

Estimation des besoins en chauffage d'un bâtiment résidentiel

En quoi consiste l'estimation des besoins en chauffage?

L'estimation **des besoins en chauffage** d'un bâtiment consiste à calculer le **flux thermique** qui s'écoule de l'intérieur vers l'extérieur du bâtiment lors des journées les plus froides (en moyenne) de l'année. Le calcul est effectué en fonction des journées les plus froides parce que c'est dans ces conditions que le bâtiment perd sa chaleur le plus rapidement.

Le **flux thermique** (*heat flow rate*) est une quantité d'énergie thermique (chaleur) transmise par unité de temps. Il s'exprime en joule par seconde (J/s) ou en watt (W) dans le système international d'unités (1 J/s = 1 W) ou en *British thermal unit per hour* (Btu/h) dans le système impérial d'unités (1 W équivaut à environ 3,412 Btu/h). Le terme « besoin », dans ce contexte, fait donc référence à la **puissance requise** pour compenser l'effet du flux thermique.

En d'autres termes, l'estimation des besoins en chauffage consiste à calculer le **rythme** auquel le bâtiment perd sa chaleur dans les pires conditions hivernales. Pour maintenir une température confortable à l'intérieur du bâtiment, les pertes de chaleur doivent être compensées par un apport de chaleur équivalent. Le but du calcul est donc de déterminer la **puissance nette totale** requise dans ce bâtiment. C'est une **étape primordiale** dans le processus de conception d'un système de chauffage.

À noter que ce genre de calcul comprend inévitablement une **marge d'erreur** puisqu'il dépend de plusieurs données imprécises et/ou constamment variables. Le but du calcul est toutefois de faire une estimation qui se rapproche le plus possible de la réalité. La marge d'erreur doit donc être raisonnable. Estimer les besoins en chauffage d'un bâtiment en **se fiant seulement à la surface de plancher n'est pas** une méthode de calcul appropriée. Elle néglige trop de facteurs pour être représentative des besoins réels du bâtiment.

Une méthode de calcul appropriée doit être basée sur des notions de **transfert de chaleur** et doit considérer **au moins** les facteurs suivants:

- la **température intérieure** désirée;
- la **température extérieure** en fonction des journées les plus froides de l'année;

- la **surface** et la **résistance thermique** des parois exposées (murs, toit, plancher sur sol, portes, fenêtres); les parois exposées sous le niveau du sol doivent aussi être considérées dans le calcul;
- l'**infiltration** d'air extérieur et/ou l'**exfiltration** d'air vers l'extérieur (fuites d'air);
- le **débit d'air neuf** introduit par ventilation mécanique (si applicable).

D'autres facteurs comme les gains solaires, les gains de chaleur interne (éclairage, occupants, etc.) et l'emmagasinage de chaleur ont aussi une influence sur le bilan thermique d'un bâtiment. Toutefois, ils sont généralement négligés lors de l'estimation des besoins en chauffage afin d'obtenir un résultat en fonction des pires conditions possibles.

Besoins en chauffage par pièce

Comme mentionné plus haut, l'estimation des besoins en chauffage d'un bâtiment permet de déterminer approximativement la **puissance nette totale** du ou des appareils de chauffage à installer. Cependant, pour être en mesure de bien **répartir** la chaleur dans le bâtiment, il faut aussi connaître les besoins en chauffage de chacune des pièces. C'est pourquoi il est préférable de procéder au calcul des pertes thermiques de chaque pièce séparément. Ces résultats pourront ensuite être additionnés pour obtenir une valeur pour le bâtiment en entier.

