déterminer les déperditions de chaleur par transmission à travers les matériaux. La déperdition thermique par transmission permet de décrire la qualité énergétique de l'enveloppe thermique (isolation du toit des murs extérieurs, fenêtres et sol) d'un bâtiment. Pour chaque bâtiment d'habitation, une valeur maximum admissible est prescrite en fonction de la surface enveloppante et de son volume, selon le décret sur les économies d'énergies dans la version actuelle respective.

## Mesure d'humidité d'équilibre

On entend par mesure d'humidité d'équilibre l'humidité relative devant régner dans l'atmosphère ambiante afin qu'aucun échange d'eau ne se produise.

Tous les matériaux peuvent plus ou moins absorber de la vapeur d'eau dans l'air ambiant et la lui restituer également. Ils sont hygroscopiques, c'est à dire qu'ils s'efforcent d'entrer en équilibre d'humidité avec l'air ambiant. En fonction de la température, un équilibre se crée entre l'air environnant et le matériau, entre l'absorption de vapeur d'eau et la restitution de vapeur d'eau, vers et depuis l'air. A chaque température et chaque humidité est donc associée une certaine teneur en eau dans le matériau, selon celui-ci (quantité d'eau présente dans le matériau en pourcentage massique).

A l'équilibre, la relation entre la teneur en eau et l'humidité d'équilibre d'un matériau peut être représentée graphiquement par une courbe, appelée isotherme de sorption. Pour chaque valeur d'humidité de l'air, une isotherme de sorption indique la valeur correspondante du taux d'humidité de ce matériau, à une température constante donnée. Si la composition ou la qualité du matériau varie, alors le comportement de sorption varie également et donc l'isotherme de sorption. Du fait de la complexité des processus de sorption, les isothermes ne peuvent être déterminées par calcul mais doivent être enregistrées de façon expérimentale.

## Système de mesure ALMEMO® pour mesure de valeur U et mesure de flux thermique

Le coefficient de transmission thermique U ou coefficient U (anciennement valeur k) est une grandeur essentielle en bâtiment, puisqu'il sert à déterminer les déperditions de chaleur par transmission à travers les matériaux. Le système de mesure ALMEMO® permet de mesurer tous les paramètres physiques sur les parties du bâtiment existantes (murs et autres) pour calculer le coefficient U et d'autres coefficients thermiques significatifs.

### Principe de mesure :

Le principe de mesure pour effectuer l'acquisition quantitative de déperditions par transmission thermique sur les cloisons de séparation telles que les murs de maison, les installations de réchauffage etc. repose sur la méthode dite du mur auxiliaire, pour laquelle on installe une plaque de flux thermique (capteur de mesure) directement à la surface du composant, dans le flux thermique. À l'aide des propriétés thermiques connues de la plaque de flux thermique et de la différence de température mesurée électrothermiquement au sein du capteur de flux thermique, on mesure à l'aide du système de mesure ALMEMO® la densité de flux thermique  $q$  en  $W/m^2$ .

Si de plus on mesure des deux côtés (intérieur et extérieur) les températures de surface ainsi que les températures de l'air dans la zone de transition du composant à l'aide du système de mesure ALMEMO®, il est possible d'en déduire tous les coefficients thermiques pertinents.

Le calcul se base sur l'acquisition cyclique des valeurs moyennes des températures et de la densité de flux thermique. L'incidence de la capacité thermique du composant (déphasage temporel entre températures et flux thermique) sur le calcul par ex. du coefficient U devient négligeable si la durée de mesure est suffisante et la valeur moyenne calculée atteint le coefficient U effectif du composant.

### Domaine d'utilisation :

Pour calculer une valeur U stable et significative, la mesure ne peut être effectuée que dans certaines conditions :

- ▶ La différence de température entre l'air intérieur et l'air extérieur doit être suffisamment grande (typiquement 20 K, par ex. température intérieure 20 °C et température extérieure 0 °C).
- ▶ Les variations de ces températures (entre autres jour/nuit) doivent être aussi faibles que possible pendant la durée de la mesure.
- ▶ Les mesures doivent être enregistrées sur place sur une période de temps suffisante (de un à plusieurs jours) et les paramètres être calculés par des moyennes.

### Références de commande :

#### Système de mesure ALMEMO® avec 2 capteurs de température et 1 capteur de flux thermique pour déterminer le coefficient U par simple calcul dans l'appareil de mesure ALMEMO® :

Centrale d'acquisition ALMEMO® 2590-4S, 4 entrées

Bloc alimentation

Câble de données ALMEMO®, interface RS232, sép. galv.

