



La 'méthode du fluxmètre' permet de mesurer *in situ* le coefficient de transmission thermique (valeur U) des parois du bâtiment. Son utilisation requiert cependant le respect de conditions telles que définies dans la norme ISO 9869-1 récemment mise à jour.

Effectuer une telle mesure peut s'avérer utile lorsque l'on souhaite estimer les performances énergétiques réelles d'une paroi et/ou d'une technique particulière de mise en œuvre. Recourir à cette méthode peut également être intéressant lorsque la composition des parois est incertaine, en tenant compte toutefois de ses limitations.

Elle n'est cependant pas applicable en tant que technique de contrôle ou pour obtenir des données utilisables dans le contexte des réglementations PEB ou de la certification énergétique des bâtiments.

Précisons que cette méthode n'est, en aucun cas, destinée à se substituer au contrôle régulier et à la surveillance du chantier en matière de qualité de réalisation des travaux (en particulier en ce qui concerne la pose des isolants).

Principe de base de la mesure

Le coefficient de transmission thermique (valeur U) d'une paroi ou d'un élément de construction caractérise le flux de chaleur que celle-ci/celui-ci laisse passer par mètre carré de surface (noté 'q' et exprimé en W/m²) pour une différence de température de 1 °K entre l'air intérieur (T_i) et l'air extérieur (T_e). Il est obtenu par la relation suivante :

$$U = q / (T_i - T_e) \quad [W/m^2K]$$

La valeur U est généralement déterminée par calcul sur la base de la composition de la paroi et des caractéristiques des matériaux (épaisseur et conductivité thermique). Cette approche par calcul est notamment adoptée dans le contexte des réglementations PEB. Il est également possible de me-

Mesurer la valeur U *in situ* : est-ce fiable ?

surer directement cette valeur U sur place : un capteur appelé 'fluxmètre' est placé sur la face intérieure de la paroi et mesure la densité de flux de chaleur (q) tandis que des capteurs de température mesurent les températures de surface intérieure et extérieure (voir figure). L'utilisation d'un fluxmètre est indispensable, les capteurs de température ne permettant pas à eux seuls la déduction d'une valeur U fiable.

La mesure en pratique

La mesure de la valeur U *in situ* est encadrée par la norme ISO 9869-1 (2014) qui précise ses conditions d'application. Elle nécessite notamment que la paroi testée soit composée de couches (quasi) homogènes. La technique est délicate, voire parfois inapplicable pour des parois comportant une lame d'air ventilée (murs à coulisse, par exemple). Il est nécessaire de garantir que le flux thermique mesuré est bien unidimensionnel (perpendiculaire à la paroi). Dès lors, la mesure ne peut pas être effectuée au droit d'un pont thermique ou au voisinage de la jonction de deux éléments distincts de la paroi. Le fluxmètre et les capteurs de température ne doivent pas se trouver sous l'influence directe du système de chauffage, de refroidissement ou de ventilation. Ils doivent également être protégés du rayonnement solaire. Dès lors, on privilégiera, si possible, la mesure sur une paroi verticale d'orientation nord. L'utilisation d'un écran protecteur peut s'avérer nécessaire. Enfin, la mesure sera réalisée durant les périodes froides de l'année afin de bénéficier d'une différence de température la plus élevée possible au droit de la paroi.

La valeur U n'est pas obtenue instantanément : le flux thermique et les températures doivent être mesurés et enregistrés en continu pendant plusieurs jours, la valeur U étant alors déterminée sur la base de l'ensemble des données mesurées. La durée minimale de l'essai dépend de la nature de la paroi (lourde, légère, isolée ou non), des températures intérieure et extérieure et de la méthode utilisée pour l'analyse des données.

La mesure est plus complexe (imprécision de mesure) et plus longue pour une paroi lourde et fortement isolée thermiquement que pour une paroi légère et/ou peu isolée. Ainsi, la valeur U d'un vitrage, élément à faible inertie thermique, peut être obtenue en effectuant des mesures durant quelques nuits seulement. Dans ce cas, la mesure est simple, du fait de l'absence de déphasage entre le flux thermique et la différence de température. A l'inverse, des parois massives présentant une grande inertie thermique ont pour effet de retarder le flux de chaleur mesuré du côté intérieur. Il est alors possible que le flux augmente pendant que le gradient de température diminue et inversement. On peut traiter cette difficulté soit en allongeant la durée de la mesure jusqu'à deux semaines et plus, soit en utilisant des méthodes d'analyse dynamique des données. Un haut niveau d'isolation thermique de la paroi ou un faible gradient de température a pour effet de diminuer le flux thermique mesuré, ce qui contribue à augmenter l'incertitude de mesure.

Conclusion

La technique du fluxmètre permet d'estimer *in situ* la valeur U de certaines parois à condition que les exigences évoquées dans cet article et dans la norme soient bien respectées. Les méthodes basées exclusivement sur des mesures de températures sans utilisation d'un fluxmètre ne sont pas appropriées pour déterminer une valeur U. Le même constat peut être fait pour les méthodes basées sur des mesures instantanées.

La précision de la mesure dépendra du type de paroi analysée, du choix des capteurs, de leur étalonnage, des conditions climatiques, des méthodes d'analyse des données, ... On peut estimer l'incertitude de mesure à ± 20 % (ordre de grandeur). Elle peut être plus réduite dans les cas favorables. |

G. Lethé, ir., chercheur, et G. Flamant, ir.,
division Energie, CSTC