Notions de base en transfert de chaleur

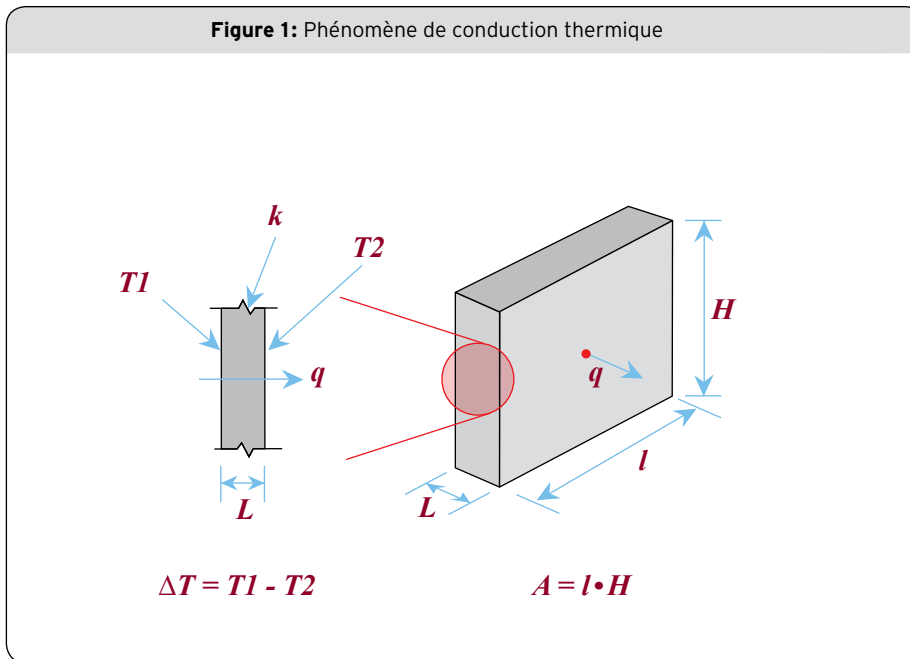
Le phénomène de **transfert de chaleur** survient dès qu'il y a une **différence de température** dans un milieu ou entre plusieurs milieux. Le milieu plus chaud cède alors de l'énergie thermique (chaleur) au milieu plus froid. En hiver, un bâtiment transmet donc inévitablement une partie de sa chaleur vers l'extérieur.

Une grande partie de ce transfert est causée par le phénomène de **conduction thermique**, un mode de transmission de chaleur engendré par l'agitation moléculaire. Contrairement à la convection, la conduction se produit sans déplacement de matière.

La conduction thermique est donc la principale cause du transfert de chaleur au travers des parois exposées du bâtiment (murs, ►



Figure 1: Phénomène de conduction thermique



portes, fenêtres, etc.). La valeur du flux thermique unidirectionnel engendré par conduction au travers d'une paroi peut être calculée de la manière suivante:

$$q = A \cdot \frac{k}{L} \cdot \Delta T$$

où :

- q** est le flux thermique transmis à travers la paroi, en watt (W);
- A** est la surface exposée de la paroi (perpendiculaire au flux), en m²;
- k** est la conductivité thermique de la paroi, en W/(m·°C);
- L** est l'épaisseur de la paroi (dans le sens du flux), en mètre (m);
- ΔT** est la différence de température entre les deux côtés de la paroi, en °C.

Il est toutefois plus fréquent d'utiliser la **résistance thermique** que la conductivité thermique dans le domaine du bâtiment. Pour une paroi, la résistance thermique correspond à :

$$RSI = \frac{L}{k}$$

où :

RSI est la résistance thermique de la paroi, en m²·°C/W

Lorsqu'on utilise la résistance thermique plutôt que la conductivité thermique, la formule du flux thermique unidirectionnel engendré par conduction au travers d'une paroi devient donc :

$$q = \frac{A}{RSI} \cdot \Delta T$$

Notez que la résistance thermique est généralement identifiée par les lettres «RSI» dans le système international d'unités et qu'elle s'exprime en m²·°C/W. C'est pour la différentiel de la résistance thermique en système impérial, qui est identifiée par la lettre «R» est qui s'exprime en pi²·°F·h/Btu.

Le présent document ne permet pas d'approfondir plus au sujet du transfert de chaleur et de la conduction thermique. Il est toutefois recommandé au lecteur de consulter d'autres ouvrages pour se familiariser avec les concepts suivants :

- les valeurs RSI des différents matériaux utilisés en construction;
- les méthodes pour calculer la valeur RSI totale d'une paroi constituée d'un assemblage de plusieurs matériaux;
- la résistance thermique des pellicules d'air à la surface des parois (liée au phénomène de convection);
- la conduction au travers du sol (pour les parois au sous-sol ou les planchers sur sol).