Température air extérieur : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 5m

Température air intérieur : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 1.5 m

Programmation pour capteur intérieur : Canal différentiel et valeur moyenne

Capteur de flux thermique avec sujétions de montage, voir page 14.04.

par ex. type 118, 100 x 100 mm env., câble 1,5 m

Programmation pour capteur de flux thermique : Valeur moyenne et canal coef. U

Référence : MA25904S

Référence : ZA1312NA1

Référence ZA1909DK5

Référence : FTA3900L05

Référence : FTA3900

Référence : OA9000PRUT

Référence : FQA018C

Référence : OA9000PRUQ

#### Système de mesure ALMEMO® avec 4 capteurs de température et 1 capteur de flux thermique pour déterminer le coefficient U par logiciel WinControl (possible en et hors ligne) :

Centrale d'acquisition portable ALMEMO 2690-8, 5 entrées, avec adapt. secteur et câble données interface RS232

Température air extérieur : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 5m

Température surface extérieure : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 5m

Température air intérieur : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 1.5 m

Température surface intérieure : Capteur thermocouple, isolé soie de verre, longueur 1.5 m

Capteur de flux thermique avec sujétions de montage, voir page 14.04.

par ex. type 118, 120 x 120 mm env., câble 1,5 m

Logiciel WinControl pour 20 points de mesure, 1 appareil

Module supplémentaire assistant valeur U

Clé matérielle USB

Référence : MA26908KS

Référence : FTA3900L05

Référence : FTA3900L05

Référence : FTA3900

Référence : FTA3900

Référence : FQA018C

Référence : SW5600WC1

Référence : SW5600WCZM4

Référence : SW5600HL

### Accessoires :

pâte thermoconductrice 20 ml

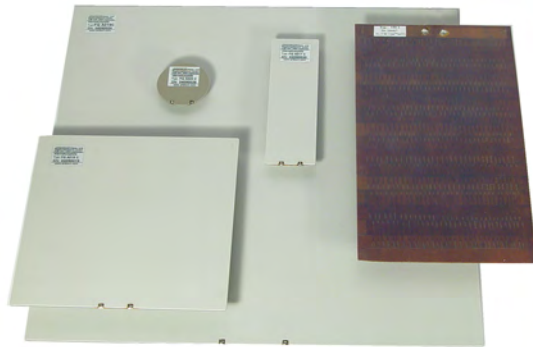
Valise de transport, grande

Référence ZB9000WP

Référence ZB2590TK2

# FLUX THERMIQUE

## Capteur de flux thermique type FQ90xxx



### Principales caractéristiques:

- ▶ Sert à déterminer la densité de courant thermique jusqu'à 150°C max.
- ▶ Formes de construction adaptées à toutes utilisations, constituées d'un méandre de nombreux thermocouples connectés en alternance, incorporé dans un matériau porteur.
- ▶ Aucun contournement du flux thermique sur les matériaux porteur épais grâce à une zone de méandre suffisante en bordure.
- ▶ Logiciel de calcul de la valeur k, voir page 06.07.



A chaque capteur de flux thermique est attribuée une valeur d'étalonnage qui exprime la densité de flux thermique en W/m<sup>2</sup> lorsque la plaque délivre 1 mV. La valeur d'étalonnage est intégrée en usine au connecteur ALMEMO®, de sorte que la densité de flux thermique actuelle soit indiquée immédiatement en W/m<sup>2</sup> sur les appareils ALMEMO®.

### Modèles:

Type	Application	Référence
117	pour surfaces lisses, p. ex. les profils de fenêtre	<b>Référence : FQA017C</b>
118	pour applications universelles, p. ex. installations solaires et plaques d'isolation	<b>Référence : FQA018C</b>
119	spécial secteur de la construction, plaques d'isolation de maçonnerie ainsi que bâtiments anciens	<b>Référence : FQA019C</b>
120	petit capteur de flux thermique, p. ex. pour la médecine, la médecine vétérinaire, les petites pièces etc. . .	<b>Référence : FQA020C</b>
117 SI	capteur de flux thermique souple, bien adapté aux surfaces lisses, p. ex. les profils de fenêtre	<b>Référence : FQA017CSI</b>
118 SI	capteur de flux thermique souple, bien adapté aux surfaces lisses, p. ex. installations solaires et plaques d'isolation	<b>Référence : FQA018CSI</b>
150-1	capteur de flux thermique souple, particulièrement adapté aux hautes températures p. ex. en maçonnerie, cuve isolée et tuyauteries	<b>Référence : FQA0801H</b>
150-2	particulièrement adapté aux hautes températures, idéal pour la construction, les murs maçonnés et plaques isolantes	<b>Référence : FQA0802H</b>

### Caractéristiques techniques:

Type	Dimensions (mm)	Taille méandre (mm)	Matériau porteur	Résistance à la température	Val. étalonn. env. (W/m <sup>2</sup> ≈ 1 mV)	Précision de la valeur d'étalonnage
117	100 x 30 x 1.5	80 x 20	résine époxy	80°C	< 50	5% à 25°C
118	120 x 120 x 1.5	90 x 90	résine époxy	80°C	< 15	5% à 25°C
119	250 x 250 x 1.5	180 x 180	résine époxy	80°C	< 8	5% à 25°C
120	33 Ø x 1.5	20 Ø	résine époxy	80°C	< 150	5% à 25°C
117SI	100 x 30 x 3	80 x 20	silicone	80°C	< 50	5% à 25°C
118SI	120 x 120 x 3	90 x 90	silicone	80°C	< 15	5% à 25°C
150-1	180 x 100 x 0.6	170 x 90	téflon	150°C	< 80	5% à 25°C
150-2	500 x 500 x 0.6	490 x 490	téflon	150°C	< 10	5% à 25°C

### Accessoires:

pâte thermoconductrice	Référence : ZB9000WP
Ruban adhésif pour température ambiante	Référence : ZQ9017KB
Film autocollant 24 x 100 cm pour température ambiante	Référence : ZQ9017KF