Considérer le débit d'air neuf introduit par ventilation mécanique

En hiver, l'air neuf acheminé de l'extérieur vers l'intérieur par ventilation mécanique est plus froid que l'air ambiant intérieur du bâtiment. Il ajoute donc une charge au système de chauffage et doit être considéré lors de l'estimation des besoins en chauffage du bâtiment. Le flux thermique absorbé par l'air neuf peut être calculé de la manière suivante :

$$q = c_p \cdot \rho \cdot 10^{-3} \cdot Q_v \cdot \Delta T \cdot (1 - \varepsilon_s)$$

où :

q est le flux thermique absorbé par l'air neuf, en J/s ou W;

c_p est la capacité thermique de l'air, en J/(kg·°C);

ρ est la masse volumique de l'air, en kg/m³;

10^{-3} est un facteur de conversion, en m³/L (10⁻³ m³/L ou 1 m³/(1000 L));

Q_v est le débit d'air neuf introduit dans le bâtiment, en L/s;

ΔT est la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, en °C;

ε_s est l'efficacité sensible du ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) en notation décimale (utiliser 0 s'il n'y a pas de VRC).

La capacité thermique de l'air à 20 °C et à pression atmosphérique est d'environ 1000 J/(kg·°C) et sa masse volumique est d'environ 1,2 kg/m³.*

$$c_p \cdot \rho \cdot 10^{-3} = 1000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = \frac{1,2 \text{ J}}{\text{L} \cdot \text{°C}}$$

Puisque ce sont les conditions de température et de pression qui existent généralement dans un bâtiment, on peut **simplifier** la formule du flux thermique absorbé par l'air neuf de la manière suivante:

$$q = 1,2 \cdot Q_v \cdot \Delta T \cdot (1 - \varepsilon_s)$$

La norme CAN/CSA-F280

Pour déterminer la **puissance** des appareils de chauffage desservant **un seul logement**, l'article 9.33.5.1. «Puissance des appareils de chauffage» du *Code national du bâtiment - Canada 2005* (intégrant les modifications du Québec) exige l'utilisation de la norme **CAN/CSA-F280 Détermination de la puissance requise des appareils de chauffage et de refroidissement résidentiels**. Les **températures** de calcul doivent toutefois être conformes à la section 9.33.3. du code:

- température **intérieure** de calcul (article 9.33.3.1.): **22 °C** pour tout espace occupé, 18 °C pour tout sous-sol non aménagé et 15 °C pour tout vide sanitaire chauffé ;
- température **extérieure** de calcul (article 9.33.3.2. et paragraphe 1.1.3.1.2): température extérieure hivernale indiquée à **l'annexe C** du code pour **janvier à 2,5%**, en fonction de la région (ex.: -23 °C pour Montréal).

La **section 5** de la norme **CAN/CSA-F280** fournit une méthode

LES CONSÉQUENCES D'UNE MAUVAISE ESTIMATION

Tel qu'indiqué dans le texte principal, l'estimation des besoins en chauffage d'un bâtiment est une étape primordiale dans le processus de conception d'un système de chauffage. Malheureusement, c'est un concept qui est parfois négligé ou mal compris. Pourtant, si les besoins en chauffage sont mal évalués, le système ne pourra pas répondre adéquatement aux besoins réels du bâtiment.

Si les besoins en chauffage sont **sous-évalués**, l'appareil de chauffage sélectionné sera sous-dimensionné. Le système ne sera donc pas assez puissant pour maintenir une température adéquate dans certaines zones du bâtiment lors des journées les plus froides de l'année. Les occupants souffriront alors d'**inconfort**, ce qui n'est évidemment pas souhaitable.

À l'opposé, si les besoins en chauffage sont **surévalués**, l'appareil de chauffage sélectionné sera surdimensionné. Il ne pourra donc jamais fonctionner à son plein potentiel. Non seulement l'appareil aura coûté **trop cher** pour rien, mais il ne pourra pas atteindre sa pleine efficacité puisqu'il fonctionnera presque exclusivement à basse capacité.

On doit rappeler ici que la norme CAN/CSA-F280 servant au calcul de la puissance des appareils a été mise à jour récemment, avec d'importants changements qui se traduiront par une réduction des valeurs totales calculées des pertes thermiques et des apports de chaleur dans les bâtiments plus récents.

En **résumé**, une mauvaise estimation des besoins en chauffage risque d'entraîner des problèmes d'inconfort, de perte d'efficacité et/ou de coûts superflus. C'est pourquoi il est important d'estimer le plus précisément possible les besoins réels du bâtiment avant d'en concevoir le système de chauffage.

pour calculer la perte de chaleur totale d'un bâtiment et, par conséquent, pour déterminer la puissance nette totale du ou des appareils de chauffage à installer. Cette méthode tient compte des pertes de chaleur suivantes:

- perte de chaleur par conduction au-dessus du sol;
- perte de chaleur par conduction en sous-sol;
- perte de chaleur par renouvellement d'air (infiltrations, fuites d'air et ventilation mécanique);
- perte de chaleur par les conduits (pour les systèmes de chauffage à air chaud);
- perte de chaleur par la tuyauterie (pour les systèmes de chauffage à eau chaude).

Les pertes de chaleur ci-dessus sont calculées pour chaque **pièce**. La perte de chaleur totale du bâtiment est la **somme** des

* À noter que ces valeurs sont valables pour de l'air sec. Pour déterminer précisément la capacité thermique et la masse volumique de l'air, il faut aussi tenir compte de son taux d'humidité. Par exemple, pour les mêmes conditions de température et de pression mentionnées dans le texte, l'air à 50 % d'humidité relative a une capacité thermique d'environ 1014 J/(kg·°C) et une masse volumique d'environ 1,19 kg/m³. Ces différences ont toutefois peu d'impact sur le résultat final dans le présent contexte. Elles peuvent donc être négligées.

perles de chacune des pièces. La puissance nette totale du ou des appareils de chauffage à installer doit se situer entre 100 % et 140 % de la perte de chaleur totale calculée pour le bâtiment.

La norme F280 fournit aussi des valeurs de **résistance thermique** pour différents matériaux de construction ainsi qu'une méthode pour calculer la valeur RSI totale d'un assemblage de plusieurs matériaux.

Calculateur de pertes thermiques et formation

L'estimation des besoins en chauffage d'un bâtiment est une étape qui demande du **temps**. C'est ce qui fait qu'elle est parfois négligée au cours du processus de conception d'un système de chauffage.

Heureusement, il existe aujourd'hui une variété de **logiciels** conçus spécialement pour faire ce type d'estimation à l'aide d'un ordinateur. Avis aux intéressés, ces logiciels permettent de calculer les besoins en chauffage bien plus **rapidement** que la méthode sur papier.

À ce sujet, la CMMTQ met à la disposition de ses membres un **calculateur** de pertes thermiques. Ce calculateur est disponible à l'adresse suivante : www.cmmtq.org/Image_usager/docsmembres/calculateurs/pertes_thermiques/default.asp

De plus, une **formation** de 16 heures est offerte à la CMMTQ au sujet des pertes thermiques. Cette formation traite, entre autres, de la norme CAN/CSA-F280 et du calculateur mentionné ci-dessus. Pour plus de détails, veuillez consulter notre site web ou contacter le Service de la formation.

Références

- Section 9.33 « Chauffage et conditionnement d'air », division B du *Code de construction du Québec, Chapitre I - Bâtiment, et Code national du bâtiment - Canada 2005 (modifié)*, Conseil national de recherches du Canada.
- Norme CAN/CSA-F280 *Détermination de la puissance requise des appareils de chauffage et de refroidissement résidentiels*, Association canadienne de normalisation.
- Handbook 2009 *Fundamentals*, chapitres 14 à 19 « Load and energy calculations », ASHRAE.
- *Modern Hydronic Heating, 3rd edition*, chapitre 2 « Heating Load Estimates », John Siegenthaler, éditions Delmar.
- *Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th edition*, chapitre 1 « Introduction », Incropera, DeWitt, Bergman et Lavine, éditions John Wiley & Sons.
- *Calculs des pertes et gains de chaleur*, CMMTQ.

N.B. : Lors d'une consultation postérieure à la date de sa publication, il vous revient de vérifier si la présente fiche a été mise à jour, remplacée ou annulée. Cette fiche explicative ne remplace pas, en tout ou en partie, la réglementation en vigueur, soit le Code de construction du Québec.

Toute reproduction est interdite sans l'autorisation de la CMMTQ.